ББК 34.623

Ш71 УДК 621.73.001.76

Рецензент канд. техн. наук *А. Г. НАВР01{КИЙ*

Шмаков В. Г.

Ш71 Кузница в современном хозяйстве. — М.: Машиностроение. 1990. — 288 с.: ил. ISBN 5-217-00854-7

Приведены сведения о типах кузниц п современном хозяйстве, о металлах, кузнечном инструменте и оборудовании для ручной ковки. Изложены основные технологические операции ручной ковки. Даны примеры изготовления типовых детален и основного кузнечного инструмента.

Для кузнецов ручной ковки, а также может быть полезна широкому кругу читателей, интересующихся кузнечным ремеслом.

Ш $\frac{2704030000—234}{038(01)—90}$ 234—90 **ББК 34.623**

ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ИЗДАНИЕ

ШМАКОВ Владимир Геннадьевич КУЗНИЦА В СОВРЕМЕННОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Редактор *И. В. Доброгорский*

. . . -'•ariS'-lift'6"-'1" ^До^^1^3 ^- ^- *Лыгиной*

ХуйЖественный рёдаТгор *А. С. Вершинкии* Технический редактор Г. *И. Андреева.* Корректор *И. М. Боретиа*

ИБ № 6384

Сдано в набор 07.05.90. Подписано в псч;;ть 23.07.90. Т-07207. Формат 84Х108'/К. Бумага типографская № 2. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 15,12. Усл. кр.-отт. 15,12. Уч.-изд. л. 15,68. Тираж 58800 экз. Заказ 90. Цена 1 р. 10 к.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «•Мантиностроепие», 107076, Москва, Стромынский пер., 1

Типография № 6 ордена Трудового Красного Знамени издательства «Машиностроение* при Государственном комитете СССР по печати. 193144, Ленинград, ул. Моисеспко, 10.

ISBN 5-217-00854-7

В. Г. Шмаков, 1990

Предисловие

В настоящее время литературы по кузнечному производству выпускается недостаточно, а в имеющейся основное внимание уделяется вопросам механизации и автоматизации процессов, что естественно при современном развитии промышленности. И совсем не рассматриваются вопросы ручной и художественной ковки. Более того, ковка лошадей, ремонт конных телег и саней и другого инвентаря практически перестали освещаться в литературе, а стандарты на подковы и подковные гвозди (ухнали) аннулированы. Поэтому людям, занимающимся ручной ковкой, приходится по преимуществу пользоваться литературой более чем десятилетней давности.

Все меньше остается кузнецов-универсалов, умеющих отковать подкову и ухналь, подковать лошадь или выполнить какую-либо другую операцию по ручной ковке. Молодые люди, как правило, считают, что профессия кузнеца потеряла престижность, да и этой профессии практически нигде не обучают. В основном современный кузнец специализируется на ремонте разнообразных машин и механизмов, что имеет свою специфику. Старые мастера ручной ковки уходят, зачастую так и не передав никому своих знаний и опыта. Уже сейчас по крупицам приходится собирать драгоценный опыт, накопленный поколениями кузнецов, по сохранившимся изделиям восстанавливать технологические приемы, которыми пользовались для изготовления разнообразных изделий из металла наши предки. В книге помещены материалы, которые возможно помогут возрождению утраченных приемов работы по изготовлению тех или иных предметов, применяющихся в настоящее время в сельском хозяйстве, и которые не всегда есть на складе или нет возможности заказать их на заводе-изготовителе.

В процессе работы над книгой автор пользовался материалами, которые ему представили кузнецы. Они сами изготовляют необходимые им приспособления и инструмент, разрабатывают технологические приемы, повышающие производительность труда и позволяющие более экономно расходовать металл.

В Кемеровской области работает кузнец В. В. Шахно, который изготовил приспособления для рубки мелких заготовок и навивки пружин (гл. 7 и 9). Он же разработал технологию изготовления небольших деталей

литьем. В той же Кемеровской области работает Н. Э. Штейнфельд, один из немногих кузнецов, кто сейчас умеет ковать ухнали и может подковать лошадь. Он тоже сам изготовляет всевозможные приспособления для ручной ковки.

Такие кузнецы способны самостоятельно решать практические задачи, возникающие в процессе работы. И очевидно на примерах их работы можно показать значимость одной из самых древних профессий, помочь молодежи проникнуть в ее тайны и показать красоту, скрытую от окружающих за прокопчеными стенами кузниц.

Наиболее сложным при работе над книгой оказался вопрос ее структурного построения. При изложении материала приходилось пользоваться понятиями и терминами, определение которым дается позже. В некоторой степени возникающие трудности удавалось преодолеть, выделяя новые термины шрифтом, отличающимся от шрифта основного текста.

В процессе работы над книгой использовались нормативные документы по машиностроительным материалам, кузнечному инструменту и др. Терминология и основные определения даны по ГОСТ 18970—84. Единицы измерений параметров приведены в системе СИ. На рисунках стрелками показаны направления кузнечных действий и движения заготовок при ковке.

Автор выражает искреннюю благодарность кузнецам Е. И. Чудинову, В. В. Шахно и Н. Э. Штейнфельду за данные ими советы и поделившимися своим опытом ручной ковки, а также рецензенту А. Г. Навроцкому, высказавшему рекомендации по доработке рукописи, которые позволили значительно улучшить содержание книги и повысить наглядность иллюстративного материала.

ГЛАВА 1

Общие сведения о кузнечных работах

1.1. Развитие и становление кузнечного ремесла

Кузнечное дело является самым древним ремеслом, связанным с обработкой металлов. Впервые человек начал ковать самородные и метеоритн"ые металлы еще в каменном веке. Со временем люди научились выделять различные металлы из руды, в том числе и железо, которое оттесняет другие металлы и утверждается почти как монопольный материал для изготовления орудий труда, домашней утвари, оружия и архитектурного украшения в виде различных оград, оконных, дверных и других решеток, навесов и т. п. Другие металлы в основном используются только-для изготовления предметов украшений.

Уже в древней Руси изготовляли основные виды орудий труда, домашней утвари, оружия и инструментов, которые не претерпели существенных измепеьий, применяются в современном быту и технике. Тогда же кузнецы начинают специализироваться на изготовлении каких-либо одних или нескольких родственных по технологическому процессу или назначению предметов и назвали их по тем предметам, которые они делали. Наиболее распространенными были следующие специалисты.

Серповики-косники изготовляли косы, серпы и другие подобные изделия. *Секирники* изготовляли различные топоры, тесла, долота, мотыги, лемехи, сошники, чересла, скобели и др. *Ножовники* изготовляли ножи, ножницы, косы, серпы и т. п.

Инструментальщики изготовляли напильники, зубила, резцы по дереву и металлу, бородки, штампы, пуансоны и матрицы, чеканы, пинцеты, стамески, сверла, пилы и т. п.

Оружейники изготовляли мечи, сабли, кинжалы, клинки и другое холодное оружие. Очень часто они сами и

украшали свои изделия затейливыми узорами. *Бронники* делали кольчуги, брамницы и другое подобное снаряжение воина. *Щитники* изготовляли щиты для воинов. Они обладали умением обрабатывать дерево, кожу и цветные металлы. *Стрельники* специализировались на изготовлении только стрел, так как их было не менее 18 типов, а массовость продукции требовала особой технологии — применения подкладных штампов.

Гвоздочники специализировались на изготовлении гвоздей, заклепок и крепежных скоб.

Удники делали рыболовные снасти — крючки, остроги, блесны, багры, гарпуны и т. п.

Б у лавочники и колечники изготовляли пряжи, браслеты, бляхи, поясные наборы, цепочки, подвески, накладки, оковки, петли на ларцы, украшения для сбруи лошадей и другой подобный инвентарь и украшения.

Уздники изготовляли железные принадлежности конской сбруи — удила, стремена, подковы, путы, шпоры, украшения сбруи и т. п.

Кузнецы по изготовлению весов делали безмены и коромысловые весы.

Замочники изготовляли висячие и врезные замки.

Однако в городах все же самой многочисленной группой оставались кузнецы-универсалы, на долю которых приходилось около 70 видов железных изделий. В деревнях же работали исключительно кузнецы-универсалы. Они делали лемехи для плугов, сошники для сох, косы, серпы, топоры, лопаты, вилы, мотыги, долота, стамески, тазы, ведра, миски, обручи для деревянных бочек и ведер, душки для ведер, различные инструменты, в общем все изделия из железа и других металлов.

Более подробные сведения о развитии и становлении кузнечного ремесла в древние времена, в том числе и на территории СССР имеются в работе *[12}.* ,

1.2. Общая характеристика кузнечных работ

Ковкой называется обработка нагретых металлов давлением при помощи универсального кузнечного инструмента и бойков с целью получения требуемой формы поковки.

Многие металлы и сплавы, нагретые до ковочной температуры, становятся достаточно пластичными, т. е. обладают способностью изменять форму без разрушения

.при воздействии на них относительно небольших усилий. К таким металлам относятся сталь, медь, алюминий, латунь и др. При нагреве таких металлов пластичность их увеличивается, а прочность уменьшается. Например, для углеродистой стали временное сопротивление уменьшается в 25 ... 30 раз по сравнению с холодной сталью (подробнее см. гл. 5) и для деформирования ее потребуется примерно во столько же раз меньшее усилие.

Другие металлы и сплавы, например серый чугун, оловянистая бронза, цинковые сплавы в нагретом состоянии не становятся более пластичными, а, наоборот, становятся хрупкими и при ударах или сжатии разрушаются и поэтому ковать их нельзя.

При ковке металл подвергают различным видам действия на него инструментов, по которым преимущественно и называются все кузнечные операции: *надрубка, отрубка, вырубка, протяжка, разгонка, раскатка, осадка, высадка, проколка, прошивка, пробивка, гибка, передача, скручивание, кузнечная сварка* и вспомогательные операции. В результате применения указанных операций из *заготовок* получают *поковки* или детали требуемой формы.

Заготовка — это первичный полуфабрикат, получаемый путем отрезки, разрезки, вырубки или отрубки части металла от исходного материала, например из проката стали, по объему достаточный для получения поковки.

Поковка чаще представляет собой полуфабрикат, из которого при последующей механической обработке получают готовое изделие, называемое деталью. Поковка является основным изделием, получаемым в результате обработки горячего металла ковкой. Иногда ковкой получают непосредственно детали, если они не требуют последующей механической обработки.

Деталь — это готовое изделие, получаемое из одного по марке и наименованию материала без применения сборочных операций.

Завершающими операциями при получении из заготовок поковок и деталей являются: *охлаждение* после ковки, *очистка* от окалины, *термическая* и *химико-термическая обработка, защита от коррозии* и *контроль.*

Для нагрева заготовок применяют *горны,* в которых сжигают каменный или древесный уголь и нагревательные печи, работающие на жидком топливе, обычно это мазут. При ковке заготовок пользуются *кузнечным инструментом*

для ручной ковки и ковки на молотах. Для поворачивания заготовок в процессе ковки, транспортирования заготовок и других вспомогательных операций применяют *вспомогательный инструмент* и *различные приспособления.*

В процессе ковки и по окончании ее поковки контролируют. Температуру нагрева их определяют по *цветам каления* и *цистам побежалости* или специальными приборами. Размеры контролируют обычными и специальными *измерительными инструментами* в процессе ковки (горячие поковки) и по окончании ее (холодные поковки). Твердость материала поковок и деталей определяют *специальными приборами.*

ГЛАВА 2

Сведения о металлах

2.1. Химический состав и основные свойства стали

Применение стали для изготовления поковок на детали машин определяется комплексом ее механических, физических и технологических свойств, которые изменяются в зависимости от химического состава стали.

Сталью называют сплав железа с углеродом (до 2,14%) и другими элементами.

В стали есть *постоянные примеси,* неизбежно остающиеся в процессе плавки. К ним относятся кремний, марганец, сера и фосфор. Кроме этого, в сталь добавляют так называемые *легирующие элементы* для изменения механических, физических и технологических свойств ее в желаемом направлении (делают прочнее или уменьшают прочность, делают тверже или мягче и т. п.). Такими элементами являются кремний и марганец (добавляемые в сталь сверх неизбежно остающихся в процессе плавки), никель, хром, молибден, ванадий, вольфрам, кобальт и др.

Механические свойства металлов. Прочность — свойство стали (металла) оказывать сопротивление разрушению от действия внешних сил. *Чем прочнее металл, тем большую нагрузку он выдерживает при тех же размерах детали.*

Внешние силы могут по-разному действовать на металл — растягивать его, сжимать, изгибать, скручивать, срезать, сминать. Это зависит от направления сил, действующих на металл.

Прочность характеризуется *механическим напряжением* о, которое определяется отношением силы к единице площади:

$$o=FIS, \qquad (2.1)$$

где F — сила, Н; S — площадь, $м^2$. Напряжение изме ряется в Паскалях—Па ($Н/м^2$) или МПа ($Н/мм^2$). Напряжение, при котором образец из металла (деталь), нагружаемый растягивающей силой, разрушается, называют *временным сопротивлением* и обозначают о'ц.

Напряжение, при котором происходит удлинение образца из металла (детали) без заметного увеличения растягивающей силы, называют *пределом текучести* (металл удлиняется при растяжении при .постоянной силе—течет) и обозначают От.

Пластичность (вязкость, тягучесть) — свойство изделий из металла под действием внешней силы изменять свою форму без разрушения.

Основным показателем пластичности является относительное удлинение (укорочение) 6, при растяжении (сжатии) материала выраженное в процентах, т. е.

$$6 = (\wedge - У\ 100//0, \qquad (2.2)$$

где /о — длина образца до нагружения, мм; /р — длина образца после нагружения, **мм.**

Относительное удлинение является не только показателем пластичности, но и показателем степени ковкости металла. Стали, имеющие относительное удлинение 35 ... 40%, хорошо куются и штампуются в холодном состоянии, т. е. имеют весьма высокую степень ковкости, а стали с относительным удлинением 10 ... 15% обладают низкой степенью ковкости. Значит, чем больше относительное удлинение, тем пластичнее металл, тем лучше он будет коваться.

Упругость — свойство изделий из стали изменять свою форму без разрушения от действия внешних сил и восстанавливать ее после прекращения действия этих сил.

Твердость — сопротивление -металлав, вдавливанию или царапанию. Обозначают твердость буквой Н с добавлением справа первой буквы фамилии автора метода, буквы, обозначающей форму вдавливаемой фигуры, т. е. В — стальной шарик, С — алмазный конус и др., и числа, означающего твердость в безразмерных единицах. Различные способы определения твердости регламентируются стандартами. Примеры обозначения, пределы для черных металлов и стандарты на методы определения твердости следующие: НВ 140 ... 450— твердость по методу Бринелля (ГОСТ 9012—59), HRC 20 ... 67 —

твердость по методу Роквелла (ГОСТ 9013—59). Чем больше число в обозначении твердости, тем больше твердость металла. Твердость по методу Виккерса обозначается HV (ГОСТ 2999—75), вычисляется по формуле и применяется редко. По специальным таблицам или диаграммам можно осуществлять перевод одних чисел твердости
в другие.

Твердость в основном влияет на интенсивность изнашивания (истирания) деталей машин. Чем больше твердость, тем медленнее будет изнашиваться деталь. Поэтому при выполнении поковок на интенсивно изнашивающиеся детали следует подбирать сталь с большой твердостью.

Физические свойства металлов и сплавов. Температура плавления является исходным параметром для выбора температурного режима обработки металла ковкой. Чистые металлы имеют более высокую температуру плавления, •(ем их сплавы. Например, температура плавления железа 1539 °С, а сталь с содержанием углерода 0,5... ... 2,0% плавится при температурах 1450 ... 1153 °С соответственно.

Плотность определяет количество массы металла в единицу объема

- •*V='n}V.* (2.3)

где *m* — масса, кг; V — объем, м^3. Величина плотности для **сталей —** 7700 ... 7900 кг/м^8 (или 0,0077 ... ... 0,0079 Кг/мм^9).

Теплопроводность — свойство металла передавать теплоту от более нагретых частей к менее нагретым. **Чем** чище металл, т. е. чем меньше в нем примесей, тем выше его теплопроводность, быстрее и равномернее прогревается весь объем и меньше вероятность образования трещин в металле при ковке.

Технологические свойства металлов.

Ковкость — свойство металла пластически деформироваться (изменять свою форму) в больших пределах от действия относительно небольших ударных или статических нагрузок. Это одно из основных свойств металлов, позволяющее обрабатывать их ковкой.

Свариваемость — свойство металлов образовывать неразъемные соединения при деформировании (ковке) соединяемых частей металла в горячем состоянии.

Закаливаемость — свойство стали становиться значительно тверже и износоустойчивее после

Аагрева и последующего быстрого охлаждения в охлаждающей среде.

Обрабатываемость — свойство сопротивляться отделению части металла от заготовки режущим инструментом в холодном состоянии, т. е. хорошо или затруднительно отделяется стружка от заготовки, например на токарном станке.

2.2. Маркировка и выбор марок сталей

Углеродистые стали обыкновенного качества (ГОСТ 380—88) маркируют буквами и цифрами. Буквы Ст означают «сталь», цифра — номер марки стали, а «кн», «ис», «сп» справа от номера марки — степень раскисления.

Углеродистые качественные конструкционные стали (ГОСТ 1050—74) отличаются от углеродистых сталей обыкновенного качества уменьшенным содержанием вредных примесей и неметаллических включений, а также уменьшенными пределами содержания углерода, т. е. с гарантированным химическим составом и механическими свойствами. В обозначение марки этих сталей входят цифры, указывающие среднее содержание углерода в сотых долях процента и степень раскисления для некоторых сталей. Например, сталь 05пс: среднее содержание углерода 0,05%, пс— полуспокойная; сталь 45—среднее содержание углерода 0,45%.

Низколегированные и легированные конструкционные стали (ГОСТ 19282—73 и ГОСТ 4543—71) в обозначении марки содержат условные обозначения легирующих элементов: Р —. бор, Ю — алюминий, С — кремний, Т — титан, Ф — ванадий, Х — хром, Г — марганец, Н — никель, М — молибден, В — вольфрам. Д — медь, К — кобальт, Б —• ниобий. Например, сталь 12Х2Н4 содержит 0,12% углерода, около 2% хрома и около 4% никеля.

Инструментальные углеродистые стали (ГОСТ 1435—74) в обозначении марки содержат буквы и цифры, обозначающие: У —углеродистая, следующие за ней цифры — среднее содержание углерода в десятых долях процента, за цифрами Г — повышенное содержание марганца, А — высококачественная. Например, стали: У8ГА, У8Г, У8.

Таблица **2.1**

Маркировка сталей окраской

Группа сталей	Цвет	Группа сталей	Цвет
Обыкновенного качества»		Углеродистые качественные конструкционные	
СтО, ВСтО, БСтО	Красный и зеленый	08, 10, 15, 20 25, 30, 35, 40	Белый Белый и желтый
Ст1, ВСт1кп	Белый и черный	45, 50, 55, 60	Белый и коричне
Ст2, ВСт2кп	Желтый		вый
СтЗ, ВСтЗкп,	Красный	Легированные	конструкционные
ВСтЗ, БСтЗкп, БСтЗ		Хромистые	Зеленый и желтый
Ст4, ВСт4кп,	Черный	Марганцови	Коричневый и си
ВСт4, БСт4кп, БСт4		стые Хромо-	ний Синий и черный
Ст5. ВСт5 Стб	Зеленый Синий	марганцевые Хромо-	Синий и красный
Ст1Гпс	Белый и красный	кремнистые	
Ст2Гпс	Желтый и крас ный	Хромо-никелевые	Желтый и черный
СтЗГпс Ст4Гпс	Красный и синий Черный и красный	Инструментальные быстрорежущие	
СтбГпс	Зеленый и белый	Р9	Бронзовый
		Р18	Бронзовый и чер ный

Инструментальные легированные стали (ГОСТ 5950—73) обозначают так же, как и легированные конструкционные стали.

Рессорно-пружинные стали выбирают из числа углеродистых качественных легированных и инструментальных сталей (см. табл. 2.3).

Инструментальные быстрорежущие стали (ГОСТ 19265—73) обозначают буквами и цифрами: Р — режущая, цифра справа от этой буквы — среднее содержание вольфрама в целых процентах.

Приведенные обозначения марок сталей проставляют на штангах проката с массой более 20 кг. На штангах до 20 кг марку стали проставляют на прикреплённых бирках (пластинах). Для наглядности стали часто маркируют красками различных цветов (табл. 2.1).

Определение марки стали по искре. Этим методом при отсутствии маркировки можно определить содержание

углерода в стали до 0,05% и обнаружить присутствие в стали других **элементов. Технология** этой операции следующая. Кусок металла слегка и равномерно прижимают к вращающемуся наждачному кругу. При этом от металла отделяются частицы, которые, сгорая, образуют светящиеся линии, заканчивающиеся вспышками в виде искр. Цвет, длина линий и вид искр для сталей с различным химическим составом не одинаков. Это и позволяет определить марку стали.

Чтобы научиться правильно определять марку стали по искре, следует прдобрать образцы **из** разных сталей, марки которых точно известны, и запомнить вид пучков, цвет и форму искр, чтобы сравнивать их с испытываемой сталью.

Желательно применять карборундовый наждачный круг зернистостью 35 ... 46 с окружной скоростью на рабочем диаметре около 25 ... 30 м/с.

Необходимо помнить, что пробу на искру желательно **проводить в** темном помещении или оградить наждачный круг темным футляром.

При **малом** содержании углерода частицы стали сгорают медленнее, пучок линий длинный. **Чем** больше углерода в стали, тем большее количество искр и тем ближе они расположены к началу пучка. Характерные формы пучков и искр для различных сталей показаны на рис. 2.1.

Некоторые группы сталей имеют следующий цвет искровых линий: углеродистые — светло-желтый, хро-мокремнистые — ярко-желтый, быстрорежущие — темно-красный. Легирующие элементы влияют на цвет и форму пучка. У большинства легированных сталей искровые линии с красным оттенком.

Для низкоуглеродистой стали (0,15 ... 0,2% углерода) пучок искр имеет продолговатую форму, а сами искры представляют собой желтые длинные ~~прямые~~ линии с двумя утолщениями на концах: одно из них светлое, другое — темное (рис. 2.1, а).

Для среднеуглеродистой стали (0,45 ... 0,50% углерода) пучок искр несколько короче и шире, а от первого утолщения отделяются новые искры в виде елочек (рис. 2.1, *б).*

Для высокоуглеродистой стали (1,1 ... 1,3% углерода) пучок искр еще короче, шире и светлее, а от первого утолщения отделяется снопик светло-желтых искр (рис. 2.1, *в).*

П

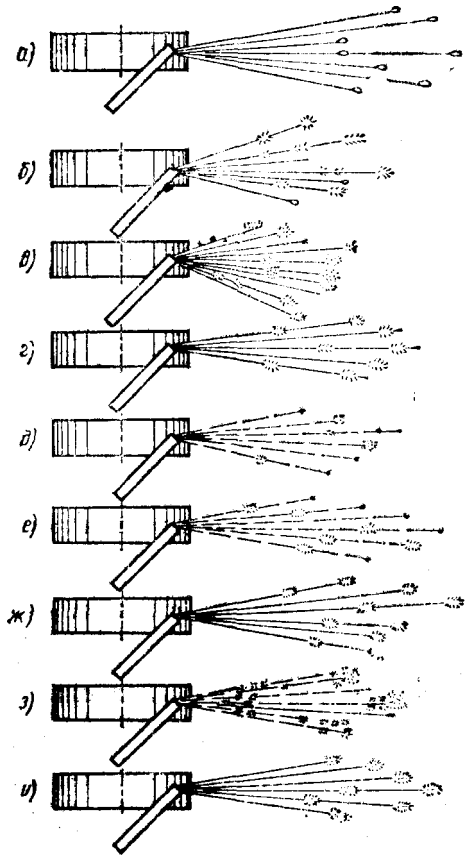


Рис. 2.1. Виды характерных пучков искр для различных металлов

Марганцовистая сталь (10 ... 14% марганца) дает сноп искр, отличающийся большой яркостью и очень высокой температурой (рис. 2.1, *г)*.

Быстрорежущая сталь (10 ... 17% вольфрама) дает пучок искр в виде прерывистых тонких линий темно-красного цвета с утолщенными короткими концами округлой формы. В конце пучка можно заметить две-три очень мелкие звездочки углерода, возникновение тонких прямых и прерывистых линий объясняется влиянием вольфрама и хрома (рис. 2.1, (?).

Искры от стали с содержанием вольфрама около 1,3% похожи на искры от быстрорежущей стали. Пучок искр также со скругленными концами. Линии темно-красные, звездочки желтые (рис. 2.1, *е).*

Кремнистая сталь (1 ... 2% кремния) дает длинные утолщенные световые линии ярко-желтого цвета, а между ними отдельные искровые снопики (рис. 2.1, *ж).*

Хромистая сталь (1 ... 2% хрома) дает пучок искр от красного до желтого цвета в зависимости от содержания хрома. Световые линии длинные с отделяющимися звездочками (рис. 2.1, з).

Хромистоникелевая сталь (3% никеля и 1% хрома) имеет длинные световые линии с утолщенными концами в виде шарообразных вспышек (рис. 2.1, *и).*

Определить марки цветных металлов и их сплавов таким способом невозможно.

Для определения качества стали можно применить очень простой способ. Кузнец делает из стали небольшую тонкую пластинку, нагревает ее до светло-красного цвета каления и опускает в воду. Потом проверяет пластинку на изгиб на краю наковальни. Сталь с большим содержанием углерода легко ломается, с малым — слегка пружинит, а при содержании углерода меньше 0,2% —сгибается. По этому испытанию кузнец может судить о том, где можно применять ту или иную сталь.

Кузнец должен знать, какая деталь будет изготовляться из поковки, условия работы детали, технологию последующей обработки поковки — будет ли она свариваться или обрабатываться резанием и т. п., соответственно, уметь подобрать марку стали для выполнения поковки на ту или другую деталь. Это требует от него определенных знаний и опыта, получаемых только в результате достаточно длительной работы. Правильно подобранная марка стали для поковки обесдечивает нормальную последующую обработку ее (механическую, термическую и др.) и требуемую долговечность полученной детали.

Углеродистые стали обыкновенного качества, например сталь СтЗ, и углеродистые конструкционные стали-15, 35 и др. рекомендуется применять для изготовления только малонагруженных деталей, не требующих термообработки, так как деталь, изготовленная из недостаточно прочной стали, быстро выходит из строя. ;,

В сварных кояструкциях обычно применяют углеродистые стали марок СтО, СтЗ, Ст5, Стб, 15, 35, 45,i60P.

Таблица 2.2 Применяемость углеродистых сталей обыкновенного качества

Марка стали	Области применения
СтО	Неответственные строительные конструкции, про кладки, шаНбы, кожухи
Ст1кп, Oil пс	Малонагруженные детали металлоконструкций: за клепки, шайбы, шплинты, прокладки, кожухи
Ст2кп. Ст2сп	Детали рам и осей, ключи, валики, цементируемые детали
Ст3кп, Ст3пс, СтЗГпс	Рамы приводов и тележек, цементируемые и циани-руемые детали, от которых требуется большая твер дость поверхности и небольшая твердость сердцевины, крюки кранов, кольца, цилиндры, шатуны, крышки
Ст4кп. Ст4Гпс	Валы, оси, пальцы, тяги, крюки, болты, гайки, детали с невысокими требованиями по прочности и изнашиваемости
Стбсп, Ст5Гпс	Валы, оси, звездочки, крепежные детали, зубчатые колеса, шатуны, детали при повышенных требованиях прочности
Стбпс	Валы, оси, бойки молотов, шпиндели, муфты ку лачковые и фрикционные, цепи, детали с высокой прочностью

Сваривание легированных сталей несколько затруднено из-за склонности к закалке околошовной зоны и образованию в ней хрупких структур, что требует специальной технологии сварки.

Марганцовистые стали имеют повышенную прочность и относительно дешевы. Они используются для изготовления деталей, которые должны иметь повышенную прочность, вязкость и сопротивляемость изнашиванию.

Легированные термически обработанные стали обладают более высоким комплексом механических свойств, чем углеродистые. Они лучше прокаливаются. Стали, содержащие никель, молибден и вольфрам, желательно **не** применять, если их можно заменить сталями, содержащими кремний, марганец и хром.

Рекомендации по применению конкретных марок сталей даны в табл. 2.2 и 2.3. При этом в табл. 2.2 приведены

Таблица 2.3

Механические и технологические свойства и применение конструкционных углеродистых и легированных сталей

Марка стали	Относительное удлинение (δ, %)	Твердость НВ	Пластичность и ковкость	Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Работа на трение	Области применения
Углеродистые качественные стали							
0,8кп 10	33 31	131 143	ВВ ВВ	ВВ ВВ	В В	— —	Детали, изготовляемые холодной штамповкой, трубки, прокладки, крепеж, втулки, валики, упоры, копиры, зубчатые колеса, фрикционные диски
15 20 25	27 25 23	149 163 170	ВВ В В	ВВ ВВ ВВ	В В В	В В —	Малонагруженные детали — валики, пальцы, упоры, копиры, шестерни. Тонкие детали, работающие на истирание, рычаги, крюки, траверсы, вкладыши, болты, стяжки
30 35	21 20	179 207	В В	В В	В В	— —	Детали, испытывающие небольшие напряжение — оси, шпиндели, звездочки, тяги, траверсы, рычаги, диски, валы
40 45	19 16	187 197	У У	У У	В В	В В	Детали подвергаемые термической обработке — коленчатые и распределительные валы, рейки, колеса, маховики, шпильки, храповики, плунжеры, шпиндели, фрикционные диски, оси, муфты, прокатные валики

Марка стали	Относительное удлинение (δ, %)	Твердость HB	Пластичность и ковкость	Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Работа на трение	Области применения
50	14	207	У	У	У	У	Зубчатые колеса, прокатные валики, штоки, бандажи, валы, эксцентрики, малонагруженные пружины и рессоры
Низколегированные стали							
09Г2	21		У	ВВ	У	В	Для деталей сварных конструкций, изготовляемых из листов
09ГС	21		У	В	У	—	Для паровых котлов, аппаратов и емкостей, работающих под давлением при температурах —70 ... +450 °С, для ответственных сварных конструкций в химическом и нефтяном машиностроении
10Г2С1			У	В	У	—	
Хромистые стали							
15Х	12	250	Н	—	В	В	Для цементируемых деталей, работающих в условиях повышенного трения и требующих большой твердости сердцевины по сравнению с углеродистой сталью — поршневые пальцы и кольца, распределительные и червячные валы, толкатели клапанов, копиры, ролики толкателей автотракторных двигателей
15ХН	12	—	Н	—	В	В	
20Х	11	250	Н	—	В	В	
30Х	12	187	Н	—	В	—	Оси, валики, рычаги, болты, гайки и другие некрупные детали, а также зубчатые колеса, валы и ответственные нагруженные шпильки
35Х	11	197	Н	—	В	—	
30ХРА	9	241	Н	—	В	—	

Марка стали	Относительное удлинение (δ, %)	Твердость НВ	Пластичность и ковкость	Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Работа на трение	Области применения
45Х	13	302	Н	—	В	В	Валы, оси, крупные зубчатые колеса, пальцы и другие детали с трущимися поверхностями, подвергающиеся истиранию без значительных ударных нагрузок
50Х	14	—	Н	—	В	В	
Марганцовистые стали							
15Г	26	163	В	В	В	В	Без термической обработки — сварные подмоторные рамы, башмаки, косынки, штуцера, втулки, шайбы После улучшения — заклепки ответственного назначения После цементации или цианирования — поршневые пальцы, фрикционные диски, пальцы рессор, кулачковые валики, болты, гайки, винты, ключи, шестерни, червяки и другие детали с твердой и износостойкой поверхностью
20Г	24	179	В	В	В	В	
25Г	22	197	В	В	—	В	
10Г2	22	197	В	В	В	—	Патрубки, трубные пучки и решетки, штуцера, змеевики, фланцы, сварные подмоторные рамы, косынки и другие детали
30Г	15 ... 20	—	У	У	В	—	Валики блоков переключения передач, шпильки, венцы и ободы маховиков, пальцы траков, болты, гайки и др.
35Г	23 ... 27	—	В	В	В	—	

Марка стали	Относительное удлинение (δ, %)	Твердость НВ	Пластичность и вязкость	Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Работа на трение	Области применения
30Г2	15	207	Н	Н	В	—	Коленчатые валы, полуоси, цапфы, рычаги сцепления, распределительные валы, карданные валы, полуоси, шестерни
35Г2	13	207	Н	Н	В	—	
40Г2	12	217	Н	Н	В	В	Карданные валы, полуоси, червяки, шатуны трамвайные, вагонные и паровозные оси, шестеренчатые валы, коленчатые валы, поршневые штоки, рычаги сцепления, распределительные валы, зубчатые колеса, плоские спиральные пружины, диски трения и другие детали, работающие под действием повышенных нагрузок
45Г2	11	229	Н	Н	В	В	
50Г2	11	229	Н	Н	В	В	
Хромомарганцевые стали							
18ХГ	10	187	Н	Н	—	—	Для цементируемых деталей небольших сечений — поршневых пальцев, шлицевых валов, зубчатых колес и др.
35ХГ2	12	229	Н	Н	—	—	
Хромокремнистые стали							
33ХС	13	241	Н	Н	—	В	Валы муфт сцепления, рычаги переключения, балансиры, выпуклые клапаны тракторных двигателей
38ХС	12	255	Н	Н	—	В	
40ХС	12	255	Н	Н	—	В	

Марка стали	Относительное удлинение (δ, %)	Твердость HB	Пластичность и ковкость	Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Работа на трение	Области применения
			Рессорно-пружинные стали				
65 70 75 85	10 9 9 8	269 269 269 269	Н Н Н Н	Н Н Н Н	— У У —	— У — —	Для пружин различных механизмов и машин: пружины клапанов двигателя; плоских пружин прямоугольного сечения толщиной 3 ... 12 мм; пружин из проволоки диаметром до 8 мм с холодной навивкой; пружин различных размеров с последующим отпуском при 300 °С. Для рессор, пружин и бандажей локомотивов
60Г 65Г 70Г	8 8 7	269 269 269	Н Н 	Н Н Н	— У —	В В В	Для плоских и круглых пружин, рессор, пружинных колец и шайб и других деталей пружинного типа
У7 ... У13 У7А ... У13А	15 10	— —	— —	— —	— —	— —	Для пружин, навиваемых в холодном состоянии (диаметром 8 ... 14 мм) и неподвергаемых закалке, плоских пружин из ленты толщиной 0,08 ... 3 мм
55С2 55С2А	6 6	241 241	Н Н	— —	Н Н	У У	Для пружин и рессор, применяемых в автомобилях, тракторах, локомотивах и вагонах, рессоры из полосы толщиной 3 ... 18 мм

Продолжение табл. 2.3

Марка стали	Относительное удлинение (δ, %)	Твердость НВ	Пластичность и ковкость	Свариваемость	Обрабатываемость резанием	Работа на трение	Области применения
60С2 60С2А	6 6	269 269	Н Н	Н Н	Н Н	У У	Для пружин из стали диаметром 3 ... 12 мм, для рессор из полосы толщиной 3 ... 18 мм и ленты толщиной 1,09 ... 3 мм
70С3А	6	269	Н	Н	Н	У	Для тяжелонагруженных пружин
60С2ХФА 65С2ВА 65С2Н2А	5 5 6	285 285 269	Н Н Н	Н Н Н	Н Н Н	В В В	Для весьма ответственных и тяжелонагруженных пружин и рессор

Примечания:!. Обозначения: ВВ — весьма высокая, В — высокая, У — удовлетворительная, Н — низкая.
2. Временное сопротивление **Од,** МПа, для сталей: Ст 0,8 ... 50 —330 ... 640; 09Г2 ... 10ГС2С1 — 450 ... 500 М; **15Х...** 50Х — 700 ... 1000; 15Г ... 50Г2 - 420 ... 750; 18ХГ ... 40ХС — 850 ... 1250; 65 ... 85 — ЮОО ... 1050; 60Г . „ 70Г — 1000 ... 1050; У7 ... У13А — 650 ... 900; 60С2ХФА ... 65С2Н2А — 1750 ... 1900.

только изменяющиеся механические свойства в области применения сталей. Достаточно стабильные свойства углеродистых сталей обыкновенного качества следующие:
пластичность (относительное удлинение 20 ... 35%) при холодной обработке свариваемость и обрабатываемость резанием — хорошие.

2.3. Цветные металлы и сплавы

В практике ремонтных работ иногда приходится ковать цветные металлы и их сплавы, а также выполнять паяльные работы.

Медь (ГОСТ 859—78) обладает высокой пластичностью, вязкостью, теплопроводностью, электропроводностью, хорошо куется как в горячем, так и в холодном состоянии. Температура плавления 1083 °С, температурный интервал ковки 900 ... 650 °С, плотность 8950 кг/м^3. Основные марки меди МОк, М1б, М1р, что означает:

М —медь, цифра — содержание серебра или других примесей, к — катодная, б — безкислородная, р — раскис-ленная.

Алюминий (ГОСТ 11069—74) — легкий пластичный металл, хорошо куется при температурах 500 ... ...320°С. Температура плавления 658 °С. Плотность 2690 кг/м^3. Маркируется следующим образом А999, А95, что означает: А — алюминий, цифры — доли процента алюминия. А97 — означает содержание алюминия 99,97%.

Дюралюминий — сплав алюминия с медью и другими металлами. Дюралюминий марки Д1 содержит 3,8—4,8 меди, по 0,4 ... 0,8% магния, марганца и кремния, остальное алюминий. Куется при температурах 470...360°С. Температура плавления D1 при 513 ... 641 °С.

Латунь (ГОСТ 1020—77) — сплав меди с цинком или другими металлами. Основные марки латуней (двойные) содержат по два компонента, например, Д70 (69 ... 70% меди, остальное цинк) или Л62 (60,5 ... 63,5% меди, остальное цинк). Они, соответственно, хорошо куются при температурах 840 ... 700 и 800...650°С и имеют температуру плавления 940 и 905 °С. Сведения о многокомпонентных латунях см. в ГОСТ 15527—70.

Бронза (ГОСТ 493—79)—сплав меди с оловом, алюминием, кремнием, железом и другими металлами. Алюминиево-железистая бронза имеет температуру плавления 1045 °С, куется при температурах 800 ... 700 °С. Маркируется БрА10Ж4Н, что означает: Бр — бренза, А — алюминий, 10 — процент алюминия, Ж — Железо, 4 — процент железа, Н — никель.

2.4. Сортамент

Сортаментом называется все многообразие профилей и их размеров металлопроката.

Номинальные размеры сечений заготовок (диаметр, сторона квадрата, диаметр круга, вписанного в шестиугольник) следующие.

Сталь горячекатаная круглая: 5; 5,5;' 6; 6,3; 6,5; 7; далее через 1 мм; 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 62, 63, 65, 67, 68, 70, 72, 75, 78, 80, 82, 85, далее до 135 через 5 мм, от 160 до 250 через 10 мм.

Сталь горячекатаная квадратная: от 5 до 48 через 1 мм, 50, 52, 55, 58, 60, 63, 65, 70, 75, **80.**

85, 90, 93, 95, 100, 105, 110, 115, далее до 150 через 5 мм, от 160 до 200 через 10 мм.

Сталь горячекатаная шестигран-н а я: от 8 до 22 через 1 мм, 24, 25, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 45. 48, 50, 52, 55, 60, 63, 65, далее до 100 через
5 мм.

Стальные горячекатаные полосы изготовляют шириной 12'.-.200 мм и толщиной 4 ...
60 мм.

Угловую равнополочную сталь изготовляют длиной 4 ... 13 м с полками шириной 20 ... 250 мм и толщиной 3 ... 30 мм.

Угловую нера внопо л о чную сталь изготовляют длиной 4 ... 13 м с шириной малых полок 16 ... 160 **мм,** шириной больших полок 25 ... 250 мм и толщиной полок 3 ... 16 мм.

Швеллеры изготовляют длиной 4 ... 13 м, высотой 50 ... 400 мм, с шириной полок 32... 115 мм и толщиной стенок 4,4 ... 8 мм.

Двутавровые балки изготовляют длиной 4 ... 13 **м,** высотой 100 ... 600 мм с шириной полок 55 ... 190 мм и толщиной профиля 4,5 ... 12 мм.

Листовую горячекатаную сталь изготовляют толщиной 0,5 ... 160, шириной 600 ... 3800 и длиной 1200 ... 12 000 мм.

Трубы горячедеформированные изготовляют с наружным диаметром из ряда: 25, 28, 32, 38,42, 89, 95, 102, 108, 114, 121, 140, 146, 152, 168, 194, 299, 325, 351, 377, 402, 426, 480, 500, 530 мм и толщиной стенки 2,5 ... 28 мм.

Трубы холоднодеформированные изготовляют с наружным диаметром из ря"а: от 7 до 19 через 1 мм, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 30, 32, 34, 35, 36, 38, 40, 50, 51, 53, 54, 56, 60, 65, 68, 70, 73, 76, 80, 83, 85, 89, 90, 95, 100. 102, 108, 110, 120, 130, 209, 210, 220 мм и толщиной стенки 0,3 ... 24 мм.

Цветные металлы и сплавы так же, как черные металлы, изготовляют с сечением профилей в виде круга, квадрата, прямоугольника, шестигранника, угольника и т. п., кроме того, литые в виде чушек. При необходимости это можно найти в соответствующих стандартах.

Более подробные сведения о металлах имеются в литературе [1, 5, 8, 14] и соответствующих стандартах.

ГЛАВА 3

Кузнечный инструмент и приспособления

3.1. Классификация кузнечного инструмента

По назначению кузнечный технологический инстру-! мент для ручной ковки разделяется на основной, вспомогательный и измерительный. '

Основным инструментом называется такой, с помощью і которого заготовке придают форму и размеры, соответствующие чертежу на поковку. Различают опорный, • ударный, накладной, подкладной, пробивной и парный | инструменты.

Опорным инструментом являются наковальни, шпераки и нижние бойки молотов.

Ударным инструментом являются ку-1 валды, молотки-ручники и верхние бойки молотов.

Накладной инструмент накладывают или устанавливают на заготовке и кувалдой или верхним бой-1 ком молота ударяют по нему. С помощью этого инструмента разрубают заготовку, получают поковку требуемой формы и приглаживают поверхности поковок. К нему относятся: зубила, набойки и гладилки, кузнечные топоры, обсечки, пережимки, обжимки и раскатки.

Подкладной инструмент устанавливают на наковальню (или подкладывают под заготовку), на, него накладывают заготовку и разрубают, куют или изгибают. В результате получается поковка требуемой формы. Он как бы изменяет профиль наличника наковальни. К нему относятся: подсечки, нижники, специальные приспособления, гвоздильни и формы при ручной ковке, клиновые подкладки и подкладные штампы при ковке на молотах.

Парный инструмент состоит из следующих пар инструментов: подбоек-верхннков и подбоек-нижни-ков, обжимок-верхников и обжимок-нижников.

Пробивной инструмент— пробойники (бородки) и прошивки. При пробивке отверстий на молотах с этим инструментом применяют подставки, надставки
и оправки.

Вспомогательный инструмент и приспособления применяют для захвата, транспортирования, поворота и поддержания заготовок во время ковки и при выполнении других операций, а также для облегчения труда кузнецов К нему относятся различные виды клещей, приспо^-собления и средства малой механизации при ручной
ковке и ковке на молотах.

Измерительный инструмент предназначается для разметки и измерения размеров заготовок. Им измеряют и контролируют размеры поковок в процессе ковки и готовых горячих или холодных поковок. К нему относятся **линейки** стальные, складные метры, рулетки, штангенциркули и др. Этот инструмент применяется как при ручной, так и при ковке на молотах.

Кроме этого, кузнечный инструмент и приспособления разделяются **на** универсальные и специальные.

Универсальный инструмент и приспособления используются для различных по форме и размерам поковок.

Специальный инструмент и приспособления применяют только при изготовлении больших партий поковок одного типор'азмера.

3.2. Основной инструмент для ручной ковки

Наковальня (рис. 3.1) представляет собой массивную металлическую опору, на которой куют заготовки.

По конструкции различают безрогие, однорогие и двурогие наковальни. Размеры и масса наковален регламентируются стандартами: безрогих по ГОСТ 11396—75, однорогих по ГОСТ 11397—75, двурогих по ГОСТ 11398—75 и сд-юрогих консольных по ГОСТ 11399—75. Все наковальни рекомендуется изготовлять из стали 45Л с последующей обработкой наличников и рогов до твердости НВ 340 ... 477. Масса наковален: безрогих 96 ... 200 кг, однорогих 70 ... 210 кг, двурогих 100 ... 270 кг, однорогой консольной 95 кг.

Наиболее распространена и удобна для ручной ковки однорогая наковальня (рис. 3.1, а). Рог / предназначен Для гибки заготовок под различными углами и ковки поковок в виде колец. Наличник *2* является основной рабо-

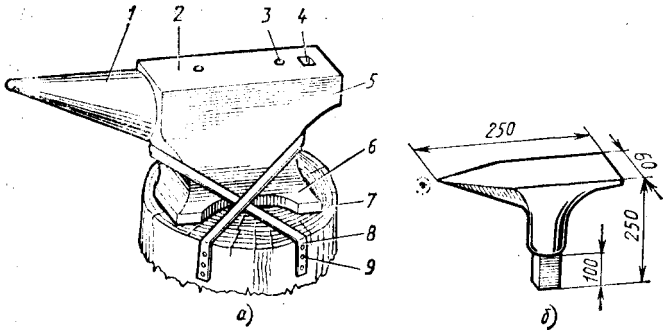


Рис. 3.1. Опорный инструмент

чей или опорной поверхностью наковальни. На опорной поверхности расположены три сквозных отверстия. Два круглых отверстия *3* диаметром 15 мм предназначены для пробивки отверстий в поковках и квадратное *4* размером 35 х35 мм — для установки в него подкладного инструмента и приспособлений. Хвост *5* в виде выступа с прямыми углами предназначается для гибки заготовок под углом 90°. Лапы *6* используют для крепления наковальни.

Наковальня устанавливается на массивную чугунную или деревянную опору 7 диаметром не менее 60 мм и высотой 900 ... 1000 мм и закрепляется на этой опоре хомутами *8* и костылями *9.* Нижнюю часть деревянной опоры закапывают в землю на расстоянии 1,0 ... 1,5 м от горна. Рог наковальни должен находиться слева от кузнеца, стоящего спиной к горну. Расстояние от пола до наличника определяется ростом кузнеца и обычно равно 700 ... 800 мм. Правильной считается такая установка наковальни, когда стоящий кузнец будет касаться наличника кончиками слегка согнутых пальцев при опущенной руке.

Ш п е р а к (ГОСТ 11400—75) представляет собой маленькую наковальню, выполненную из стали марки 45 с твердостью рабочей части HRC 41,5 ... 46,5. Масса шперака обычно бывает не более 4 кг. Основные размеры шперака показаны на рис. 3.1, б. Шперак устанавливают в квадратное отверстие *4* наковальни (см. рис. 3.1, *а)* и на нем куют мелкие поковки или детали.

Кувалда (двуручный боевой молот) предназначена для нанесения сильных ударов по заготовке, уложен-

^

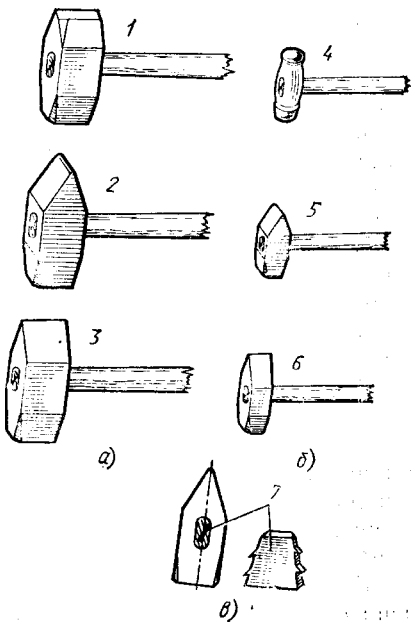
ной на наличнике наковальни, с целью получения поковки требуемой формы (рис. 3.2).

Различают тупоносные кувалды / с размерами по ГОСТ 11401—75, остроносные поперечные *2* и остроносные продольные кувалды *3* о размерами по ГОСТ 11402—75 (рис. 3.2, а). Изготовляют кувалды ковкой из сталей 40, 45, 50 и У7. Рабочие поверхности кувалд механически обрабатывают и закаливают на глубину 30 мм до твердости не менее HRC 32,5. Масса тупоносных кувалд 2 ... 16 кг, остроносых — 3 ... 8 кг. Наиболее распространены кувалды массой 2 ... 10 кг.

Молотки-ручники (рис. 3.2, б) различают в зависимости от формы задка: с шарообразным задком *4, в* поперечным клинообразным задком 5 и продольным клинообразным задком 6. Их изготовляют из стали У7 массой 0,5 ... 1,5 кг. Ручки для них делают длиной 350... 600 **мм** с утолщением к свободному концу из вязких пород дерева и расклинивают как для кувалд.

Ручки для кувалд длиной 750 ... 900 мм делают из дерева с незначительным утолщением к свободному концу. Для ручек следует использовать дерево вязких пород — граба, клена, рябины, ясеня или комлевой березы, которые не раскалываются. Нельзя делать ручки из сосны и ели. Крепление ручек должно быть максимально надежным. Для этого отверстие (всад) в головке кувалды для ручек выполняют с уклонами 3 ... 5° от середины к боковым граням. Это облегчает установку ручек и обеспечивает надежное крепление их после забивки клина. Установлено, что самым надежным креплением ручки яв-

Рис. 3.2. Ударный инструмент



ляется крепление с помощью «завершенного» клина 7 (рис. 3.2, в) из мягкой стали. Такие клинья забивают наклонно на глубину, равную */з ширины головки кувалды.

Обычно ручником работает кузнец, а кувалдой молотобоец. Ручником кузнец кует небольшие детали. Кузнецов, работающих без молотобойцев, называли «однорукими», а ковку—«в одну руку». Про кузнеца, работающего с одним или двумя молотобойцами, говорят «двурукий» или «трехрукий». Работа с молотобойцами в три руки выполняется при ковке крупных и сложных изделий.

При работе с молотобойцами кузнец в основном руководит ковкой, т. е. ударами ручника подает сигналы молотобойцам о начале ковки (постукивание по наковальне), конце ковки (кузнец кладет ручник на наковальню боковой стороной), о месте удара (показывает ручником место удара по заготовке) и темпе удара (постукиванием по наковальне).

Удары по заготовке кувалдой наносят молотобойцы в местах, указанных кузнецом. Удары могут быть различными по направлению и силе. Самые легкие небольшие по силе удары (локтевые), которые наносятся движением рук с кувалдой в локтевых суставах (как шарнир), средние по силе удары (плечевые) наносятся движением рук с кувалдой в плечевых суставах (как шарнир), и максимальные по силе удары (навесные) наносятся движением рук с кувалдой по замкнутому кругу.

Кроме этого, молотобойцы могут наносить удары по заготовке справа или слева. Для нанесения удара справа молотобоец берется за ручку правой рукой ближе к кувалде, а левой рукой за конец ручки. Для нанесения удара слева молотобоец берется левой рукой за среднюю часть ручки, правой за ее конец. Нанесение ударов по заготовке справа или слева делают, -например, при высадке конца у длинной заготовки (см. рис. 7.6, *г).*

Кузнечные зубила предназначены для разрубки заготовок (рис. 3.3). По конструкции различают простые / и фасонные *2* зубила (рис. 3.3, а) с размерами соответственно по ГОСТ 11418 —75 и ГОСТ 11419—75. Изготовляют зубила из стали 6ХС. Рабочую часть зубила закаливают до твердости HRC 55 ... 59 на длине 30 **мм, с** конца головки до HRC 51,5 ... 56 на длине 20 мм. Масса простых зубил 0,9 ... 3,6 кг, а фасонных 0,6 ... 2,2 кг. Простые зубила выполняются для холодной и горячей

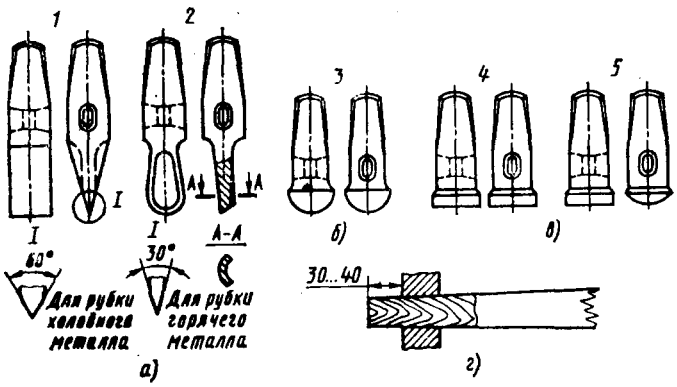


Рис. 3.3. Накладной инструмент

рубки металла. Они отличаются углом заточки и имеют более-тонкое лезвие (пунктир на рис. 3.3, *а)*. Разновидностью простых зубил является одностороннее зубило, у которого лезвие заточено с одной стороны по сравнению с зубилом /, показанным на рис. 3.3, *а.*

Фасонные зубила *2* (рис. 3.3, *а)* имеют скругленную форму лезвия и применяются для отрубки плоских круглых заготовок.

Ручки для зубил делают такими же, как для кувалд и молотков-ручников. Они не расклиниваются, чтобы не было отдачи в руку от ударов и вибрации от неточности установки инструмента на заготовку. Аналогично ручки вставляют в подбойники-верхники, набойки, обжимки-верхники, гладилки, пробойники и в другой прикладной инструмент.

Набойки *3* (рис. 3.3, б) предназначены для ускорения операции протяжки. Они имеют полукруглую рабочую часть, изготовляются в соответствии с ГОСТ 11410—75 из стали 45, рабочую часть закаливают до твердости HRC 39,5 на длине 30 мм, с конца головки до HRC 32 ... 41,5 на длине 20 мм. Масса набоек 1 ... 2 кг.

Гладилки предназначены для выглаживания поверхностей поковок после ковки. Различают гладилки с плоскими *4* (ГОСТ 11412—75) и полукруглыми *6* (ГОСТ 11413—75) рабочими поверхностями (рис. 3.3, *в).* Изготовляют гладилки из стали 45. Рабочие поверхности закаливают до твердости HRC 39,5 на длине 30 мм и

шлифуют. С конца головки закаливают до HRC 32 ... 41,5 на длине 20 мм. Масса гладилок 0,95 ... 4,73 кг.

Например, кузнец Н. Э. Штейнфельд «всад» для ручек у накладного, верхнего парного и пробивного инструмента (см. ниже) делает без уклонов (рис. 3.3, *г),* что не совпадает с рекомендациями стандартов по выполнению «всада» для всех инструментов с уклонами, как для кувалды и молотка. «Всад» в указанном инструменте без уклонов рекомендует и автор работы [12]. Обычно кузнецы устанавливают ручки в накладной, верхний парный и пробивной инструмент так, чтобы конец ручки, прошедший «всад», выступал за пределы инструмента не менее чем на 30 мм (рис. 3.3, *s)* для того, чтобы инструмент не мог мгновенно соскочить с ручки, а кузнец успел бы заметить передвижку его на конец ручки.

Подкладной инструмент — нижники или принадлежности наковальни (рис. 3.4) имеет хвостовик с квадратным сечением, который опускается в квадратное отверстие *4* наковальни, а рабочая часть инструмента опирается на наличник *2* наковальни (см. рис. 3.1, а).

Подсечки предназначены для разделения (пережима) заготовок. Прямая подсечка /, выполняемая по ГОСТ 11420—75, показана на рис. 3.4, *а.* Изготовляют подсечки из стали 50. Рабочую часть закаливают до твердости HRC 39,5 на длине 30 мм. Масса подсечек 0,88 ... 1,47 кг.

На рис. 3.4, *а* также показаны: подсечка *2 с* полукруглой режущей кромкой, подсечка *3* с упором, предохраняющим заготовку от скатывания (соскальзывания) во время разрубки заготовки.

Нижники (рис. 3.4, б) предназначаются для гибки заготовки с целью получения требуемого профиля поковки. По форме рабочей поверхности различают угловые *4* (ГОСТ 11405—75) и - цилиндрические 5 (ГОСТ 11411—75) нижники. Изготовляют нижники из стали 45. Рабочую часть закаливали до твердости HRC 39,5 на длине 30 мм. Масса нижников 0,9 ... 8,8 кг.

Кроме этого, могут применяться следующие специальные нижники и приспособления наковальни (рис. 3.4, б).

Приспособление *6* служит Для рубки материала круглого сечения. Вилку 7 применяют при гибке пруткового и полосового материала, а нижник *8* — для ковки Т-об-разпых деталей из прутка. Скобу 9 используют пр'и 1совке деталей типа вилок. Крюк *10* нужен при кузнечной сварке

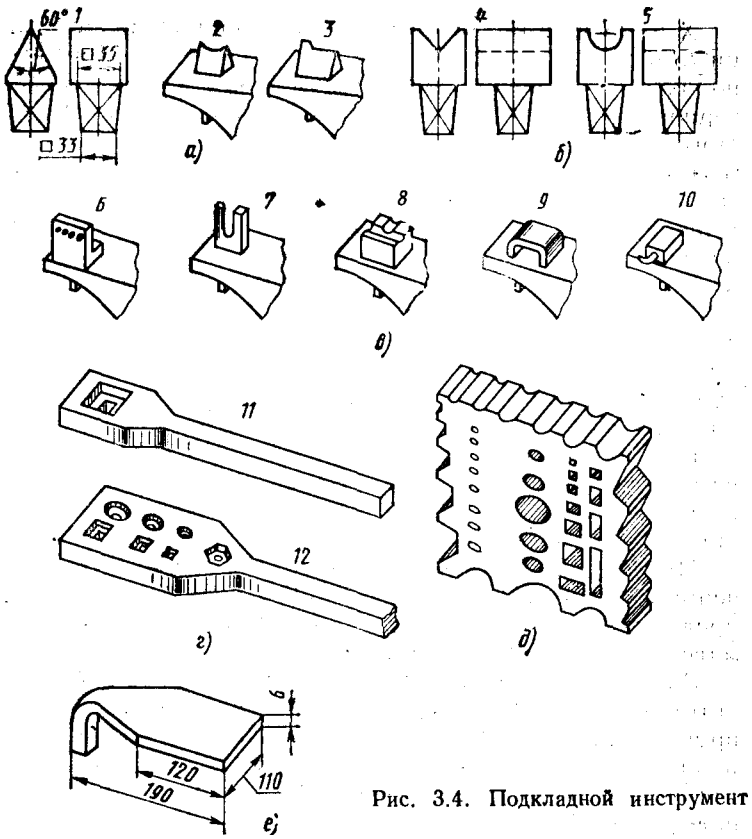
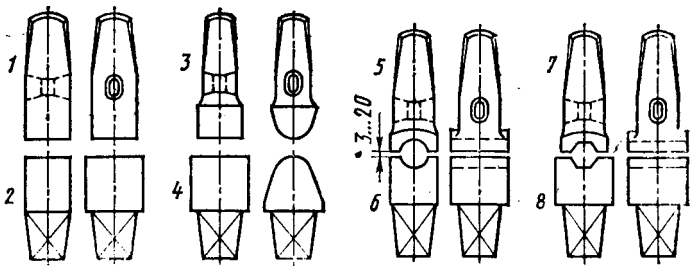


Рис. 3.4. Подкладной инструмент

звеньев цепи. При необходимости кузнец может отковать любое требующееся ему приспособление, способствующее ускорению процесса ковки и получению поковки требуемой формы.

Гвоздильни (рис. 3.4, *г)* предназначены для получения головок у гвоздей, болтов, заклепок и т. д. Гвозднльни могут быть одноместными // и многоместными *!2,* а гнезда в них цилиндрическими, прямоугольными, шестигранными или любой другой формы. Стенки гнезд и отверстий выполняются с уклоном 3 ... 5°, т.е. с расширением в сторону, с которой вставляется заготовка, что облегчает удаление поковок после оформления головок. Гвоздильни изготовляют из стали 45 или У7, У7А и закаливают до твердости HRC 44 ... 50.



а) *б)* Рис. 3.5. Парный инструмент

Форма (рис. 3.4, *д)* предназначена для пробивки и прошивки отверстий в поковках, гибки, протяжки и отделки поковок с простыми поперечными сечениями. Форма представляет собой толстую квадратную плиту с отверстиями, различными по форме и размерам сечений. На боковых гранях она имеет различные по форме и размерам ручьи. Изготовляется форма из сталей 35Л, 40Л литьем с последующей обработкой для получения гладких поверхностей внутри отверстий и ручьев. Масса формы около 120 кг.

Подкладка из мягкой стали или меди применяется для предохранения наличника наковальни от повреждения при рубке металла, а зубила от затупления. Конструкция подкладки кузнеца Н. Э. Штейнфельда показана на рис. 3.4, *е.*

Парный инструмент (рис. 3.5) применяется тогда, когда накладной и подкладной инструменты одновременно действуют на заготовку и позволяют увеличивать производительность труда и улучшать форму поковок.

Подбойки-верхники и нижники применяются в паре и предназначены для ускорения операции протяжки или разгонки металла.

Подбойки-верхники (рис. 3.5, *а)* бывают с плоской квадратной 7 (ГОСТ 11406—75) и с полукруглой 3 (ГОСТ 11408 —75) рабочими поверхностями. Их изготовляют из стали 45. Рабочую часть закаливают до твердости HRC 39,5 на длине 30 мм, головку — HRC 30 ... 40 на длине 20 мм. Масса подбоек-вер хн и ков 0,72 ... 2,62 кг.

Подбойки-нижники (рис. 3.5, а) бывают с плоской прямоугольной *2* (ГОСТ 11407—75) и с полукруглой *4* (ГОСТ 11403—75) рабочими поверхностями.

Их изготовляют из стали 45. Рабочую часть закаливают до твердости HRC 39,5 на длине 45 мм. Масса подбоек-нижников 0,92 ... 2,5 кг.

Обжимки-верхники и нижники предназначены для придания предварительно откованной за-ютовке правильной круглой, шестигранной и другой формы, более точных *у* гладких поверхностей у деталей
I, виде стержней.

Обжимки-верхники (рис. 3.5, б) бывают с полукруглой 5 (ГОСТ 11403—75), с шестигранной 7)! другими формами [12] рабочих поверхностей. Их изго-•шпляют из стали 50. Рабочую часть закаливают до твер-лости HRC 39,5 на длине 30 мм, головку — HRC 32 ... 41,5 на длине 20 мм. Масса обжимок-верхникив 1,6...
4,8 кг.

Обжимки-нижники бис? (рис. 3.5, *б}* имеют такие же рабочие поверхности, как у обжимок-верхников. При этом обжимки с полукруглой рабочей поверхностью выполняют по ГОСТ 11404 —75. Их изготовляют из стали 50. Рабочую часть закаливают до твердости HRC 39,5 на длине 30 мм. Масса обжимок-нижников 0,94 ... 2,38 кг.

Пробивной инструмент (рис. 3.6) предназначен для пробивания и расширения отверстий в поковках, а также для выправления и выглаживания стенок этих отверстий.

Пробойники (бородки) имеют такие же конструктивные элементы, как у накладного инструмента. Ими пробивают сквозные отверстия в заготовках небольшой толщины. Различают пробойники (рис. 3.6, а) с круглым сечением / рабочей части (ГОСТ 11414—75), овальным *2* (ГОСТ 11415—75), квадратным 3 (ГОСТ 11416—75) и прямоугольным *4* (ГОСТ 11417—53). Размеры этих сече-т;й следующие, мм: круглые 6 ... 25; овальные 25х16;
30х18; 36х22; квадратные
6 ... 25; прямоугольные 10 Х
ХЗО; 16х30; 20Х36.

Изготовляют пробойники ковкой или штамповкой из стали 6ХС. Рабочую часть закаливают до твердости HRC 46,5 ...51,5 на длине 30 мм, головку до HRC 32 ...

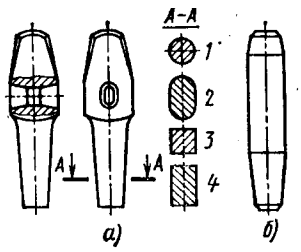


Рис. 3.6. Пробивной инструмент

41,5 на длине 20 мм. Масса пробойников 0,36 ... 1,88 кг.

Прошивни имеют то же назначение, что и пробойники, и предназначены для расширения и выглаживания отверстия. Они проще (рис. 3.6, б) пробойников, и их можно быстро изготовить из имеющейся подходящей по твердости стали. Кроме того, если нет пробойника требующегося размера (или профиля), то прошивень можно, пр;и-менять вместо пробойника, удерживая его клещами при ударах. Прошивнем пробивают отверстия навылет, т. е. он может вылетать из металла с другой стороны. Прошивнем можно получать отверстия без уклонов.

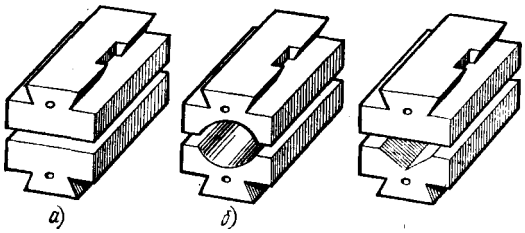
3.3. Кузнечный инструмент для ковки на молотах

Опорный и ударный инструмент (рис. 3.7) для ковки металла на молотах практически неразделим, так как им являются верхние и нижние бойки, которые всегда используются в паре.

Бойки являются основным опорным и ударным инструментом, с помощью которого выполняются все кузнечные операции на молотах, при этом нижние бойки выполняют роль опорного инструмента, а верхние бойки— ударного инструмента. Наибольшее распространение получили плоские, вырезные и комбинированные бойки.

Плоскими бойками '(рис. 3.7, *а)* получают поковки прямоугольного и квадратного сечения, а также используют при выполнении операций гибки, осадки, прошивки (пробивки) отверстий и других операций.

Вырезные бойки (рис. 3.7, *б)* предназначены для получения цилиндрических или шестигранных по профилю сечения поковок.



а) s) б) Рис, 3,7, Бойки кузнечных молотов

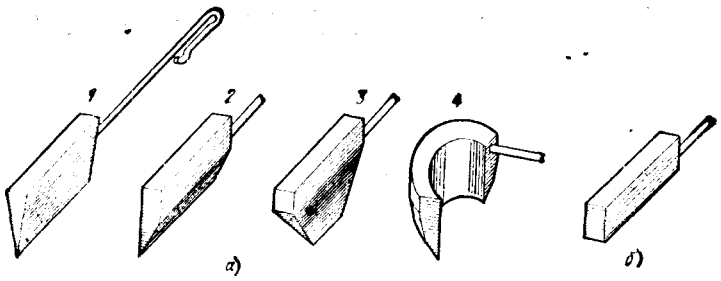


Рис. 3.8. Инструмент для отрубки металла

Комбинированные бойки (рис. 3.7, е) состоят из плоского верхнего и нижнего с прямоугольным вырезом. С помощью этих бойков можно получать поковки с цилиндрическим сечением с большой разницей по диаметру.

Изготовляют бойки из сталей 50, 50Г, 40ХН, 50ХНВ, 5ХГМ. **Их** закаливают до твердости HRC 40 ... 50. Верхние *v* нижние бойки имеют одинаковую ширину, а длина нижних бойков немного больше, чем верхних.

Накладной инструмент для ковки металла на молотах имеет головку (затылок), по которой наносятся удары верхним бойком, и нижнюю рабочую часть в виде лезвия или поверхности требуемой формы (рис. 3.8). Ручки для этого инструмента отковывают из низкоуглеродистой стали (до 0,25% углерода) в виде прутков и заковывают их в тело инструмента, а иногда отковывают из целого куска металла вместе с инструментом.

Кузнечные топоры (ГОСТ 11429—75 ... ГОСТ 11432—75) предназначены для выполнения операции рубки горячего металла на молотах. По форме топоры (рис. 3.8, *а)* могут быть двусторонние /, имеющие в разрезе лезвия вид равнобедренной трапеции, односторонние *2 с* видом прямоугольной трапеции в разрезе лезвия, трапециевидные *3,* имеющие вид сбоку и в сечении лезвия в форме равнобедренной трапеции, полукруглые *4* (фасонные) топоры, имеющие изогнутое лезвие по кругу с видом прямоугольной трапеции в разрезе лезвия. Изготовляют топоры по ГОСТ 11429—75... ГОСТ 11432—75 из стали 35ХМ с закалкой до твердости HRC 43,5 ... 47,5. Масса топоров с ручками 6,55 ... 27,02 кг.

О б с е ч к и (рис. 3.8, б) предназначены для наращивания топоров по высоте при рубке заготовок, имеющих

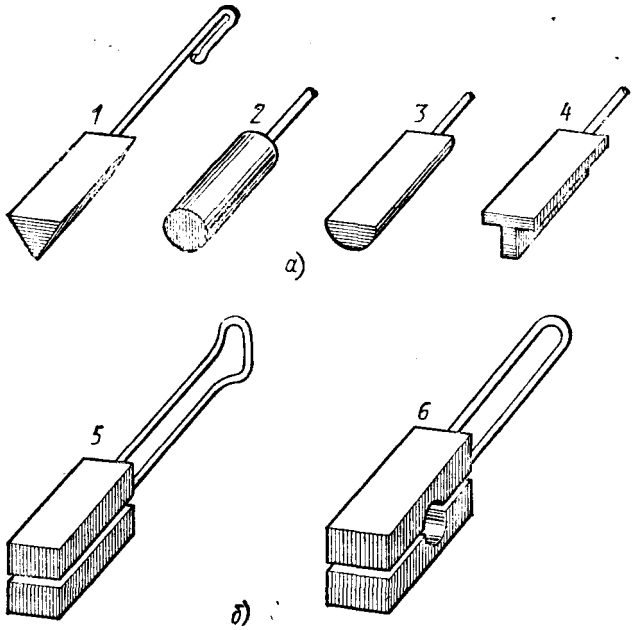


Рис. 3.9. Пережнмки

размеры больше высоты топора, для прорубки перемычек и удаления заусенцев после рубки. Изготовляют обсечки в соответствии с ГОСТ 11433—75 из стали 35ХМ с закалкой до твердости HRC 43,5 ... 47,5. Масса обсечек 0,6 ... 53,4 кг.

Пережимки (рис. 3.9) предназначены для получения односторонних или двусторонних местных углублений (пережимов) в заготовке с целью последующего образования уступов, выступов, выемок и облегчения протяжки и разгонки заготовки.

В соответствии с ГОСТ 11425—75 изготовляют треугольные равносторонние пережимки / из стали 45 и закаливают до твердости HRC 36,5 ... 41,5. Масса 0,38 ... 20 кг. Кроме того, применяют односторонние пережимки (рис. 3.9, *а) с* круглым 2, полукруглым *3,* Т-образным *4* и другими сечениями, двусторонние (рис. 3.9, б): пере-жимка 5—для получения прямоугольного пережима, пережимка *6* — для круглого пережима и другие.

Обжимки (рис. 3.10) так же, как при ручной ковке, предназначены для получения цилиндрических, шестигранных, квадратных и других форм сечений поковок с достаточно точными размерами. Обжимки можно использовать для ковки и отделки поковок круглого, шестигранного, квадратного и других сечений. По конструкции ручек они разделяются на пружинные / и разъемные *2.* Круглые обжимки с пружинными и разъемными ручками изготовляют в соответствии с ГОСТ 11426—75 и ГОСТ 11427—75 из стали с закалкой до твердости не менее HRC 39,5. Пружинные ручки из стали 30. Масса пружинных обжимок 2,38 ... 29,4 кг, разъемных — 30,75 ... 208,88 кг. Ручки отковывают из прутков и заковывают в тело обжимок.

В обжимках с пружинными ручками обжимают по-**ковки с диаметром** до 70 мм, с разъемными — до 200 мм. **Раскатки** (рис. 3.11) предназначены для получения уступов и выемок, для образования наклонных Поверхностей, интенсивной вытяжки и разгонки металла и отделки поверхностей поковок. По форме рабочей поверхности раскатки могут быть полукруглые /, клиновые *2* и клиновые полукруглые *3.* Изготовляют раскатки из стали 45 по ГОСТ *1*1421— 75 и ГОСТ 11422—75 с закалкой до твердости HRC 36,5 ... 41,5. Масса раскаток 0,65 ... 109,8 кг. Часто также применяют раскатки с другими фор-маки рабочей поверхности.

Подкладной инструмент (рис. 3.12) выполняется с такими же ручками, как накладной инструмент.

Клиновые подкладки / (рис. 3.12, *а)* предназначены для получения у поковок граней с требуемым уклоном. Изготовляют подкладки из стали 45 по ГОСТ 11428—75 с закалкой до твердости HRC 36,5 ... 41,5. Масса подкладок 1,6 ... 45,2 кг. С целью устранения воз можного перемещения подкладки по рабочей поверх

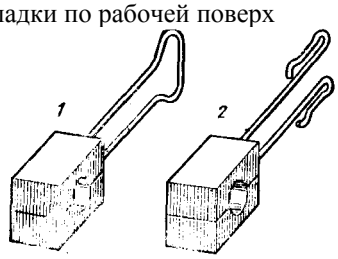


Рис. 3.10. Обжимки

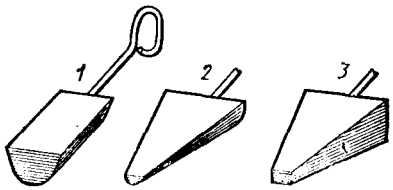


Рис. 3.11. Раскатки

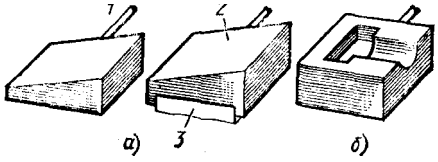


Рис. 3.12. Подкладной инструмент для кузнечных молотов

яости нижнего бойка *3* применяют подкладки *2 с* высту-. пами, которые фиксируют ее положение на бойке (рис. 3.12, а). Кузнецам рекомендуется иметь комплект подкладок с разными углами наклона.

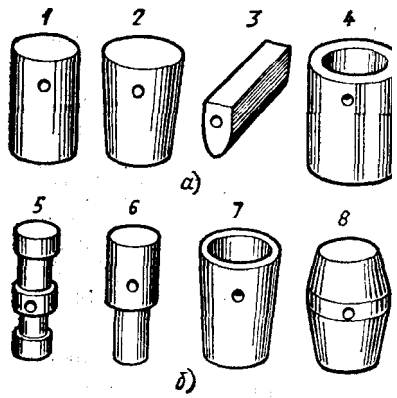
Подкладной штамп (рис. 3.12, *б)* применяется в случае изготовления поковок небольшими партиями. Такой штамп состоит только из одной нижней половинки. Он недорогой при изготовлении, а применение его позволяет значительно уменьшить припуски на механическую обработку и увеличить производительность труда.

Пробивной инструмент (рис. 3.13) для получения отверстий в металле при ковке на молотах отличается от пробивного инструмента для ручной ковки отсутствием ручек. Но так как он является достаточно тяжелым, то для" транспортирования и установки его в нем делают сквозные отверстия. В эти отверстия вставляют прутки или проволоку и перемещают вручную или прицепляют к транспортным средствам.

Прошивни (рис. 3.13, а) предназначены для полученияСквозных или больших глухих отверстий. Прошивни могут быть сплошными в виде цилиндра /, усеченного конуса *2,* клина *3,* а также пустотелыми в виде полого цилиндра *4* и другой формы. Изготовляют прошивни из сталей 40, 50 и закаливают до твердости HRC 41. Сплошными прошивнями пробивают (прошивают) отверстия до 400 мм, полыми — более 400 мм.

Подставки (подкладные кольца) с круглы-

Рис. 3.13. Пробивной инструмент для кузнечных молотов 40 •'••



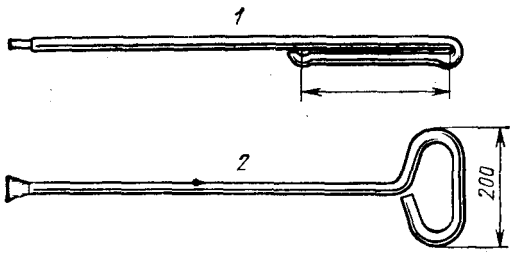


Рис. 3.14. Ручки кузнечного инструмента для ковки металла на молотах

ми или другими формами отверстий, соответствующим и формам прошивней, выполняют в качестве опор для поковок, в которых пробивают отверстия. Отверстия в подставках должны быть больше прошивней на 0,1 высоты пробиваемой поковки. Подставки изготовляют из сталей 35, 50, 5Х.ГМ.

Надставки предназначены для наращивания прошивней по высоте при пробивке отверстий в поковках, имеющих высоту больше высоты прошивня. Поперечное сечение надставок по форме соответствует прошивням, а по размерам наружные диаметры у них меньше на 3 ... 5 Мм, внутренние же (для пустотелых прошивней) — на З... 5 мм больше. Изготовляют надставки из сталей 40,'в0[1]'с последующей закалкой.

•- •••*Q* правки (рис. 3.13, б) предназначены для раз-гоякй (увеличения) диаметров круглых отверстий, раскатки пустотелых поковок и калибровки отверстий. Раз-гоночные оправки (дорны) выполняются в виде цилиндров 5 и *6,* имеющих один или два уступа. Раскаточные и калибровочные оправки делают в виде сплошных или пустотелых конусов 7 и бочкообразными *8.* Изготовляют оправки из сталей 40Х. 55Х с последующей закалкой;

Ручки накладного и подкладного инструмента для ковки на молотах выковывают из прутковой стали диаметром 6 ... 25 **мм.** По форме ручки могут быть с петлей / и с кольцом *2* (рис. 3.14) с размерами по ГОСТ 11434—75. Длина ручек с петлей 800 ... 1120 мм, с кольцом 900 ... 1500 **мм.** Масса ручек 0,2 ... 5,74 кг.

Пружинные ручки делаются в основном для пережимок (см., рис. 3.9, б) и для обжимок (см. рис-. 3.10).

3.4. Вспомогательный инструмент и приспособления

Клещи {рис. 3.15) подразделяются на основные **и'** вспомогательные. Основные клещи применяют для удержания заготовки во время ковки, поворота и кантования ее на наковальне при ковке на молотах. Вспомогательные клещи применяют для переноса заготовок в кузнице,' подачи их от горна на наковальню и обратно, а также при' выполнении других операций.

Клещи состоят из двух клещевин, соединенных заклепкой, выполняющей роль оси. Клещевины имеют конструктивные элементы: ручки и рабочие части, называемые;
губками, которыми захватывают заготовки и поковки. С целью обеспечения надежности захвата заготовки при изменении формы ее на промежуточных операциях клещи могут заменяться на другие с соответствующими формами губок.

По способу захвата заготовок и соответствующей форме губок основные клещи разделяются на продольные, поперечные и продольно-поперечные. Клещи с соответствующей формой губок рекомендуется изготовлять по ГОСТ 11.384—75 ... ГОСТ 11395—75. Клещевины изготовляют, ковкой из сталей 15, 20 и 25, заклепки (оси) из стали 15. Длина клещей 300 ... 1600 мм, масса 0,38 ... 16 кг.

Кроме стандартизованных клещей, имеющих губки простой формы, кузнецы используют специальные клещи. Такие клещи требуются при изготовлении поковок сложной формы. Если в имеющемся наборе не окажется клещей, обеспечивающих надежный захват какой-либо поковки, то кузнецы обычно подгоняют форму губок к форме этой поковки. Для подгонки губки нагревают в горне и куют на поковке, используя ее в качестве оправки. При этом губки подгоняют до плотного прилегания их по всей за-. нимаемой поверхности поковки. Иногда бывает выгоднее не клещи подгонять под поковку, а конец заготовки отковать по форме губок клещей.

На рис. 3.15, *а* показаны наиболее часто применяемые виды клещей, а на рис. 3.15, б — вспомогательные клещи / для прямоугольных заготовок, изготовляемых по ГОСТ 11394—75, и для тех же целей клещи *2,* но не стандартизованные.

При ковке мелких поковок целесообразно применять легкие клещу с пружинящими ручками. При длительной

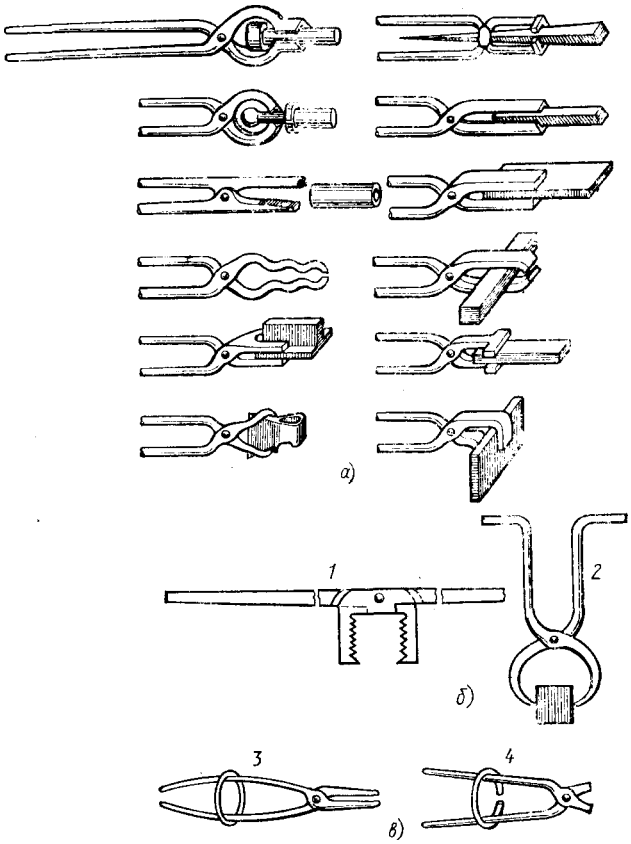


Рис. 3.15. Кузнечные клещи

ковке или при ковке крупных заготовок под молотом на рукоятки клещей надевают кольцо *3* «шпандырь» или скобу *4* (рис. 3.15, в).

Неправильно подобранные по размерам или форме клещи, с плохо подогнанными к поковке губками приводят к снижению производительности труда, усложнению работы кузнеца и могут оказаться причиной травм различного рода.

Для кантования достаточно крупных заготовок **во** время ковки и транспортирования их по кузнице применяют различные приспособления (рис. 3.16).

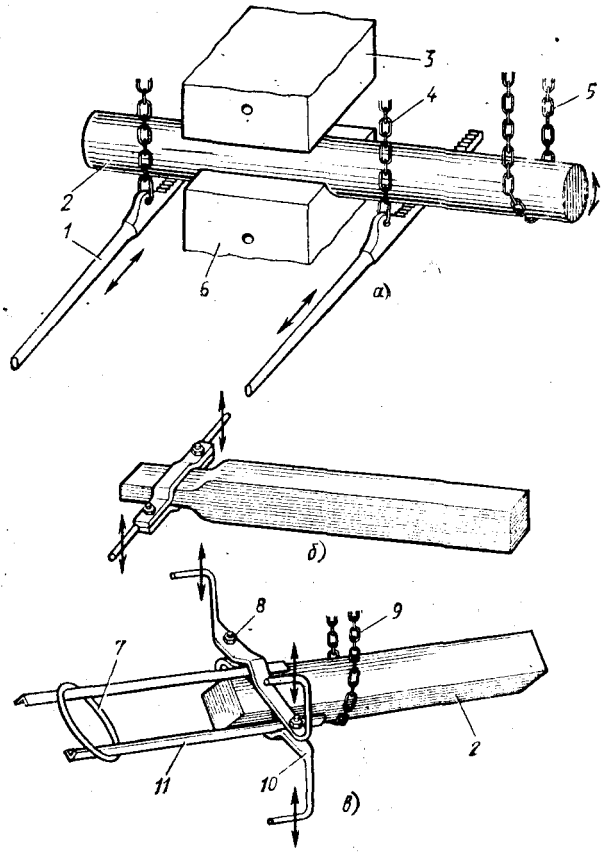


Рис. 3.16. Приспособления для поворачивания заготовок при ковке на молотах:

1 — вага; *2* — заготовка; *3* — верхний боек; *4* — цепь для подвески ваг; *5* — цепь подъемной машины; *6* — нижний боек; *7* — шпандырь; *8* — болт; *9* — цепь; *10* — хомут с ручками; *11* — уголок

Ломики используют для кантовки заготовок на нижних бойках молотов.

Вага может использоваться как ломик. Ей работать надежнее, так как она имеет зубцы, не допускающие взаимного скольжения между вагой и заготовкой. При наличии подъемно-транспортных средств и ковке длинные тяжелых заготовок две ваги подвешивают на цепях з« отверстия и ими поворачивают заготовку, как показана на рис. 3.16, а.

Ручной кантрватель (рис. 3.16, *б)* исполь-. вуется для вращения заготовок (поковок) вокруг горизонтальной оси при ковке их на молотах.

Ручной манипулятор-кантователь (воротяжка) применяется для зажима заготовок средней массы и кантовки их в процессе ковки (рис. 3.16, в). На заготовку накладывают*два уголка и зажимают хомутом. Подвеску заготовки можно осуществлять на цепь подъемного средства или на цепь с регулируемой длиной, стационарно подвешенную вблизи молота.

Подачу относительно небольших заготовок от печи к молоту можно осуществлять по наклонным металлическим лоткам.

Лопата-штырь (рис. 3.17, а) применяется для загрузки заготовок с отверстиями в печь и выгрузки их из печи.

Посадочные клещи (рис. 3.17, б) предназначены для загрузки в печь и выгрузки из печи заготовок цилиндрической формы.

Монорельс с вилкой (рис. 3.17, *в)* имеет наклон рельса от печи к молоту. Он предназначен для транспортирования нагретых заготовок.

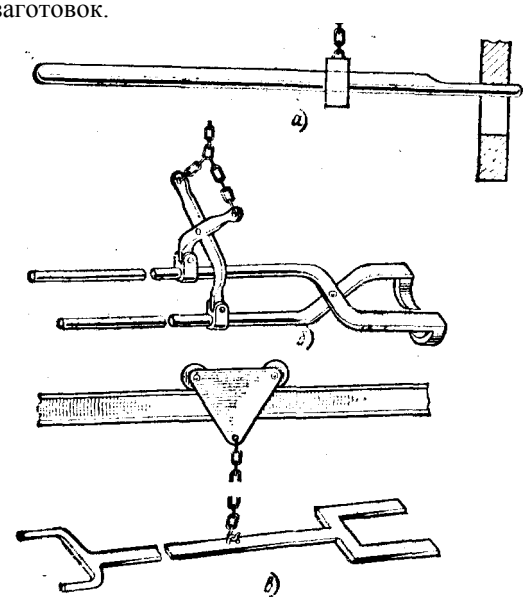


Рис. 3.17. Приспособления для транспортирования заготовок

3.5. Измерительный инструмент

Измерительный инструмент может быть универсальным и специальным.

Универсальный инструмент, наиболее часто применяемый в кузницах, следующий (рис. 3.18).

Стальная линейка предназначена для измерения линейных размеров. В зависимости от размеров поковок используют линейки длиной 250, 300, 500, 750 и 1000мм.

Металлический складной метр имеет то же назначение, что и стальная линейка. Он состоит из звеньев по 100 мм, соединенных между собой шарнирно, что позволяет складывать его и раскладывать до требуемой длины в пределах 1 м.

Рулетка представляет собой металлическую гибкую ленту с нанесенными рисками. Благодаря гибкости ленты рулеткой можно измерять кроме линейных размеров длины дуг, окружностей и других кривых линий. Лента может быть длиной 1 ... 50 м.

Штангенциркуль предназначен для измерения наружных и внутренних размеров деталей, в том числе диаметров окружностей. Штангенциркулями можно измерять детали с размерами 200 ... 2000 мм.

Штангенглубиномер предназначен для измерения глубины глухих отверстий и впадин или высот у выступов. Пределы измерений 100 ... 500 мм.

Разметочный циркуль (рис. 3.18, *а)* применяется для получения контрольных точек (углублений) на заготовках и поковках, используемых при ковке (например, помечают центры пробиваемых отверстий) и при последующей механической обработке поковок. Он состоит из двух шарнирно соединенных стержней с планкой, имеющей прорезь по дуге окружности, и винтом для фиксирования требуемого размера между рабочими концами рычагов. Углубления по разметке выполняют *кернами,* которые изготовляют по ГОСТ 7213—72.

Кронциркуль (рис. 3.18, *б)* предназначен для измерения наружных линейных и диаметральных размеров холодных и горячих заготовок и поковок. Он состоит из двух шарнирно соединенных рычагов с загнутыми внутрь рабочими концами. Для измерения концы сдвигают (раздвигают) до соприкосновения с измеряемым размером заготовки (поксвки), а затем концы накладывают на линейку и узнают измеряемый размер.

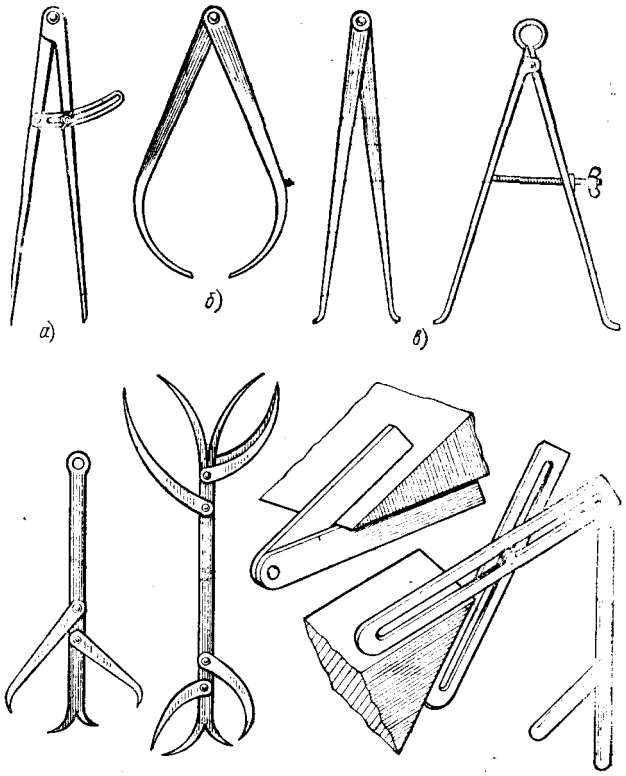


Рис. 3.18. Универсальный измерительный иютруменг

Нутрометр (рис. 3.18, в) предназначен для измерения внутренних линейных размеров и диаметров заготовок и поковок. По конструкции он аналогичен кронциркулю, только рабочие концы рычагов отогнуты на-Ружу. Для точных и частых измерений применяют нутро-мето с регулировочным винтом (рис. 3.18, *в).*

Кузнечные кронциркули (рис. 3.18, *г)* могут быть одинарными, двойными и тройными. Кузнец устанавливает одну пару ножек по заданному меньшему размеру (для наружных измерений непроходной размер), а другую — по заданному большому размеру (для наружных измерений проходной размер), т. е. в пределах измерений. Для гнутреиних измерений, наоборот, меньший размер проходной, больший — не проходной. Так он мо-

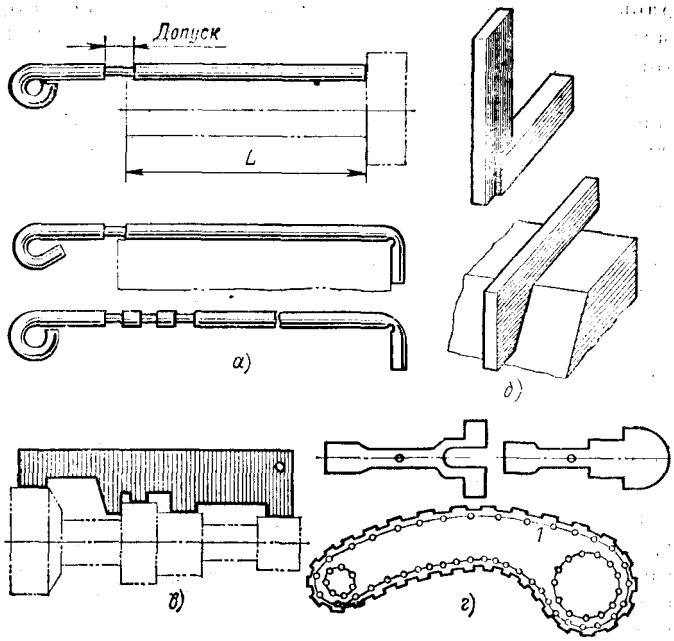


Рис. 3.19. Шаблоны

жет в процессе ковки измерять размеры поковок в пределах допусков, без каких-либо перенастроек инструмента. Кузнечными кронциркулями также можно измерять несколько контролируемых размеров поковки в процессе ее ковки.

•

Рычаги кронциркулей и нутромеров можно изготовлять из сталей 35 и 45 с последующей закалкой, а заклепки-шарниры из стали 15.

Угломер у ни в е"р сальный предназначен для измерения любых углов готовых поковок и перенесения размеров углов с одной поковки на другую. Он состоит из двух рычагов, соединенных шарнирно винтом, который одновременно используется в качестве фиксатора угла, установленного между рычагами. Конструкции угломеров и способы измерения ими углов показаны на рис. 3.18, *д*.

Специальный инструмент предназначен для измерения нескольких одноименных (линейных, угловых димеров) размеров прерывисто через определенный интервал ил|

только одного размера. В кузницах наиболее часто применяется следующий специальный инструмент в виде шаблонов и калибров (рис. 3.19).

Прутковые шаблоны (рис. 3.19, *а)* предназначены для измерения линейных размеров по длине или ширине поковок.

Угловые шаблоны (рис. 3.19, б) предназначены для контроля' углов у поковок. Их изготовляют с постоянными наиболее часто встречающимися углами (30, 45, 90°) и используют для соответствующих поковок или выполняют с одним любым углом только для одной поковки.

Профильные шаблоны предназначены для контроля размеров выступов и впадин, а также расстояний между ними у поковок с изменяющимися размерами в разных сечениях. Пример профильного шаблона показан па рис. 3.19, в.

Контурные шаблоны (рис. 3.19, *г)* предназначены для контроля форм и размеров сложных поковок, путем наложения этих шаблонов на поковку. У контрольного шаблона / контрольные зарубки определяют предельные припуски на обработку резанием. Иногда они имеют отверстия для разметки поковок кернами к последующей механической обработке.

Калибры используются для контроля толщин поковок в процессе ковки (рис. 3.20). , .

Предельная скоба (рис. 3.20, а) с выточкой, определяющей допуск на размер, т. е. *Пр* — размер поковки должен проходить, ЯБ— ;
размер поковки не должен проходить. т

Регулируемая ско-^ б а (рис. 3.20, б) имеет, как и продольная скоба, допуск на размер, обозначенный на рисунке *Пр* и *НЕ.*

Калибр-гребенка (рис. 3.19,в) применяется при изготовлении поковок с большим количеством ковочных перехо-

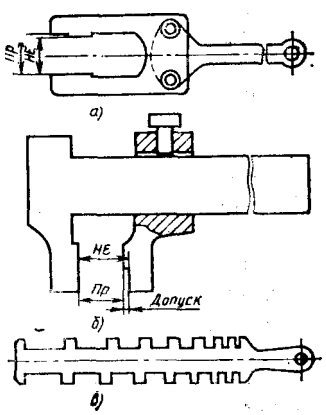


Рис. 3.20. Калибры

дов. Им измеряют размеры толщин и высот нагретых поковок. Этот калибр имеет выоезы для размеров 3 ... 35 мм.

3.6. Уход за инструментом

Для поддержания инструмента в рабочем состоянии необходимо выполнять следующие правила.

Перед началом работы надо проверить наковальню и очистить рабочие части ее от окалины, масла и воды. Очистить наковальню металлической щеткой или скребком. Руками, даже в рукавпцах, очищать наковальню нельзя.

Проверить наковальню на отсутствие трещин. Проверку осуществляют легкими ударами молотка по наличнику. При этом молоток должен отскакивать, а наковальня издавать чистый звонкий недребезжащий звук высокого тона. Наковальня, имеющая трещины, издает глухой дребезжащий звук,

Подобрать требующийся рабочий и измерительный инструмент и проверить его. При этом кувалды и молотки-ручники должны быть прочно насажены на .деревянные ручки, а накладной инструмент может иметь некоторую подвижность на ручках, но не спадать с них. Измерительный инструмент должен быть исправным и чистым.

Если инструмент мокрый и замасленный, то его следует протереть сухой ветошью и проверить, не имеет ли он трещин, вмятин, зарубов, заворотов по краям рабочей части, которые могут выкрошиться во время работы и травмировать кузнеца или другого человека, находящегося в кузнице. Рабочие и ударные части у инструмента должны быть выпуклыми, без заворотов по краям. Пользоваться инструментом с дефектами запрещается. Его немедленно нужно ремонтировать или заменить.

Перед работой необходимо кузнечный и измерительный инструмент разложить на столе справа от кузнеца в порядке, удобном для работы. Инструмент на столе раскладывают в строго определенном порядке. На верхнюю полку кладут молоток-ручник, зубило, клещи, измерительный и другой инструмент. Чтобы его удобно было брать, ручки должны выступать за край стола. Наготове следует держать только нужный для данной работы инструмент. В удсбном месте для кузнеца (например, сзади, со стороны горна) ставят этажерку с набором разного

дополнительного инструмента, который может понадобиться при работе.

Перед началом ковки рекомендуется подогревать рабочий инструмент до температуры'150 ... 250 °С, чтобы уменьшить термические напряжения, возникающие в инструменте при соприкосновении его с горячим металлом.

Во время работы нужяо пользоваться инструментом только по его прямому назначению. Нельзя ковать холодный металл, так как острый инструмент затупится, а у неострого образуются преждевременные завороты и трещины. После каждого пользования класть инструмент на отведенное для него место.

Необходимо предохранять инструмент от повреждений. Не бросать, а класть его даже на предметы более мягкие, чем сам инструмент.

Периодически очищать наковальню от окалины.

По окончании работы нужно проверить исправность инструмента, и если он исправен и чист, то положить его на место хранения.

Постоянно необходимо следить за тем, чтобы острый инструмент был правильно заточен. Своевременно заменять деревянные ручки. Измерительный инструмент периодически надо проверять на точность измерений. Инструмент следует хранить в отведенных для него мостах.

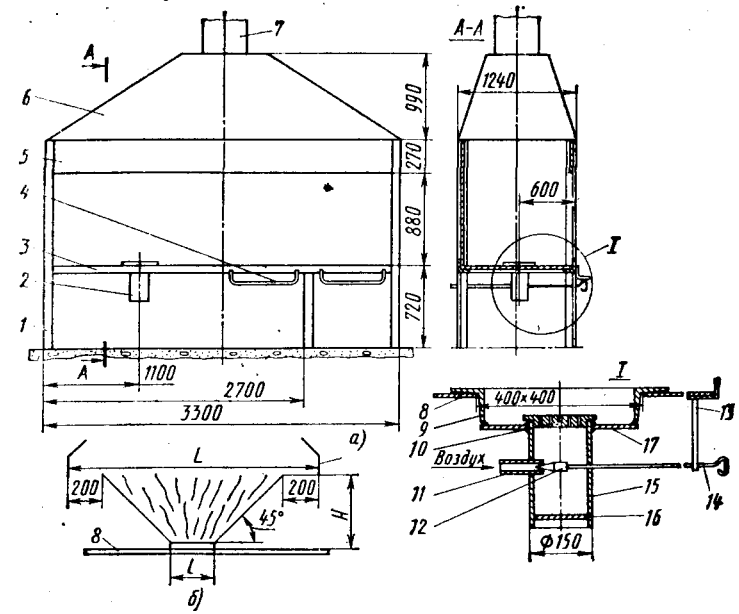
ГЛАВА 4

Кузнечное оборудование для ручной и машинной ковки

4.1. Кузнечные горны

Кузнечные горны являются простейшим оборудованием для нагревания металла. Они применяются во всех кузницах на машиностроительных предприятиях. В зависимости от назначения, конструктивных особенностей и вида топлива горны разделяются на стационарные и переносные, открытые и закрытые, одноогневые и многоогневые, для работы на твердом, жидком и газообразном топливе. В кузницах наиболее часто применяют стационарные горны открытого типа, изготовленные самими кузнецами или рабочими ремонтных мастерских из металла, а иногда из кирпича. Чаще горны делают одно-огневыми, а двухогневые и многоогневые используют, когда в одной кузнице работают несколько кузнецов. Практически сколько кузниц, столько и горнов со своими конструктивными особенностями. Это зависит от имеющегося в наличии металла, из которых делают горн, места для установки и других факторов. Однако, в принципе, все горны имеют одни и те же элементы, определяемые их назначением.

Воздух, требующийся для горения топлива, практически



всегда подается к очагам горения топлива осевыми или центробежными серийными вентиляторами, установленными с наружной стороны стены на улице. К очагам горения топлива воздух поступает по металлическим трубам. Сведения о подаче воздуха к очагам горения топлива мехами имеются в работе (121.

Стационарный одноогневой металлический горн открытого типа (рис. 4.1, *а)* состоит из рамы, сваренной из уголков *1* и *3 с* размерами в сечении 60х60 мм. Лист *8* толщиной 6 мм уложен в раму и выполняет функцию стола. В этом листе имеется отверстие 400х400 мм, в которое

Рис. 4.1. Стационарный металлический кузнечный горн

устанавливается фурма *2 с* горновым гнездом, состоящая из уголков *9* сечением 40х40 мм, трубы *15* диаметром 150 и длиной 250 мм, предназначенной для приема воздуха и сбора золы, листа *17,* соединяющего уголки с трубой *15,* и заглушки *16,* которая выполнена из алюминиевого листа и удерживается в трубе *15* за счет трения и предназначена для сбора золы и герметизации воздушной струи. Колосник *10* сделан из листовой стали толщиной 20 мм. В нем просверлено 13 отверстий диамег ром 8мм. К раме приварены вешалки *4* для клещей.. Зонт *6* имеет козырек 5 и вытяжную трубу 7, которые выполнены из листовой стали толщиной 2 мм. Воздух от вентилятора поступает в фурму по трубе //. Подача воздуха регулируется конусом *12* через ручку *14,* конец которой поддерживается скобой *13.* В горновое гнездо засыпается и поджигается уголь, образуется очаг горения топлива. При этом зола просыпается через отверстие в колоснике и задерживается на заглушке. При заполнении трубы колрсник снимают, заглушку выбивают сверху и удаляют *W,*

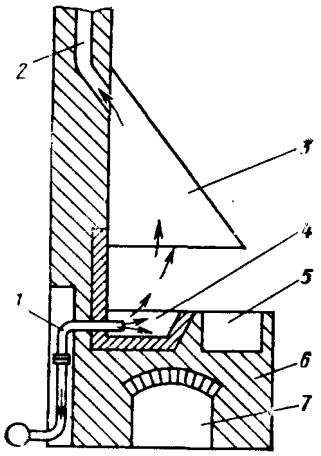


Рис. 4.2. Стационарный кирпичный кузнечный горн

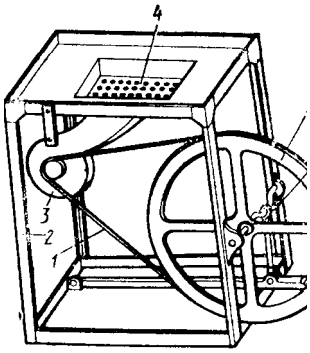


Рис. 4.3. Перекосной кузнечный юрн

Размеры горна, показанные на рис. 4.1, *а,* можно изменить при изготовлении в зависимости от площади, отведенной для него, и габаритов нагреваемых заготовок, например, при нагреве шины для колеса конной телеги. Размер *Н* (рис. 4.1, б) должен быть больше диаметра шины. По размерам, показанным на рис. 4.1, б, можно определить минимальную длину (ширину) зонта *L* =-- / + 2 (200 + Я).

Стационарный одксогневой горн открытого типа из кирпича (рис. 4.2) состоит из кирпичной кладки *6,* выполненной в виде стола с горновым гнездом *4* для разведения огня. Воздух к горновому гнезду подается от вентилятора через сопло /. Над очагом горна установлен зонт *3,* соединенный с дымоходом *2.* В столе горна имеется углубление *5* для установки бака с водой, в котором охлаждают инструмент и используют для закалки мелких поковок. В арке 7 горна можно хранить не находящийся в постоянном пользовании различный инструмент.

Наиболее полные сведения о стационарных горнах имеются в работе [121.

Переносной горн открытого типа (рис. 4.3) работает на твердом топливе и применяется для изготовления небольших поковок (деталей) при выполнении ремонтных работ вдали от производственных зданий, на полях, строительных площадках и др. Он состоит из металлического столика *2,* на котором закреплен вентилятор *3,*

приводимый в движение педчлью 7 через кривошипно-щатунный механизм *6,* шкив 5 и ремень /. Вентилятором воздух подается в горновое гнездо *4,* которое имеет небольшие отверстия для разделения воздушного потока на струи. Вращение вентиляторной крыльчатки можно также осуществлять рукояткой (вместо педали) или небольшим электродвигателем. Сведения о других типах пере-iio-'"i!)iх горнов имеются в работе 1121.

Горнам открытого типа, работающим на твердом топ-лике, присущи следующие основные недостатки. Соприкосновение нагреваемого металла с вдуваемым в очаг горения воздухом приводит к более интенсивному процессу *угара металла* и увеличивает его до 8%. Металл может неравномерно прогреваться. Уголь не полностью сюраег, час;ь **его** выбрасывается вместе с золой. Кроме тою, мелкиь частицы уносятся из очага горения под зонт и далее в атмосферу. В атмос4;еру же рассеивается часть теплоты. Поэтому коэффициент полезного действия открытых горйов очень небольшой, а расход топлива достигает 150°о от массы нагреваемого металла.

Однако, несмотря на эти недостатки, в кузницах в подавляющем большинстве применяют открытые горны, работающие на твердом топливе (угле) благодаря следующим преимуществам. Они просты по конструкции, занимают мало места, дешевые и могут быть изготовлены самими кузнецами. Их легко ремонтировать, так как изнашиваются только детали фурмы (см. рис. 4.1, а). Они универсальны, гак как позволяют нагревать не только мелкие заготовки, но и любое место длинных заготовок с небольшими сечениями, которые не всегда можно нагреть в закрытых горнах и в печах.

Стационарные горны закрытого типа, работающие на твердом топлиье 1231, имеют достаточно высокий коэффициент полезного действия. Их применяют для нагрева мелких заготовок, концов заготовок резцов державок и других заготовок на детали массового производства. Поэтому в кузницах их практически не применяют.

Горн, работающий **на жидком топливе,** представляет собой компактное нагревательное устройство, состоящее из камеры нагрева / с крышкой *14* (рис. 4.4) и камеры сгорания *3,* называемой также топочной камерой. Обе камеры изготовляют сваркой из листовой стали и выкладывают изну1ри огнеупорным материалом //. Воздух для поддержания горения топлива подается в топочную ка-

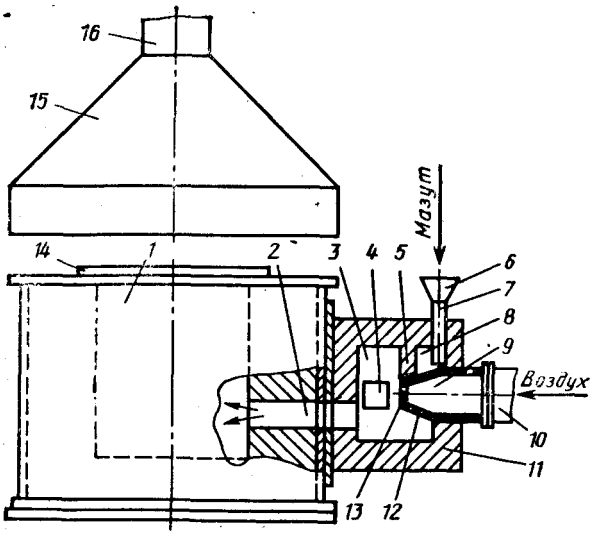


Рис. 4.4. Горн, работающий ***на*** жидком топливе

меру из воздухопровода *10* через конусный наконечник *9* с отверстиями *12* и *13* на торце и в нижней части его. Мазут или нефть через воронку *6* и трубку 7 поступает в камеру *8,* ограниченную козырьком 5, а затем стекает по наклонной поверхности наконечника -9, попадает в топочную камеру, где подхватывается струями воздуха, распыляется и сгорает. Для розжига смеси топлива с воздухом в топочной камере имеется окно *4,* плотно закрывающееся крышкой. Газообразные продукты, образовавшиеся в результате горения, имеют температуру 1350 ... 1400 °С. Они поступают в камеру нагрева через канал *2* и нагревают заготовки, уложенные в этой камере. В таком горне в качестве топлива чаще всего используется мазут, так как он дешевле нефти и не уступает ей по теплотворной способности. Продукты горения через зонт *15* и трубу *16* отводятся в атмосферу.

Горн на жидком топливе разжигают постепенно. В окно *4* вводят горящий факел и, медленно открывая заслонку на воздухопроводе, подают слабую струю воздуха, а за-, тем небольшое количество мазута. По мере разогрева топочной камеры подачу воздуха и мазута постепенно увеличивают и разогревают горн до требуемой темпера-

туры. Количество подаваемого воздуха и мазута должно быть таким, чтобы было хорошее распыление мазута и перемешивание его с воздухом.

4.2. Топливо и обслуживание горнов

Для получения нагрева металлов в горнах используют твердое, жидкое и газообразное гопливо, которое может быть естественным и искусственным.

Твердое естественное топливо —дрова, каменный уголь и торф. Ранее в кузнечном деле в основном использовали древесный уголь и дрова. В настоящее время в подавляющем большинстве случаев применяют каменный уголь. Причем наилучшим для этих целей является каменный уголь марок ОС, К и Т по ГОСТ 25543—88. К твердому искусственному топливу относится древесный уголь, кокс и пылевидное топливо. Наилучшим для кузнечных работ является древесный уголь. Однако он очень дорог и дефицитен. Пылевидное топливо получают из каменного угля и сжигают в распыленном виде.

Жидким естественным топливом является нефть, а к искусственному относятся бензин, керосин, мазут, смола и др. В кузнечном деле в подавляющем большинстве используют мазут, так как по калорийности он не уступает нефти, но значительно дешевле других видов жидкого топлива.

Газообразным естественным топливом является природный газ, а к искусственному относятся генераторный газ, -получаемый путем газификации различных видов твердого топлива, коксовальный, доменный, светильный и другие газы.

Все виды топлива характеризуются удельным количеством теплоты (теплопроводностью), которое измеряется в ккал/кг (4,1868-Ю^3 Дж/кг) или ккал/м^3 (4,1868 X X Ю^3 Дж/м^3). Различные виды топлива имеют следующие теплотворности, ккал/кг (ккал/м^3):

Древесный уголь.	8000
Каменный уголь	6000 ... 7000
Кокс	5600 ... 7000
Мазут	10000
^Природный газ	8000 ... 9000
•• 'Генераторный газ	1200 ... 1600

Обслуживание горнов состоит в следующем.

Перед началом работы надо очистить горновое гн(и убрать золу с заглушки (см. рис. 4.1, о). Проверт исправность воздуходувной системы. Продуть горновс гнездо и перекрыть доступ воздуха к нему. Растопит горн стружкой, дровами или другим способом. Поел начала горения дров в очаг постепенно надо подкладь вать уголь с крупностью в пределах 20 ... 30 мм. Дат углю разгореться и подавать воздух так, чтобы получи лось яркое слегка коптящее пламя.

Во время работы кузнец должен следить за пламене\ так как металл нагревается лучше всего при ярком слегка коптящем пламени. При таком пламени практиче ски исключается пережог металла.

Если пламя ослепительно яркое, что имеет место npi избытке воздуха, то на поверхности нагреваемой заготовк! быстро образуется слой окалины и возможен пережо] металла. Если из горна все время идет густой черный дым то металл нагревается медленно и расходуется много угля Плохо нагретую заготовку трудно ковать и в ней могуч образоваться трещины.

Кузнец должен уметь поместить заготовку в очаг< горна так, чтобы она нагревалась быстро и равномерно со всех сторон. Нагреваемая заготовка должна быть защищена от охлаждения подаваемым к очагу воздухом, Поэтому под заготовкой необходимо иметь слой угля н(менее 100 мм. Сверху заготовка также присыпается горя' щим углем. Чтобы пламя сосредоточить в требуемом месте и получить спекание верхних слоев угля (корку), уголв смачивают водой и уплотняют лопаткой, а в том месте^ где надо получить пламя, угол разрыхляют кочергой. Для поддержания равномерного пламени в течение всей смены уголь следует подбрасывать не прямо в очаг горения, а с краев подгребать его лопаткой к центру очагаг Периодически между нагревом заготовок надо прочи< щать горновое гнездо от золы и шлака при закрытом дутье.

По окончании работы необходимо отключить подачу воздуха, если работа не передается по смене, отгрести несгоревший уголь из горнового гнезда и загасить пламя. Очистить горновое гнездо от золы и шлака и навести порядок на рабочем месте. Если работа передается по смене, то надо очистить горновое гнездо, обеспечить минимальное горение очага и навести порядок на рабочем месю.

4.3. Прочее оборудование и инвентарь

Кроме горна и перечисленного в гл. 3 инструмента и приспособлений, в любой кузнице при ручной ковке или ковкг металла на молотах необходимо иметь следующее дополнительное оборудованиг и инвентарь: наждачный станох, стуловыг тиски, ручные или сгацнонарные ножницы, вспомогательный инструмент, стойки, этажерки, пллту для разметки, бачки с водой, велгиля.-ор и др.

Наждачный станок требуется для доводки некоторых деталей, полученных при ковке, заточке инструмента, притупления заусенцев, определения марки стали по искре и др.

Стуловые тиски применяют при выполнении некоторых кузнечных операций, например, при гибке и закручивании заготовок.

Ручные передвижные или стационарные ножницы для разрезки листового металла.- Керосинорезы и резаки для ручной кислородной резки применяют для разрезки профильного проката небольших сечений на заготовки 19 i. В практике нередки случаи, когда разделку профильного металла небольших размеров по сечению осуществляют электродуговой сваркой. Поэтому в кузницах для разуелки металла на заготовки могут быть успешно использованы керосинорезы, резаки и сварочные аппараты. При этом строго должны соблюдаться соответствующие правила бе-юпасности.

Вентилятор используется для проветривания помещения кузницы.

Стойки предназначены для поддерживания длинных заготовок при ковке их концов на наковальне / (рис. 4.5, а).

Этажерки или специальные стойки (рис. 4.5, б) предназначены для укладки и хранения инструмента в процессе ковки, а иногда предусматривают столики, которые размещают вблизи наковальни. Для размещения наиболее часто используемых клещей непосредственно к горновому столу приваривают скобы или крюки так, чтобы они не были против огневого гнезда (см. рис. 4.1).

Вспомогательный инструмент (рис. 4.5, б) применяют для поддержания огня в очаге горца. К такому инструменту относятся *клюшка 2* для перемешивания угля в очаге горца и удаления шлака из

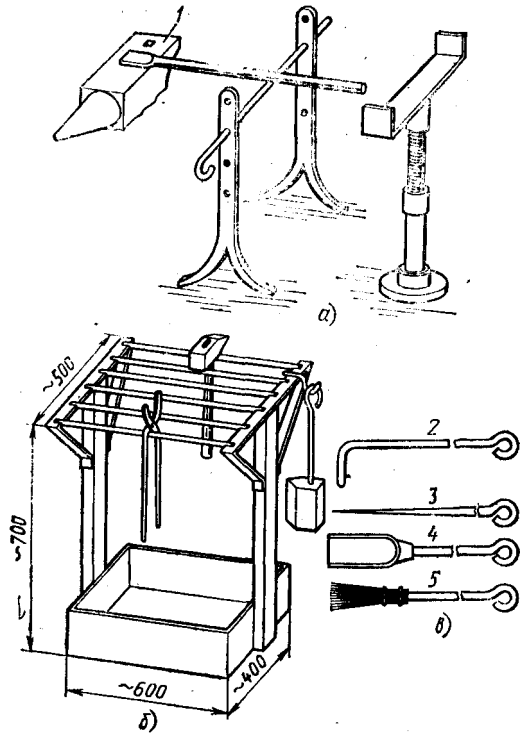


Рис. 4.5, Вспомогательное кузнечное оборудование

очага, *пика 3* для пробивания и разрыхления спекшегося' в. очаге угля, *лопатка 4* для подбрасывания угля в *очаг* горна, *мочало* .5 для смачивания угля путем разбрызги-" вания воды с него на верхний слой угля. i

Толстая чугунная плита с размерами^ 1500х1000 мм и более предназначается для правки, разметки и проверки поверхностей поковок.

Бачки с водой емкостью 30 ... 40 л используют для охлаждения кузнечного инструмента и выполнения про-;' -стых .закалочных работ. Бачки такой же или большей емкости заполняют маслом и используют при закалке пот.: ковок (деталей), для которых закалочной средой ,яв"; ляется масло.

С, т е л л а ж и используют для укладки заготовок м | готовых поковок.

Деревянные столы с тумбочками исполь-буют для хранения измерительного инструмента, чертежей и другой документации.

Для поддержания кузницы в чистоте и порядке необходимо иметь следующий инвентарь: ящики для хранения угля, шлака и золы, металлическую щетку, чистую ветошь и др. »

В кузнице должно быть отведено место для размещения средств противопожарной защиты, к которым относятся: пожарные топоры, ломы, багры, ведра, огнетушители; выкидные пожарные рукава с гайками; резиновые запасные прокладки для гаек и стволов, подводящих воду и ящик с песком.

Рекомендации по размещению перечисленного оборудования и инвентаря дать затруднительно. Однако надо всегда помнить, что все предметы, требующиеся в технологическом процессе ковки, должны размещагься рационально, в порядке использования их при работе. Кроме этого,-для оборудования, инвентаря и инструмента должны быть отведены постоянные места, так как порядок способствует улучшению организации труда и повышению производительности кузнецов.

4.4. Пневматические молоты и оборудование

Пневматические молоты имеют ряд преимуществ по сравнению с паровоздушными молотами. Они не требуют котельных и компрессорных установок, обладают большой быстроходностью, экономичностью, компактностью, не требуют больших капитальных затрат, транспортабельны в собранном виде и просты в обслуживании. Их можно устанавливать в любом месте, где есть подвод электроэнергии. Поэтому пневматическим молотам практически всегда отдается предпочтение при организации кузниц и ремонтных мастерских на не машиностроительных предприятиях и в сельском хозяйстве. Недостатками любых молотов являются малый КПД и вибрационные нагрузки, из-за которых могут разрушаться здания.

Пневматические молоты используются в кузницах, изготовляющих поковки массой более 20 кг, и при ковке металла в подкладных штампах.

На рис. 4.6 показана конструкция и схемы для пояснения принципа работы пневматического молота. Размеры, показанные на рис. 4.6, а, позволяют судить о высоте,

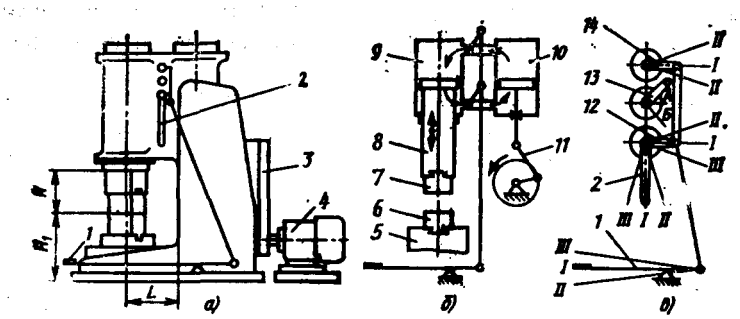


Рис. 4.6. Пневматический колот:

/ — педаль; *2* — ручка управления молотом; *3* — передаточный механизм *4* - электродвигатель; *5* — шабот; *6* — нижний боек; 7 — верхний боек *5* -• поршень-баба; *9* — рабочий цилиндр; *10* — компрессорный цилиндр // — кривошип; *12, 13 и 14* — ручки кранов воздухораспределительной устройства

на которую надо поднимать заготовку, и о размерах пс ковки, которую можно ковать на данном молоте: /у) = == 750 ... 800 мм, *Hi* — расстояние от зеркала нижнег бойка дл уровня пола.

Для работы на молоте кузнецы крепят клиньями верхний боек к поршню-бабе, а нижний боек к шаботу, а управление молотом осуществляют педалью или ручкой 2, которые соединены жестко с ручками кранов распределительного устройства *12* и *14* (рис. 4.6, е).

Работает пневматический молот (рис. 4.6) следующим образом. В исходном положении рабочий поршень занимает крайнее нижнее положение, а поршень компрессорного цилиндра — крайнее верхнее. Верхний боек лежи1 на нижнем бойке или на заготовке. При включении электродвигателя кривошип поворачивается и перемещает компрессорный поршень вниз, поршень-баба рабочего цилиндра поднимается вверх за счет разряжения воздуха в верхней полости и сжатия — в нижней, что показано стрел' ками на рис. 4.6, *б.* После достижения поршнем-бабоя верхнего положения поршень компрессорного цилиндра достигает нижнего положения и за счет движения криво" шипа, сообщаемого ему электродвигателем, меняет сво< движение на обратное, т. е. начинает двигаться вверх] В верхнюю полость рабочего цилиндра поступает сжатые воздух из компрессорного цилиндра. За счет давления воз| духа и силы тяжести (поршня-бабы с верхним бойком! подв1жнь:е (ударные) части молота с ускорением движутся

вниз и наносят удар по заготовке. Таким образом, при каждом обороте кривошипа по заготовке наносится один
удар.

Воздухораспределительное устройство имеет несколько полостей и каналов, через которые соответствующим положением ручек *12, 13, 14* кранов можно получать различные сочетания соединений полостей между собой и с атмосферой. Эти соединения подбираются так, что молотом можно действовать в следующих пяти режимах (рис. 4.6, *в).*

Удержание бойка в верхнем положении достигается установкой ручки *2* или педали в положении /, а ручки *13* в положении *Б.* При этом верхние полости обоих цилиндров соединяются с атмосферой, а нижние — Друг с другом. Сжатый воздух из нижней полости компрессорного цилиндра поступает в нижнюю полость рабочего цилиндра, что и удерживает подвижные части в верхнем положении.

Единичный удар получают установкой ручки *13* в положение *А* или *Б,* а ручку *2* из положения / быстро переводят в положение // и сразу же возвращают обратно. После удара боек поднимается вверх и остается там, пока ручка *2* будет находиться в положении /.

Прижим заготовки осуществляется установкой ручки *13* в положение Л, а ручки *2* в положение ///. В этом положении ручек верхняя полость компрессорного цилиндра и нижняя полость рабочего цилиндра соединя-нпются с атмосферой, а сжатый воздух из нижней полости компрессорного цилиндра через специальные каналы постоянно подается в верхнюю полость рабочего цилиндра, что обеспечивает прижим поковки между бойками. Избыточный сжатый воздух выбрасывается в атмосферу через предохранительный клапан, установленный в верхней полости рабочего цилиндра.

Автоматический режим получают установкой ручки *13* в положение *А* или *Б* и ручки *2* в положение //. При этом положении ручек средний кран закрывает выход воздуха в атмосферу, верхний кран соединяет верхние полости цилиндров, нижний —нижние. Электродвигатель перемещает вверх и вниз поршень компрессорного цилиндра и поршень рабочего цилиндра будет, соответственно, двигаться вниз и вверх. Силу удара при этом режиме регулируют ручкой 2 или педалью. Чем ближе ручка к положению //, тем сильнее удары.

: X' о л о *t* т о и ход происходит при установке дуч кй *13* в положение *А* и ручки *2* в положение /, При тай>| положении ручек верхняя и нижняя полости KUMTI^ сорного цилиндра соединяются с атмосферой и возду^ этого цилиндра без сопротивления постоянно выбрас вается наружу, а верхний боек под действием своей тя жести опускается вниз и лежит на нижнем бойке. Электре двигатель работает, пресс не действует. Такой режи! работы молота предохраняет компрессор от перегрева во время длительных пауз в работе.

Все детали пневматического молота крепят на лито< чугунной станине. Сам молот и электродвигатель монти руют на одном бетонном фундаменте, а шабот являете? опорой для нижнего бойка. Его устанавливают и крепяч на отдельном фундаменте, чтобы уменьшить вибрацик| на молот. Под шабот подкладывают деревянную подушка из дубовых или буковых брусьев для снижения ударные нагрузок. Верхняя часть шабота находится в проема окна станины и расклинивается деревянными клиньями,

Пневматический молот выбирают в зависимости от сечения .заготовок, из которых будут коваться нужны< предприятию поковки. Технические характеристики пневматических молотов приведены в табл. 4.1.

Заготовки и поковки при ковке на молотах имеют достаточно большие размеры и массу,, транспортировать их| вручную не всегда возможно, затруднительно .равномерно и на всю глубину прогреть их в горнах как, для 'ковкие так и для термической обработки. Поэтому в кузница^ целесообразно дополнительно применять транспортные средства, оборудованные для разделки металла на заго-| товки и нагревательные печи, которые облегчают ра-| боту по обслуживанию кузнечных молотов. ' |
Транспортные средства различных тЫ пов: поворотный кран, кран-балка» таль, тельфер и др.,

Оборудование для разделки ме-J т а л л а на заготовки может быть следующим. Наиболее распространены сортовые пресс-ножницы. Они применяв ются для отрезки заготовок из проката с круглым, квад-| ратным, прямоугольным (полосовым) и угловым сечени-1 ями. Кроме этого, для разделения металла на заготовки применяют отрезные станки с ножовочной или дисковой пилой, электромеханические пилы, хлаДноломы для ломки прутков и др. Наиболее подробное описание этого оС рудования имеется в работах 19, 231.

Таблица 4.1 Технические характеристики пневматических молотов

Параметр			Модел	ь молота		
	h» •<* S.	< 0> Сч 5 » < а	< CO g	«< ^t" 5 s	<0 CO S и	е и
Масса молота без шабота, т	2,2	3,1	5,3	7,9	13,1	37
Размеры, мм	1575X X710X X1725	1560X X830X X1900	2300X X930X X2160	2680X X1115X X2210	3020X X1310X X2690	4300X X1650X X3360
Расстояние *L* от оси бабы до ста нины (вылет), мм	280	300	340	420	530	800
Высота *H* рабочей зоны в свету, мм	220	260	360	450	530	750
Размер зеркала верхнего бойка, мм	100X56	130X63	190X 75	210X80	250X 90	360X140
Примерная произ водительность кг/ч	До 45	До 75	До 100	До 140	До 200	До 500
Максимальные по перечные размеры заготовки (диа метр, сторона ква драта и др.), мм	40	50	65	75	100	100.. 160
Пример- глад кая ких масса по- фасон- ковок, кг ных	До 8 До 1,5	8... 12 1,5...2	12... 18 2... 5	18 ...35 5...8	35 ... 60 8... 18	60... 250 18... 70

' Наг ревательные печи применяют для на-[1] грева заготовок перед ковкой и при термической обра-;
ботке. Они могут быть пламенными или электрическими. Пламенные печи работают на твердом, жидком и газообразном топливе. Наибольшее распространение получили печи на жидком топливе. Для кузниц можно рекомендовать однокамерную переносную пламенную печь, работающую на жидком или газообразном топливе [23].

4.5. Уход за пневматическим молотом и рабочим местом

Сведения по монтажу кузнечных молотов имеются в документах, поставляемых вместе с ними и в работе [10], а первостепенными и повседневными являются следующие правила по. уходу за пневматическими молотами.

Перед началом работы в первую очередь следует проверить исправность электрической части и заземления пневматического молота. Если бойки загрязнены, то надо очистить их при помощи металлической щетки или метлы, руками это делать нельзя даже в рукавицах, затем опробовать действие механизма управления и убедиться в исправности его. После этого проверить надежность крепления и параллельность плоскостей нижнего и верхнего бойков. Зазоры между соприкасающимися плоскостями бойков проверяются щупом по углам и посередине со всех четырех сторон и они должны быть не более 0,2 мм на длине 300 мм. Следует также убедиться, что контрольная риска не вышла ниже нижнего торца буксы более чем на 10 мм, так как при большем размере может произойти удар поршня о буксу. Зазоры между бабой и буксой проверяют тоже щупом в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, одна из которых проходит через направляющие планки. В каждой плоскости делают по два замера. Суммарная величина их должна быть не более 25 мм.

Проверить смазочный материал в соответствии с картой смазывания, которая должна быть хорошо изучена кузнецами. Кузнецам также следует знать, что при цикле «холостой ход» насос не подает смазочный материал в систему, поэтому нельзя допускать работу молота на холостом ходу более 5 ... 8 мин. У неработающего молота смазочный материал постепенно стекает с трущихся по-

верхностей, и если молот не работал продолжительное время, то перед пуском его необходимо открыть пробки на цилиндрах и залить по 80 ... 100 г масла в каждый цилиндр. Допускается вместо заливки масла некоторое время поработать молотом в режиме «удержание бойка в верхнем положении». Рекомендуется не допускать замены смазочного материала, предусмотренного картой смазывания.

Во время работы можно ковать только хорошо прогретый металл, соблюдая температурные интервалы ковки (см. табл. 5.1). Не следует допускать ковки почерневшего и пережженного металла, а также поковки меньшей толщиной, чем разрешается по паспорту. Необходимо следить за тем, чтобы поковка всегда была на середине нижнего бойка во избежание внецентренных ударов. Во время ковки клещи с заготовкой и ручки накладного или подкладного инструмента кузнец должен держать в горизонтальном положении сбоку, а не перед собой. Первые удары по заготовке или инструменту необходимо делать слабыми и осторожными, а инструмент (топоры, прошивни и др.) устанавливать строго вертикально. Слабыми должны быть и последние удары при разрубке горячего металла. Нельзя разрубать на молоте холодный металл или наносить холостые удары верхним бойком по нижнему бойку. Если же требуется какая-либо проверка и нет поковки, то вместо нее на нижний боек можно класть деревянную подкладку или кусок свинца.

Необходимо постоянно проверять крепление бойков и, если требуется, затягивать их клиньями, когда они холодные. Во время работы надо следить за работой механизмов молота и при появлении ненормального шума или стука молот остановить, выявить и устранить причину собственными силами или с привлечением ремонтной службы. Чистить бойки и другие части молота, выполнять какие-либо смазочные и ремонтные работы можно только при опущенной бабе и отключенном электродвигателе.

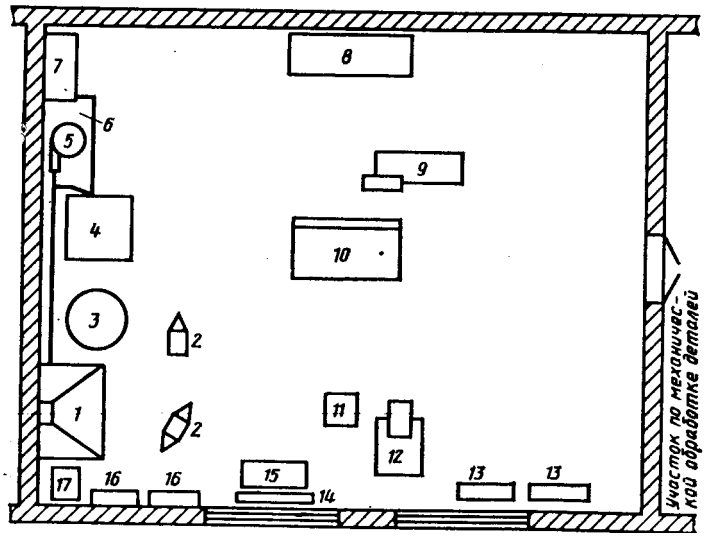
По окончании работы при верхнем положении бабы очистить нижний боек от окалины, верхний боек плавно опустить на нижний и выключить электродвигатель. Все инструменты, приспособления и поковки следует убрать на отведенные для них места, выполнить уборку на рабочем месте, убрать окалину, обрубки, мусор и др. в ящики, предназначенные для них. Если к окончанию работы были замечены какие-либо неисправности в работе

молота, то необходимо сообщить об этом сменщику или в ремонтную службу.

Кузнец также должен уметь перед началом работы обнаруживать неисправности и запускать в работу (например, разжигать печи) другое оборудование, следить за его состоянием.

4.6. Типы кузниц

В кузницах на промышленных не машиностроительных предприятиях и в сельских хозяйствах изготовляют поковки или готовые детали для ремонта машин, телег и саней, а также подковывают лошадей. В настоящее время типовых зданий для кузниц не имеется. Они обычно занимают часть какого-либо промышленного здания и не всегда имеют непосредственный выход на улицу. Расстановка оборудования всегда зависит от размеров и конфигурации площади в помещении кузницы, от типа и числа размещаемого оборудования, от людей, котооые выпол-



Рис, 4.7. Размещение оборудования в кузнице I типа:

/ — одноогневой металлический горн; *2* — наковальня; 3 — бак с водой; *4* — нагревательная печь; 5 — вентилятор; *6* — трубопровод для подачи мазута; 7 — бак с мазутом; *8* — место для заготовок; *9* — ножницы; *10* — правильная плита; // — столик для инструмента; *12* — пневматический молот; *13* — пирамида для инструмента, используемого при ковке на молотах;

***14* — скамейка; *15* — деревянный стол; *16* — шкафы для инструмента при ручной ковке; *17* «* ящик с углем**

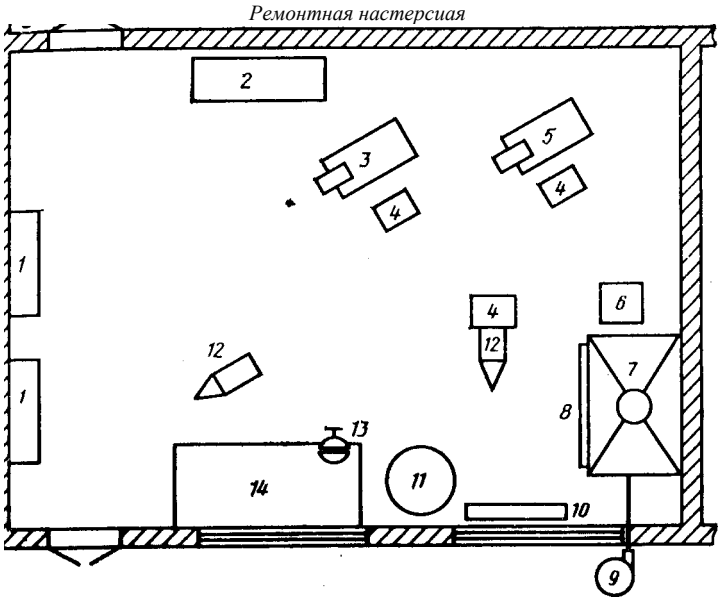


Рис. 4.8. Размещение оборудования в кузнице II типа:

; — шкафы для инструмента; *2* — место для заготопок и готовых изделий;
3 — пневматический молот; *4* — столики для инструмента; 5 — пневматический молот; *6* — ящик с углем; 7 — одноогневой металлический горн; *8* — вешалка для инструмента; 9 —вентилятор; *10* — скамейка; */*; — бачок с водой; *12* — наковальни; *13* — стуловые тиски; *14* — слесарный верстак

няют эту работу, и других факторов. Однако в любом случае надо помнить основное правило, что кузнецу и членам его бригады должно быть удобно и безопасно работать, не делая при этом лишних движений. В то же время необходимо выполнять рекомендации по соблюдению норм на расстояния между оборудованием (см. гл. 14). Следовательно, по правилам размещения оборудования в кузницах затруднительно сделать какие-то рекомендации, а по видам работ и оборудованию, необходимому для выполнения их, существующие современные кузницы условно можно разделить на следующие типы.

Кузницы 1 типа наиболее распространены и предназначены для выполнения кузнечных работ при ремонте машин на промышленных не машиностроительных предприятиях. Пример размещения оборудования в кузнице Крас-нобродского угольного карьера в Кузбассе показан на рис. 4.7. Помещение этой кузницы является частью зда-

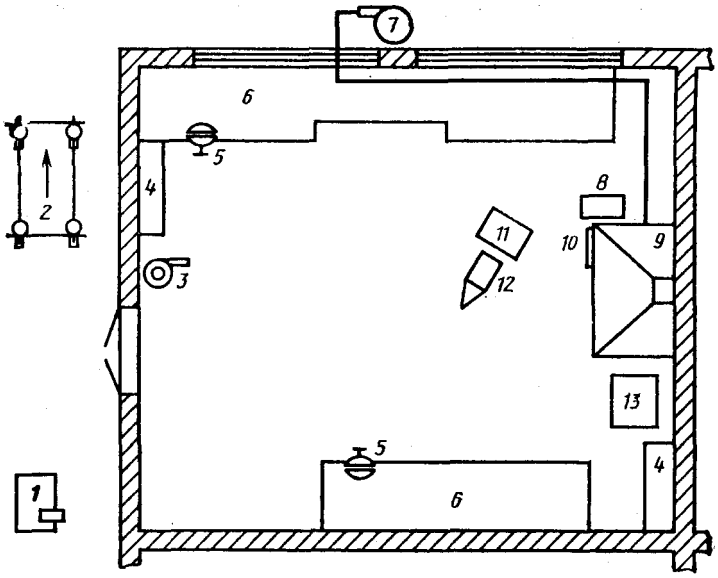


Рис. 4.9. Размещение оборудования в кузнице III типа:
1 — наждачный станок; *2* — станок для ковки лошадей; *3* •» приспособление для гибки труб; *4* — шкафы для инструмента; *6* — стуловые тиски; *6* — слесарные верстаки; *7* — вентилятор; *8* — бачок с водой; *9* — одноогневой металлический горн; *10* — вешалка для инструмента; *It* "- столик для инструмента; *12* — наковальня; *13* — ящик с углем

ния ремонтных мастерских и расположено смежно с участком по обработке деталей механическим способом. В этой кузнице куют достаточно тяжелые поковки, которые затруднительно прогреть в горне, поэтому для нагрева их применяют нагревательную печь, работающую на мазуте. Мазут из бака, закрепленного на стене, поступает в печь по трубопроводу. При входе этого трубопровода в печь к нему подводится струя воздуха от системы подачи воздуха к горновому гнезду. Мазут вместе с воздухом поступает в нагревательную камеру печи, где сгорает и нагревает размещенные там заготовки.

В кузницах на других промышленных не машиностроительных предприятиях, например, на автобазе, в тепловозном депо имеется примерно такое же оборудование, только чаще без нагревательной печи и бака с мазутом, и оборудование размещено иначе.

Кузницы II типа расположены на территориях совхозов и колхозов и предназначены только для выполнения

кузнечных работ при ремонтах сельскохозяйственных машин и автотранспорта. Размещение оборудования в кузнице Карагайлинского совхоза в Кузбассе показано на рис. 4.8. Помещение этой кузницы имеет выход в ремонтную мастерскую и непосредственный выход на улицу, что более полно удовлетворяет требованиям техники безопасности. Особенность этой кузницы состоит в том^, что в ней имеется два пневматических молота с массой падающих частей 150 и 50 кг, это позволяет одновременно ковать две различные по массе заготовки.

В других совхозах и колхозах в кузницах для ремонта машин имеется примерно такое же оборудование только со своими особенностями размещения его по площади кузниц и исполнения кузнечных горнов.

В некоторых совхозах и колхозах имеются кузницы II типа и в них же ремонтируют телеги и сани, а с ковкой лошадей в таких сельких хозяйствах имеются большие затруднения.

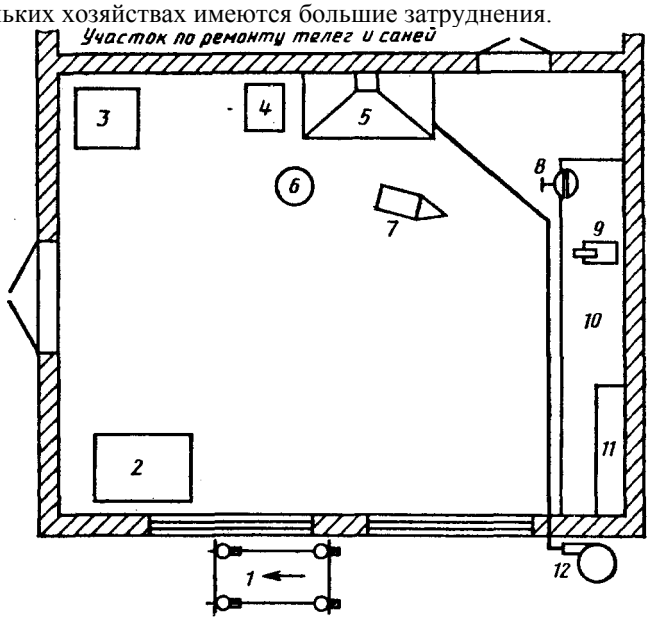


Рис. 4.10, Размещение оборудования в кузнице IV типа:

^ — станок для ковки лошадей; *2* — сварочный стол; *3* — электросварочный агрегат; *4* — ящик с *углей-, 5* — одноогневой металлический горн; *6* — бачок с водов: 7 — наковальня; *К* — стуловые тиски; *9* — настольный сверлильный станок; *10* — слесарный верстак; *11* — шкаф для инструмента; *12* — вентилятор

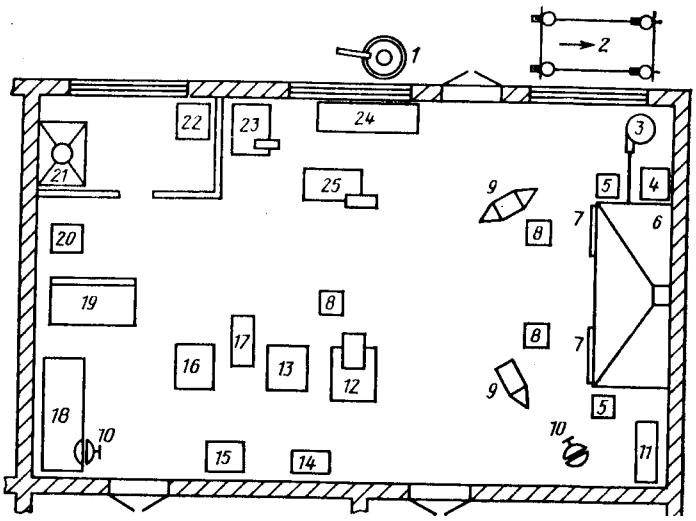


Рис. 4.11. Размещение оборудования в типовой сельской кузнице: / — устройство для ошиновки колес; *2* — станок для ковки лошадей; *3* — вентилятор; *4* — ящик с углем; 5 — бачки с водой; *S* — кузнечный горн на два огня; 7 — вешалки для инструмента; *8* — столики для инструмента; *9* — наковальни; *10* — стуловые тиски; // — пирамида для кузнечного инструмента; *12* — пневматический молот; *13* — печь для нагрева заготовок; *14* — бак с мазутом; *15* — воздуходувка для печей; *16'* — печь для нагрева поковок и деталей при термической обработке; *17* — бак с закалочной жидкостью; *18* — слесарный верстак; *19* — правильная плита; 20 — переносной кузнечный горн; *21* — сварочный стол; *22* — электросварочный агрегат; *S3* — наждачный станок; *24* — стеллаж для заготовок; *25* —ножницы

Кузницы **III** типа имеются в небольших совхозах и колхозах и предназначены для ковки лошадей, ремонта телег и саней, а также для ковки небольших поковок, используемых при ремонте сельскохозяйственных машин. Примером такой кузницы может служить кузница (рис. 4.9) в селе Чепош Горно-Алтайской автономной области. В кузнице размещены два верстака со стуловыми тисками и приспособление для гибки труб и круглого проката (см. рис. 7.15) в горячем и холодном состояниях. Наждачный станок установлен не в помещении кузницы, а на улице под навесом, что позволяет уменьшить загрязненность воздуха в помещении кузницы. Под навесом же размещен станок для ковки лошадей. Размещение его около дверей позволяет кузнецу не делать лишних перемещений при подгонке подков к копытам.

Кузницы IV типа предназначены только для ковки лошадей, ремонта телег и саней и существуют в крупных

совхозах и колхозах одновременно с кузницами II типа для ремонта сельскохозяйственных машин и автотранспорта. Примером кузницы IV типа может служить кузница Елыкаевского совхоза в Кузбассе (рис. 4.10). Она размещена в помещении с выходом на участок по ремонту телег и саней, что очень удобно, а станок для ковки лошадей размещен далеко (за углом здания) от дверей, обеспечивающих непосредственный выход на улицу, что требует от кузнеца лишних перемещений от горна до лошади во время подгонки подков к копытам. Кроме того, желательно было бы лошадь заводить в станок не так, как показано стрелкой, а наоборот, тогда поднятые для ковки копыта лошади будут обращены навстречу кузнецу, идущему ковать лошадь, и его путь будет короче. Он будет меньше затрачивать времени на эту операцию.

Типовая кузница с размещением оборудования, показанным на рис. 4.11, рекомендуется для крупных совхозов и колхозов, в ней можно выполнять кузнечные работы, требующиеся при ремонтах сельскохозяйственных машин и автотранспорта, подковывать лошадей, ремонтировать телеги и сани.

ГЛАВА 5

Изменение свойств металла и химического состава при нагреве и ковке

5.1. Влияние углерода, постоянных примесей и легирующих элементов на свойства сталей

Углерод (С) оказывает сильное влияние на механические, физические и технологические свойства сталей. Сталь с небольшим содержанием углерода более пластичная, имеет большую теплопроводность и температуру плавления, меньшую прочность и твердость, хорошо куется. С увеличением в стали содержания углерода увеличивается прочность, закаливаемость, но ухудшаются ковкость, пластичность, свариваемость, теплопроводность, уменьшается температура плавления. Чем больше в стали углерода, тем медленнее ее надо нагревать.

Сплав железа с углеродом (больше 2,14%) становится твердым и хрупким. Он не поддается ковке даже в горячем состоянии и его называют *чугуном.*

Кремний (Si) — постоянная примесь и при содержании до 0,4% не оказывает существенного влияния на свойства стали, а при добавлении его, сверх указанного, в виде легирующего элемента, увеличивает прочность и упругость, ухудшает пластичность, теплопроводность и, незначительно, свариваемость стали. Кремний добавляют при получении пружинно-рессорных сталей (до 2,8%), жаростойких (до3,5%) и трансформаторных (до 4%).

Марганец (Mn) — постоянная примесь и при содержании до 0,8% не оказывает существенного влияния на свойства, а при большем содержании, как легирующий элемент, увеличивает прочность и упругость, улучшает свариваемость стали. Стали с большим количеством марганца имеют хорошую сопротивляемость изнашиванию при трении. Добавление марганца ухудшает пластичность

и теплопроводность. Марганец добавляют при получении пружинно-рессорных сталей.

Сера (S) и фосфор (P), хотя и не желательны, но являются постоянными примесями в сталях. Сера представляет большую опасность при кузнечной обработке сталей, так как может вызвать *красноломкость,* т. е. излом стали при температуре красного цвета каления. Фосфор в количестве, превышающем нормы, приводит к *хладноломкости,* т. е. к излому металла при пониженной или отрицательной температурах.

Никель (Ni) увеличивает вязкость и прочность сталей, улучшает теплопроводность и способствует сохранению пластичности сталей при отрицательных температурах. Стали, содержащие никель, хорошо куются. Отрицательным свойством является то, что с никелевых сталей трудно удалять окалину.

Хром (Cr) увеличивает прочность, но ухудшает вязкость сталей. Сильно уменьшает теплопроводность сталей. Чем больше хрома в стали, тем медленнее ее надо нагревать, тщательнее следить за температурой нагрева и за выдержкой при высоких температурах во избежание перегрева. Ковка хромистых сталей при высоких температурах протекает удовлетворительно, при подстывании твердость быстро возрастает, что может вызвать появление трещин.

Сведения о влиянии на свойства стали других легирующих элементов имеются в работах [4, 7, 23].

5.2. Режимы нагрева металлов

Чтобы правильно вести процесс ковки, любому кузнецу необходимо знать температуру начала и конца ковки каждого металла, каждой марки стали, т. е. знать режимы нагрева.

Под **режимом нагрева** понимают определенные правила, порядок и способы нагрева металла, обеспечивающие температуры и скорость, которые необходимы для получения заготовок, пригодных для ковки и получения из них качественных поковок.

Температура ковки для различных марок сталей не одинакова и зависит от их химического состава. Для углеродистых сталей нагрев их определяется наличием углерода, т. е. чем больше углерода встали, тем ниже температура плавления и ковки.

Температура'нагрева металла для ковки имеет очень важное значение, так как может влиять на качество деталей получаемых ковкой, поэтому за ней требуется постоянный контроль. Для этого в кузницах с нагревательными печами используют термопары и различные виды пирометров, описание которых имеется в работах [9, 23]. При нагреве металла в горнах, как правило, кузнец должен уметь сам приближенно определять температуру нагрева металлов на глаз по следующим цветам каления, при дневном освещении в тени:

Температура	°С
Темно-коричневый (заметен в темноте). . ,	530 ... 580
Коричнево-красный	580 ... 650
Темно-красный	650... 730
Темно-вишнево-красный	730 ... 770
Вишневый	720 ... 830
Светло-вишневый	780... 830
Красный	830... 900
Светло-красный	900 ... 1050
Желтый	1050 ... 1150
Светло-желтый	1150... 1250
Белый	1250 ... 1300

При охлаждении металла цвет каления изменяется в обратной последовательности.

Температура нагрева сталей в начале ковки должна быть ниже их температуры плавления на 150...200°С. При более высокой температуре может наступить явление пережога (см. ниже). Во время ковки металл остывает и ковать его становится затруднительно, а затем и невозможно. Поэтому ковку металла следует заканчивать с температурой на 20 ... 30 °С выше допускаемой температуры ковки. Температурные интервалы ковки некоторых марок сталей приведены в табл. 5.1. Границы температур начала ковки — линия Гн и конца ковки —• линия Гк обозначены на рис. 8.2. Сведения о температурах ковки цветных металлов и их сплавов имеются в гл. 2 и работе [15].

Время нагрева сталей зависит от размеров заготовок и Химического состава их. С одной стороны, для уменьшения образования *окалины* и увеличения производительности желательно уменьшать время нагрева. С другой, — заготовки больших размеров, а также из высокоуглеродистых и высоколегированных сталей следует нагревать постепенно и даже ступенчато, так как они имеют меньшую теплопроводность, в результате чего внутренние слои ме-

Таблица 5.1 Температурные интервалы ковки некоторых марок сталей

Марка стали	Температура, °G			
	начала ковки	конца ковки		пережога
		не выше	не ниже	
Углеродистые и легированные стали				
СтО,Ст1,Ст2,СтЗ, 10, 15	1300	800	700	1470
20,25,30,35	1280	830	720	1400
40, 45, 50	1260	850	760	1350
55,60, 15Х, 15ХА,20Х	1250	850	760	1300
40Г,45Г,50Г	1220	850	760	—
ЗОХ.38ХА	1230	870	780	—.
10Г2,ЗОГ2,35Г2	1220	870	750	—,
40Г2,45Г2,50Г2	1200	870	800	—.
Инструментальные стали				
У7, У7А, У8А	1125	850	750	1220
У9, У10,У11,У12,У13	1100	850	750	1180
5ХНМ, 5ХГМ, 5ХНВ	1200	870	850	—
Р9, Р18	1200	920	900	•—

талла не успевают прогреваться — ив заготовках возникают внутренние температурные напряжения, которые могут привести к образованию трещин.

Ориентировочное время нагрева заготовок из углеродистых сталей с размерами в сечении до 100 мм можно принимать из табл. 5.2, если нагрев заготовок осуществляется в горне, работающем на древесном угле. Чтобы гарантировать равномерный прогрев заготовок по всему сечению, их следует еще выдержать на огне примерно до 25% от времени, указанного в табл. 5.2. Очевидно, что время нагрева заготовок при работе горна на каменном угле будет несколько больше, так как теплотворность его меньше, чем у .древес-

Таблица 5.2 Время нагрева заготовок в горне, работающем на древесном угле

Диаметр или квадрата, мм	Время нагрева, мин, в зависимости от формы сечения	
	круг	квадрат
10 ... 20	2,5... 4,0	3,0 ... 5,0
30... 40	8,0 ... 15,0	9,0 ... 15,0
40 ... 50	15,0 ... 25,0	15,0 ... 25,0

наго угля. Это следует учитывать при нагреве заготовок.

Особенность нагрева заготовок из высокоуглеродистых, инструментальных и легированных сталей состоит в том, что время нагрева, указанное в табл. 5.2, рекомендуется увеличивать яа 30 .,, 50%, а лучше их нагревать по режиму, состоящему из трех периодов: первый — медленно до температуры 550 ... 600 °С, второй — быстро до температуры начала ковки (см. табл. 5.1), третий — выдержка при постоянной температуре для выравнивания температуры по всему сечению. При нагреве заготовок из таких сталей в горнах ступенчатость нагрева можно, в какой-то мере, достигать путем регулирования пламени воздушной струёй, подаваемой в очаг горна. Нормы на стуненчатые режимы нагрева заготовок в печах приведены в работал 19, 10, 231.

5.3. Дефекты при нагреве и меры их предупреждения

При нагреве заготовок в них могут появиться следующие дефекты: окалииообразование или угар, обезуглероживание. недогрев, перегрев и пережог металла.

Окалинообразование или угар получается в результате образования оксидов железа на поверхности заготовки яри ее нагреве. Образование окалины обычно называют угаром металла.

Окалина — это хрупкое и непрочное вещество с содержанием до 30% железа. Угар стали, в результате образования окалины, может достигать 4 ... 5% от массы заготовки за один нагрев в горнах и несколько меньше (до 3%) в нагревательных печах. Если учесть, что при ковке заготовку приходится нагревать несколько раз (иногда до шести), то станет ясно, какое большое количество металла идет в отходы в результате угара металла,

Количество образующейся окалины зависит от скорости и температуры нагрева метелла, формы заготовки, химического состава стали, вида топлива, пламени и других факторов.

С повышением температуры процесс окалинообразова-ния идет быстрее. Если скорость окалинообразования при температуре 850...900°С принять за единицу, то скорость окисления при 1000 °С будет равна двум, при 1200 °С — пяти, при 1300 °С — семи.

T&

Чем больше отношение поверхности заготовки к ее объему (поковки сложной формы), тем больше количество металла, при прочих равных условиях, превращается в окалину, так **как** окисление происходит по поверхности *w* пропорционально ее величине.

Легированные стали окисляются меньше. Окалина получается тонкой, значит уменьшается угар металла. Однако **такая** окалина плотяо прилегает к металлу и плохо очищается.

Окалинообразовавие происходит интенсивнее при иа-греве металла на сжигаемом топливе со значительным содержанием серы и при избытке воздуха, когда получается светлое короткое прозрачное пламя, называемое *окислительным.*

Следует отметить, что окадинообразование происходит не только при нагреве заготовки, но и при переносе ее от нагревательного устройства к месту ковки и даже в процессе ковки. Если заготовка покрылась слоем окалины, то этот слой, как говорят кузнецы, — «шуба», защищает металл от дальнейшего окисления. Если окалина осыпалась, то металл снова окисляется и часто еще быстрее, чем при нагреве.

Для уменьшения потерь металла на окалинообразова-нне или угар необходимо соблюдать следующие условия. По возможности применять малосернистое топливо. Нагревать металл так, чтобы при горении топлива не было избытка воздуха и не получалось окислительного пламени. По возможности уменьшать время нагрева заготовок и выдержки их в зоне нагрева. Транспортировать заготовки от места нагрева до места ковки надо осторожно, не допуская разрушения слоя окалины. С заготовки окалину следует счищать непосредственно перед самой ковкой, на наковальне или нижнем бойке молота.

Обезуглероживание происходит одновременно с окислением железа и выражается в том, что при нагреве стали углерод, содержащийся в ее верхних слоях, выгорает и сталь становится более мягкой. Значит химический состав стали изменится и не будет соответствовать той марке, из которой должна быть изготовлена деталь. При уменьшении содержания углерода уменьшается прочность и твердость стали, ухудшается способность ее закаливаться. Глубина обезуглероженного слоя может достигать 2 ... 4 **мм,** поэтому обезуглероживание опасно и для мелких поковок, имеющих небольшие припуски и для поко-

вок, которые после механической обработки подвергаются закалке. Низкоуглеродистая сталь может не закалиться.

Процесс обезуглероживания начинается при температуре 800 ... 850 °С. Интенсивность его зависит от содержания углерода в стали. Чем больше углерода, тем медленнее идет обезуглероживание.

Для крупных заготовок обезуглероживание не опасно, так как в процессе ковки и остывания заготовки углерод перемещается из внутренних слоев к наружным и химический состав стали выравнивается.

Интенсивное обезуглероживание происходит при соприкосновении с заготовкой острого окислительного пламени в виде языков.

При термической обработке ответственных деталей и инструмента обезуглероживание недопустимо. Поэтому в таких случаях нагрев деталей ведут в специальных защитных атмосферах.

Для уменьшения обезуглероживания следует, по возможности, не допускать соприкосновения заготовок с окислительным пламенем.

Недогрев — это такой нагрев металла, при котором заготовка нагрелась неравномерно по сечению или участкам длины. Очевидно, что такую заготовку нельзя вынимать из горна или печи и ковать. Если заготовка с одной стороны имеет белый цвет каления, а с другой еще желтый или красный, то из нее будет затруднительно получить поковку требуемой формы. Недогрев заготовок по толщине нельзя обнаружить по цвету каления. Поэтому необходимо знать расчетную или опытную нормативную величину продолжительности нагрева различных по сечению заготовок и строго ее придерживаться (табл. 5.2). Недогрев может появляться при плохом тепловом режиме. Следовательно, в горне нужно обеспечить соответствующее пламя, а в печи проверить температуру.

Перегрев нельзя обнаружить по внешнему виду нагретой заготовки и даже в процессе ее ковки. Деталь, изготовленная из перегретого металла, быстро ломается, так как перегретый металл имеет крупнозернистую структуру и поэтому не прочен. Сильно перегретая заготовка иногда разрушается уже при ковке — в углах появляются трещины. Для предотвращения перегрева не следует допускать выдержки заготовки в горне или печи при высокой

температуре больше, чем рекомендуется расчетами или нормативами.

Перегрев можно устранить, если заготовку охладить и снова нагреть до температуры 800 ... 850 °С и медленно охладить,

Пережог является ^опасным дефектом нагрева металла. Явление пережога объясняется следующим образом. При температуре выше 1250 ... 1300 °С зерна металла становятся очень крупными, а связь между ними настолько ослабевает, что начинает проникать кислород и сталь при действии на нее небольших сил разрушается. Пережженную сталь необходимо отправлять на переплавку.

Пережог можно обнаружить по внешнему виду нагреваемого металла. Поверхность металла при пережоге имеет ослепительно белый искрящийся цвет. При передвижении пережженной заготовки от нее отлетают ярко-белые искры.

. Для предупреждения пережога необходимо соблюдать следующее. Не допускать нагрева заготовок острым окислительным пламенем и касания поверхностей заготовок этим пламенем. Следить за цветом каления при нагреве заготовок в горне или печи. Не допускать превышения установленного времени выдержки заготовки при высокой температуре. При появлении признаков пережога немедленно удалять заготовку из зоны нагрева. В нагревательных печах поддерживать температуру на 120 ... 150 °С ниже температуры пережога, указанной в табл. 5.1.

Трещины и раскалывание поковок являются дефектами нагрева металла. Наиболее часто поковки с такими дефектами получают из легированных и инструментальных сталей вследствие несоблюдения режимов нагрева их и продолжения ковки с температурой ниже температуры окончания ковки (см. табл. 5.1). Например, *поперечные трещины* образуются из-за быстрого нагрева заготовок для ковки до температуры 800 ... 900 °С, при этом наружные слои заготовок успевают нагреться до высокой температуры, достаточной для ковки (см. табл. 5.1), а середины заготовок остаются еще холодными. *Поверхностные трещины* образуются при ковке подстывшего металла, а *раскалывание* заготовок от ударов свидетельствует о том, что металл пережжен. Поэтому кузнецам следует тщательно соблюдать режимы нагрева (см. выше) и правила ковки указанных и других сталей (см. ниже).

5.4. Изменения, происходящие в металлах при нагреве и ковке

Пластичность стали увеличивается при нагреве, т. е. когда в ней начинаются внутренние превращения, состоящие в укрупнении зерен и ослаблении связей между ними. **Поэтому** прочность стали уменьшается, она становится мягкой и пластичной. Это позволяет с меньшими усилиями деформировать металлы. Например, для обычной углеродистой стали 45 при нагревании до 600 °С временное сопротивление ее уменьшается с 600 до 250 МПа, т. е. больше чем в 2 раза. При дальнейшем нагревании стали 45 временное сопротивление ее уменьшается и имеет следующие значения: при 700 °С—150 МПа, при 1000 °С — 55 МПа, при 1200 °С—25 МПа, при 1300 °С — 20 МПа. Следовательно, прочность стали, нагретой до температуры 1200 ... 1300 °С, уменьшается в 25 ... 30 раз по сравнению с холодной сталью. Однако следует иметь в виду, что при нагреве стали до температуры 200 ... 400 °С прочность **ее** увеличивается, а пластичность резко уменьшается и она становится хрупкой. Этот интервал температур называют *зоной синеломкости.* При таких температурах стальные изделия легче всего ломаются.

При нагреве цветных металлов и их сплавов наблюдается такое же явление. Разница состоит в том, что они имеют более низкие температуры плавления, **чем** сталь, и все критические температуры у них имеют меньшие значения, чем у сталей. Например, прочность меди уменьшается в 6 ... 7 раз при нагреве с 15 до 800 °С, алюминия—в 30 ... 35 раз при нагреве до 600 °С.

Зернистое строение металла изменяется в зависимости от температуры и скорости деформирования его. Соответственно этим воздействием на металл изменяется и прочность его. Например, нр№ нагреве стали до критической температуры (723 °С) начинается рост зерен и продолжается вплоть до расплавления его. При нагреве стали до ковочной температуры (см. табл. 5.1) соответственно вырастают и зерна. Если после этого сталь охлаждать без деформации, то обратного явления не наблюдается, т. е. зерна не уменьшаются, а металл становится непрочным и хрупким. Если же сталь подвергать пластической де--формации, например путем ковки, вплоть до температуры окончания ковки (см. табл. 5.1), то зерна не восстанавли* ваются, а металл становится более прочным, твердым в

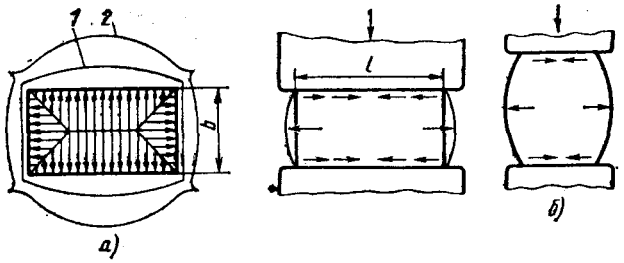


Рис. 5.1. Изменение форм поковок по закону наименьшего сопротивления

износостойким. Чем быстрее будет проходить процесс деформации металла от начала ковки до конца ковки, тем металл будет прочнее, следовательно, ковку горячего металла рекомендуется проводить как можно быстрее и сильными ударами, потому что при ковке сильно нагретого металла слабыми ударами в конце ковки он получается -с крупнозернистым строением и поковка будет не прочной. Если требуется небольшая деформация металла, то перед ковкой его можно нагревать несколько ниже температуры начала ковки (см. табл. 5.1), имея в виду, что ковка будет закончена до наступления критической температуры (723 °С).

При продолжении ковки ниже критической температуры зерна пластически деформируются (вытягиваются) и остаются в напряженном состоянии, потому что при низкой температуре они уже не успевают переформироваться в более мелкие зерна. После этого металл утрачивает пластичность и становится более прочным, твердым и хрупким. Упрочнение металла под действием пластической деформации называется *наклепом* или *нагартов-кой.* Наклеп не желателен, так как при этом, кроме хрупкости, резко уменьшается свойство металла обрабатываться резанием.

Закон наименьшего сопротивления заключается в том, что при пластической деформации частицы металла всегда перемещаются по направлениям, где встречают наименьшее сопротивление. Например, брусок металла (рис. 5.1) длиной *I* и шириной *Ь* при ковке течет в направлении длины и ширины. Причем частицы металла перемещаются по кратчайшим расстояниям. Увеличение ширины бруска происходит в большей степени, чем увеличение длины- При значительной осадке

брусок принимает форму, близкую к овалу ***1, а*** затем —• к кругу *2* (рис. 5.1, *а).* Форму круга принимают также квадратные заготовки и заготовки, имеющие в сечении форму треугольника, шестигранника и других многоугольников.

При осадке цилиндра (рис. 5.1, *б)* металл течет интенсивнее в середине по высоте, а не в местах установки и удара. Заготовка приобретает бочкообразную форму.

Зная этот закон, можно направлять течение металла по длине или ширине заготовки и быстрее выполнять операции протяжки и разгонки, применяя более узкий ударный или накладной инструмент и соответственно нанося удары по заготовке (см. рис. 7.2, *а, б,* 7.21, *б* и 7.23).

Закон о постоянстве объема указывает на то, что при пластической деформации объем металла практически остается йостоянным, т. е. металл при ковке не уплотняется, а только изменяет форму. Если говорить строго, то некоторое уплотнение металла при ковке есть, но оно настолко незначительно, что им пренебрегают и считают, что объем поковки равен объему заготовки за вычетом неизбежных отходов и потерь. Закон о постоянстве объема используется при определении массы и размеров заготовок и поковок, а также переходов ковки (см. гл. 6).

Степенью укова называется отношение площади поперечного сечения заготовки 5з к площади поперечного сечения поковки *Sa* после протяжки, т. е.

$$Y = 5,/sn, \qquad (5.1)$$

или, наоборот, отношение

$$Y == 5п/5з \qquad (5.2)$$

будет также уковом после осадки. Обычно степень укова для сталей из проката составляет 1,5 ... 4, а для слитков достигает 12. С увеличением степени укова увеличивается прочность металла (он лучше прокован), так как получаются более мелкие зерна, поэтому на поковки для ответственных деталей задают определенную величину степени укова.

Для поковок с известными диаметрами диаметры заготовок, с учетом степени укова, можно определять по формулам:

, при протяжке

$$d^Ydly; \qquad (5.3)$$

при осадке

$$da = \sqrt{dnY}, \qquad (5.4)$$

где с?з, *da* — диаметры заготовки и поковки.

Из формул (5.1) и (5.2) можно получить формулы для определения размеров сечений заготовок, имеющих другие формы. ^

Усадка металла, т. е. уменьшение размеров поковки, наблюдается при охлаждении металла. Для определения усадки надо знать, что при снижении температуры стальной поковки с 750 ... 800 °С (см. табл. 5.1) до 20 °С **ее** размеры уменьшаются на 0,75 ... 0,8 %.

Например, поковка длиной 400 мм в нагретом состоянии при охлаждении будет иметь длину 400—400.0,8/100= = 396,8 мм. Из примера видно, что усадку следует учитывать только при изготовлении достаточно крупных и длинных поковок. Для мелких и средних поковок усадка будет незначительной и находится в пределах допусков.

Влияние расположения волокон на прочность металла. Основным материалом при ковке мелких и средних поковок является сортовой прокат. Прокатанная сталь имеет волокнистое строение, получающееся в результате измельчения и сплющивания зерен, которые вытягиваются и образуют ориентированные волокна в направлении прокатки. Механические свойства (прочность) металла вдоль и поперек волокон различны. При действии сил вдоль волокон прочность металла больше, чем при действии их поперек волокон. Перерезание волокон уменьшает прочность деталей из проката.

Ковкой можно переориентировать эти волокна или перепутать их, что будет способствовать получению более прочных деталей из поковок, чем из проката. Примеры такого упрочнения показаны на рис. 5.2.

Изготовить болт можно тремя способами (рис. 5.2, *а): 1* — точением из проката диаметром *D; 2* — ковкой из проката диаметром *D; 3* — осадкой головки из проката диаметром *d.* Наибольшей прочностью будет обладать болт, изготовленный третьим способом.

В шестерне (рис. 5.2, б), изготовленной из проката резанием, волокна направлены параллельно ее оси. При работе шестерни в зацеплении с зубчатым колесом силы будут направлены поперек волокон, т.е . неблагоприятно. При изготовлении той же шестерни из заготовки, полученной осадкой (рис. 5.2, в), волокна будут иметь радиаль-

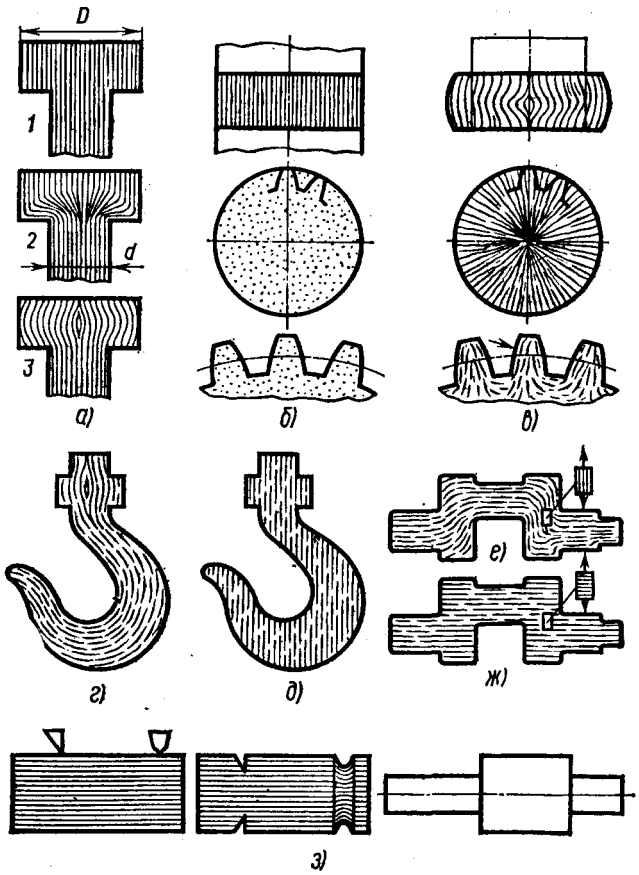


Рис. 5.2. Влияние расположения волокон на прочность металла

ное направление, т. е. более благоприятное относительно действия на зуб силы от колеса.

Крюк, изготовленный гибкой и ковкой проката (рис. 5.2, г), будет прочнее, чем крюк, вырезанный из толстой плиты (рис. 5.2, *д).*

Коленчатый вал, изготовленный гибкой и ковкой проката (рис. 5.2, *е}* имеет волокна, направленные вдоль действия рабочих растягивающих сил. Такой же вал, полученный из проката резанием (рис. 5.2, *ж},* имеет неблагоприятное направление волокон, а в некоторых частях волокна перерезаны при обработке. Следовательно,

вал, изготовленный гибкой и ковкой, будет более прочным и может иметь меньший диаметр и массу для восприятия одинаковой силы с валом, изготовленным с применением обработки резанием.

На рис. 5.2, э показаны два способа образования уступов: при помощи топора и полукруглой пережимки. При получении уступа пережымкой вал будет более прочным.

В некоторых случаях требуются поковки, механическая прочность которых должна быть одинаковой во всех направлениях. Очевидно, что в такой поковке волокна должны быть разориентированы и перепутаны во всем объеме поковки. Это достигается путем осадки заготовки в разных направлениях по нескольку раз. Подобная обработка повышает стойкость, например, штампов в 1,5 ... 2 раза и больше [23]. Иногда этого можно достичь путем кузнечной сварки многих мелких заготовок (отходов) в одну поковку при беспорядочном расположении этих заготовок.

Таким образом, при изготовлении поковок кузнец должен уметь ориентировать направления волокон так, чтобы они совпадали с направлением наибольших растягивающих сил, действующих на детали при эксплуатации, и по возможности не перерезать волокна металла при ковке.

Влияние рабочей поверхности инструмента на обрабатываемый металл выражается в следующем. При меньшей лицевой поверхности инструмента он легче внедряется в металл и требуется меньшая сила удара по инструменту. Однако острые инструменты перерезают волокна и уменьшают прочность поковки. Поэтому при образовании переходов лучше применять инструмент без острых кромок, позволяющий получать плавные переходы у поковок.

Между рабочей поверхностью инструмента и металлом при ковке возникают силы трения. Этим и объясняется выпучивание металла (см. рис. 5.1). Силы трения как бы задерживают перемещение металла вдоль ударного или накладного инструмента и он течет преимущественно в ту сторону, где силы трения оказывают меньшее сопротивление. Поэтому при протяжке применяют узкие верхние бойки, так как металл течет не вдоль, а поперек бойков или раскаток.

Следует учитывать охлаждающее действие инструмента на нагретый металл. Особенно интенсивно это охлаждение в начале ковки, когда инструмент сравнительно

холодный, а металл нагрет до ковочной температуры. Так как заготовка с опорным инструментом (наковальней, нижним бойком) соприкасается более продолжительное время, то для выравнивания температуры обрабатываемого металла необходимо периодически кантовать его на наковальне или нижнем бойке.

На рабочих поверхностях инструмента не должно быть выбоин, вмятин, нагаров, поэтому его периодически надо зачищать и шлифовать, иначе на металле будут получаться неровности, соответствующие выбоинам и вмятинам.

5.5. Особенности ковки легированных и инструментальных сталей

Поковки из легированных и инструментальных сталей, как правило, предназначаются для изготовления наиболее ответственных деталей машин и должны быть всегда высококачественными. Поэтому при нагреве и ковке их необходимо вести ступенчатый режим нагрева. Поковки надо ковать частыми и сильными ударами, при этом поворачивая их после каждых двух-трех ударов и постоянно следить за тем, чтобы на заготовке не образовывались острые углы и кромки. При ковке на молотах следует использовать узкие бойки, чтобы хорошо проковать сталь. Нужно обязательно делать осадку не менее 2—3 раз в зависимости от характера ковки. После каждой осадки и последующей протяжки заготовки требуется подвергать промежуточному отжигу. Ковку следует заканчивать при температуре на 30 ... 50 °С большей, чем температура конца ковки (см. табл. 5.1). При невыполнении этих требований (особенно режима нагрева и конца ковки) в металле образуется не наклеп, как у углеродистых сталей обыкновенного качества, а трещины. Наклеп — устранимый дефект, а трещины чаще всего приводят к окончательному браку.

Перед ковкой инструментальной стали марок У7 ... У 13 рекомендуется убедиться, из той ли марки стали получена заготовка. Для этого из нее отковывают брусок сечением 10 х 10 мм, который надрубают, затем закаливают и ломают. В месте излома металл должен иметь матовый цвет.

Из приведенного видно, что изготовление поковок из легированных и инструментальных сталей более трудоемко, чем из углеродистых сталей обыкновенного качества.

ГЛАВА 6

Размеры и масса поковок и заготовок

6.1. Подготовка металла к ковке

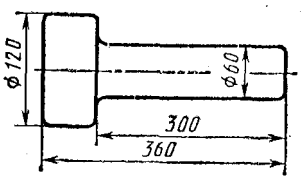
Поступивший в кузницу или ремонтную мастерскую металлопрокат должен храниться на специальных стеллажах в определенном порядке по профилям (сортам), размерам проката и маркам сталей.

Подготовка металла к ковке включает выбор профиля и, при необходимости, определение марки стали, разделку проката на заготовки, обнаружение и устранение дефектов.

Выбор профиля заключается в том, чтобы подобрать его с сечением, близким к сечению поковки или с размерами, обеспечивающими заданную степень укова, а число нагревов было бы минимальным (лучше если нагрев будет один).

Например, требуется выбрать профиль проката для поковки, показанной на рис. 6.1. Прежде всего следует решить, из какого профиля ковать поковку: из квадратного или круглого. Так как поковка круглая, то, очевидно, лучше ее ковать из профиля с круглым сечением. При этом также надо решить, какой выбрать диаметр круга 60 или 120 мм, судя по размерам поковки. Если взять заготовку диаметром 60 мм, то будет применена операция высадки головки диаметром 120 мм. При выборе заготовки диаметром 120 мм потребуется протяжка. Если же будет найдена заготовка какого-то промежуточного диаметра, то необходимо выпол- ^ нять операции и осадки и про- '» тяжки.

Рис. 6.1. Поковка



Для данной поковки менее трудоемка высадка, кроме того, деталь, полученная из такой поковки, будет прочнее'! (см. рис. 5.2, *а).* Поэтому целесообразным будет взять;
заготовку диаметром 62 **мм** с запасом на угар.]

Если не окажется заготовки из круглого проката, **то'** поковку (см. рис. 6.1) можно отковать из заготовки о квадратным сечением. При этом сторона квадрата должна быть равна или немного больше меньшего диаметра поковки. В этом случае придется выполнять операции протяжки и осадки.

При необходимости получить поковку с заданной степенью точности укова диаметр заготовки следует определить по формуле (5.3) или (5.4).

Разрезка металла на заготовки при ручной ковке и ковке на молотах осуществляется на оборудовании (см. гл. 4) или отрубкой заготовки от проката непосредственно перед ковкой. Иногда машиной отрезают штанги, кратные трем—пяти поковкам (длиной 500 ... 800 мм), которые легче нагревать, переносить и разрубать на заготовки, а после отковки готовой или полуготовой поковки ее отрубают от штанги и куют следующую такую же по-~| ковку (см. рис. 9.4, *а).*

Дефекты обнаруживаются непосредственно в прокате до разделки его на заготовки или непосредственно в заготовках. Прокатанные профили могут иметь следующие дефекты.

Трещины в металлопрокате могут появиться при прокатке, если перед прокаткой слиток был недостаточно прогрет. Трещины могут появиться в готовом прокате при транспортировании и резком охлаждении после прокатки или просто из-за хранения при минусовой температуре.

Волосовины — это бороздки на поверхности металло-проката, похожие на вытянутые волосины. Они возникают при прокатке вследствие вытягивания газовых пузырей, остатков шлака, раковин и др. Волосовины не всегда видны невооруженным глазом, однако при ковке они могут раскрыться и превратиться в глубокие трещины.

Закаты образуются путем закатки заусенцев, которые иногда появляются на промежуточной стадии прокатки, а при последующей прокатке вдавливаются в тело профиля и закатываются в складку.

Подрезы, царапины и риски образуются при прокатке в валках, имеющих на поверхности задиры, заусенцы, вмятины и другие неисправности.

Плены образуются при прокатке слитков, имеющих на поверхности застывшие заливины и брызги металла. Заливины и брызги раскатываются в тонкие пластины (плены) и вдавливаются в металл. Толщина плен достигает до 1,5 **мм.** При ковке они заковываются в металл и могут как бы разделять его на части или, при отделении, образовывать углубления.

Флокены проявляются в Ъиде скоплений мельчайших трещин или пятен белого цвета, образующихся в результате выделения в металле растворенных газов. Обнаруживаются флокены на поверхности среза при обрезке заготовок или механической обработке, а детали при наличии флокенов во время закалки растрескиваются. Дефекты в виде флокенов наблюдаются в прокате из легированных сталей, поэтому поковки из этих сталей следует охлаждать медленно.

Неметаллические включения, имевшиеся в слитке, при прокатке могут оказаться в середине проката. Они, как и флокены, обнаруживаются на поверхностях среза.

В кузницах поверхностные дефекты в основном обнаруживают путем осмотра тщательно очищенного проката или заготовок. При обнаружении каких-либо дефектов их вырубают зубилом, зачищают на наждачно-заточных станках, а иногда дефекты исправляют на поковках в горячем виде.

Нельзя помещать в горн или нагревательную печь заготовки, которые имеют дефекты, так как при нагреве они обязательно раскроются и разовьются. Если же они остались незамеченными, то изготовленная из такой поковки деталь машины быстро сломается, что может привести к аварии.

6.2. Припуски, допуски, напуски и чертежи на поковки

Поковки, полученные ковкой, только в редких случаях используются как готовые детали в машинах. В подавляющем же большинстве для получения точных размеров и гладкой поверхности у детали поковки обрабатываются на металлорежущих станках (токарных, фрезерных, сверлильных и др.), где с них снимают определенный слой металла в виде стружки, называемый припуском. Толщина этого слоя должна быть достаточной для того, чтобы вместе с ним удалялись дефекты в виде обезуглеро-

Таблице

Величины припусков и предельных отклонений для поковок типа дисков, цилиндров, втулок, брусков, кубиков, пластин с отверстиями, мм

Диаметр детали или размер сечения, мм	Размеры детали, на которые назначаются припуски и предельные отклонения	Припуск δ и предельные отклонения $\pm\frac{\Delta}{2}$ при высоте детали H, мм								
		до 50	св. 50 до 65	св. 65 до 80	св. 80 до 100	св. 100 до 125	св. 125 до 150	св. 150 до 180	св. 180 до 215	св. 215 до 250
До 50	H	6±2	6±2	7±2	—	—	—	—	—	—
	D, L, B	6±2	6±2	7±2	—	—	—	—	—	—
	d	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Св. 50 до 80	H	6±2	7±2	8±2	9±2	9±2	—	—	—	—
	D, L, B	7±2	7±2	8±2	9±2	9±2	—	—	—	
	d	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Св. 80 до 110	H	7±2	8±2	8±2	9±2	10±3	11±3	12±2	—	—
	D, L, B	7±2	8±2	9±2	10±2	10±2	11±3	12±4	—	—
	d	14±2	15±2	15±2	16±2	16±2	17±3	18±4	—	—
Св. 110 до 150	H	7±2	8±2	9±2	9±2	10±2	11±3	12±3	13±4	14±5
	D, L, B	9±2	9±2	10±2	11±3	11±3	12±4	13±4	14±5	14±5
	d	15±2	16±2	16±2	17±3	17±3	18±4	19±4	20±5	20±5
Св. 150 до 200	H	7±2	8±2	8±2	9±2	10±3	11±3	12±3	13±4	14±5
	D, L, B	10±3	10±3	11±3	12±4	12±4	13±4	13±4	14±5	14±5
	d	16±3	17±3	17±3	18±4	18±4	19±4	19±4	20±5	21±5
Св. 200 до 250	H	8±3	9±3	9±3	10±3	11±4	12±4	13±4	14±5	15±6
	D, L, B	11±3	11±3	12±3	13±4	13±4	14±4	14±4	15±5	16±6
	d	17±3	18±3	18±3	19±4	19±4	20±4	20±4	21±5	22±6

женного слоя, вмятин от инструмента, заковок, окалины и др. При снятии этого слоя можно также выправить местные искажения формы и получить требуемую чистоту поверхностей детали.

Следовательно, *номинальные размеры* поковок не совпадают с номинальными размерами деталей, т. е. поковки имеют наружные размеры*, больше, а внутренние меньше по сравнению с номинальными размерами деталей.

Припуски выполняют с предельными отклонениями, т. е. величины их ограничивают в большую и меньшую стороны. Если отклонение увеличивает припуск, наружный и внутренний размеры поковок, то его называют *верхним отклонением* и на чертеже проставляют со знаком плюс, а если отклонение уменьшает припуск, наружный и внутренний размеры поковок, то его называют *нижним отклонением* и на чертеже проставляют со знаком минус. Предельные отклонения могут быть симметричными, когда верхнее и нижнее отклонения равны по абсолютной величине, и асимметричными, когда верхние и нижнее отклонения не равны по абсолютной величине. В кузнечной практике в основном применяют симметричные отклонения, обозначающие допуск на номинальные размеры поковок.

Допуском на размер поковки называется разность между максимальным и минимальным предельными размерами поковки или он равен сумме предельных отклонений по абсолютной величине.

На чертеже номинальные размеры поковки проставляются с такими же предельными отклонениями (допусками), какие назначены на припуск для данного размера. Величины припусков и предельных отклонений для различных поковок устанавливаются по ГОСТ 7829—70. Для наиболее распространенных видов поковок выписки из этого стандарта приведены в табл. 6.1 и 6.2.

По известным номинальным размерам деталей и принятым из ГОСТ 7829—70 (табл. 6.1 и 6.2) величинам припусков и предельных отклонений размеры поковок можно определять по формулам:

$$\left.\begin{aligned} &\text{наружных} \\ &H = H_0 + \delta; \\ &H_{\min} = (H_0 + \delta) - \frac{\Delta}{2} = H - \frac{\Delta}{2}; \\ &H_{\max} = (H_0 + \delta) + \frac{\Delta}{2} = H + \frac{\Delta}{2}; \end{aligned}\right\} \qquad (6.1)$$

внутренних

$$B = B_0 - \delta;$$

$$B_{min} = (B_0 - \delta) - \frac{\Delta}{2} = B - \frac{\Delta}{2};$$

$$B_{max} = (B_0 - \delta) + \frac{\Delta}{2} = B + \frac{\Delta}{2}.$$

Обозначения размеров в формулах см. на рис. 6.2.

На рис. 6.3, а показаны образцы поковок и их размеры, на которые назначаются припуски и предельные отклонения из табл. 6.1, а из табл. 6.2 припуски и предельные отклонения назначаются на размеры гладких поковок (цилиндр, брус и т. п.) и поковок с уступами круглого, квадратного и прямоугольного сечений, например, для поковки, показанной на рис. 6.4. В ГОСТ 7829—70 также имеются таблицы по назначению допусков и предельных отклонений для других, менее распространенных, поковок. Кроме припусков на поковках иногда приходится оставлять металл на напуски.

Напуском называется дополнительный слой металла, который остается в переходных местах с целью облегчения ковки и получения поковок более простой формы по сравнению с формой готовых деталей.

У деталей, имеющих сложную форму, иногда ковкой бывает практически невозможно получить все переход ы, точно соответствующие форме готовой детали, и оказывается более эффективной механическая обработка, хоти металл, оставленный в виде напусков, уходит в стружку. Например, изготовление ковкой зубьев у шестерен (зуб-

Таблица 6.2

Величины припусков и предельных отклонений для гладких и ступенчатых поковок круглого, квадратного и прямоугольного сечений, мм

Длина детали, мм	Припуск δ и предельные отклонения $\pm\frac{\Delta}{2}$ при диаметре детали D или сечения B, H, мм								
	до 50	св. 50 до 70	св. 70 до 90	св. 90 до 120	св. 120 до 160	св. 160 до 200	св. 200 до 250	св. 250 до 300	св. 300 до 360
До 250	5±2	6±2	8±2	9±3	—	—	—	—	—
Св. 250 до 500	6±2	7±2	8±2	9±2	10±3	11±3	12±3	13±4	14±4
Св 500 до 800	7±2	8±2	9±3	10±3	11±3	12±3	13±4	14±4	15±4
Св. 800 до 1200	8±2	9±3	10±3	11±3	12±3	13±4	14±4	15±4	16±4

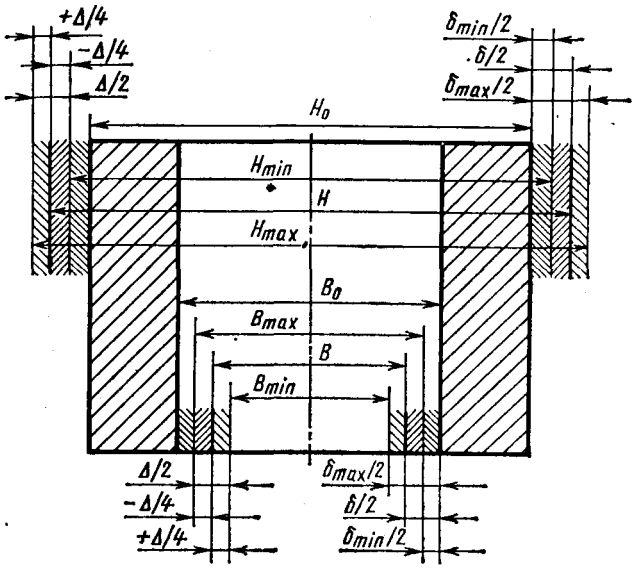


Рис. 6.2. Схема расположения припусков и предельных отклонений от размеров поковки:

Яд — номинальный наружный размер детали или обдирочный размер заготовки; *Вц* — номинальный внутренний размер детали или обдирочный размер заготовки; б — номинальный размер припуска на размеры *Но и Во; Н* — номинальный наружный размер поковки; *В* — номинальный внутренний размер поковки; Л — допуск или поле предельных отклонений на размер припуска 6 и размеры поковки *Н я В;* б , и о — минимальный и максимальный размеры припусков; //д^д и *Н*^^ — минимальный и максимальный наружные размеры поковки; Вдщ и Вд,д^ — минимальный и максимальный внутренние размеры поковки

чатых колес) является нерентабельным и практически нереальным (см. рис. 6.4). Напуски назначают и вместо отверстий, если высота отверстия в 3 и более раз больше диаметров этих отверстий, т. е. такие отверстия выполняют не ковкой, а сверлят.

Величины напусков следует принимать по ГОСТ 7829—70 в зависимости от сложности формы поковки и возможности получить ковкой те или другие уступы, выступы, впадины, отверстия и т. п. Кузнец должен стремиться всегда получать поковки с минимальными размерами припусков и напусков. На такие поковки расходуется меньше металла.

Чертеж на поковку выполняют при наличии образца готовой детали или чертежа на эту деталь. Затем в масш-

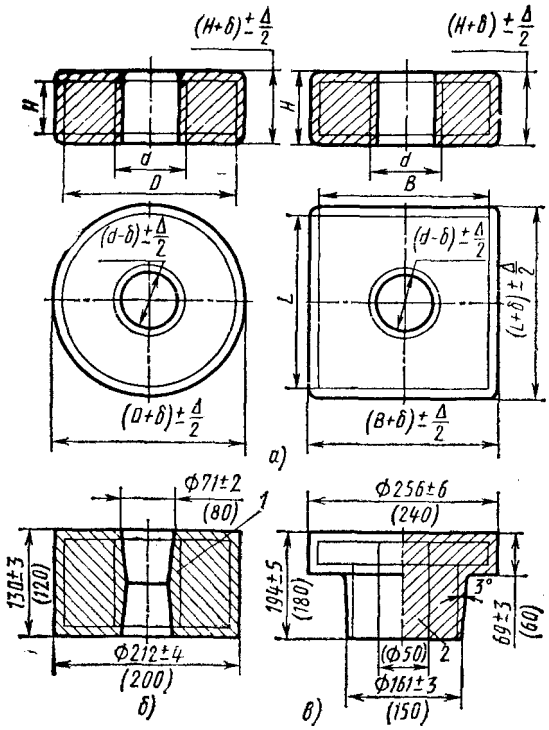


Рис. 6.3. Образцы поковок с обозначением припусков, напусков и предельных отклонений

табе или в виде эскиза на листе вычерчивают тонкими линиями контур готовой детали и предварительно проставляют номинальные диаметральные, линейные и угловые размеры детали. Для этих размеров из табл. 6.1 и 6.2 или из ГОСТ 7829—70 назначают припуски и предельные отклонения, а также определяют места и размеры напусков. При этом следует руководствоваться следующими дополнительными рекомендациями.

Для необрабатываемых поверхностей припуски не назначают, а предельные отклонения определяют из таблиц стандарта в зависимости от типа и размеров поковок.

Для деталей, обрабатываемых с одной стороны, величину припуска принимают равной половине табличного значения, а предельные отклонения принимают равными

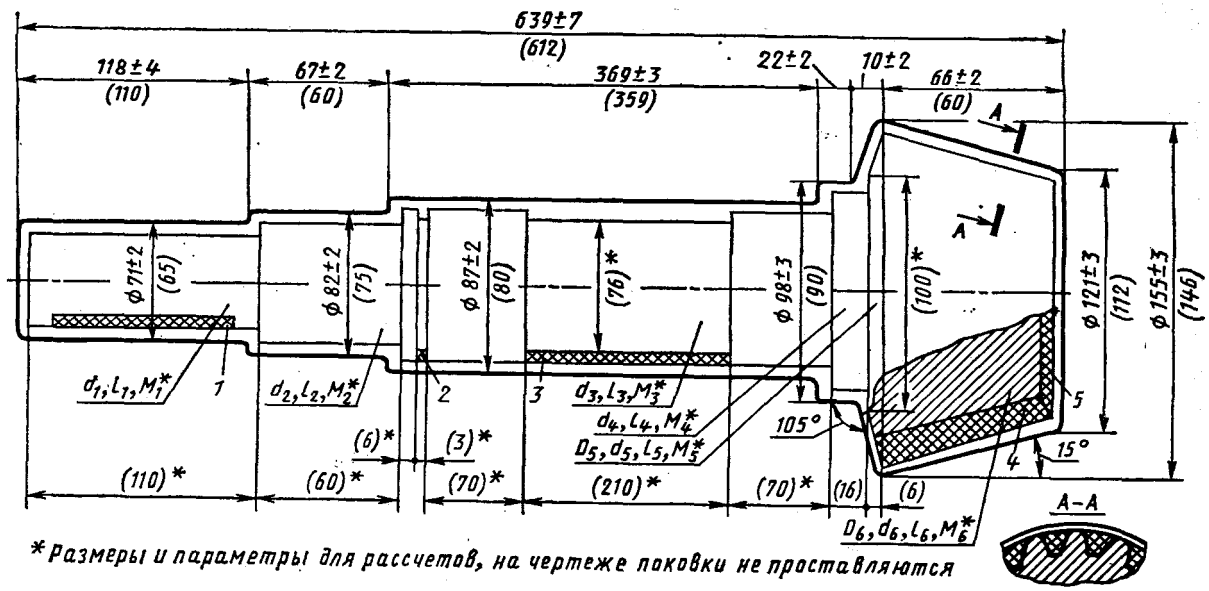


Рис. 6.4. Чертеж на поковку детали вал-шестерня

табличным. Припуск на общую длину детали принима» равным 2,5 припускам на диаметр или размер выступа наи-1 большего сечения. Предельные отклонения ±А/2 на об.' щую длину детали принимают равными 2,5 отклонениями[1] на диаметр или размер выступа наибольшего сечения. Припуски 6 на длину уступов и выступов принимают кратными припуску на диаметр или размер выступа наибольшего сечения. Предельные отклонения ±А/2 на длину уступов и выступов принимают равными 1,5 отклонениям на диаметр или размер выступа наибольшего сечения.

После получения номинальных размеров поковки по этим размерам обводят контур детали жирной линией. Проводят размерные линии. Над этими линиями проставляют номинальные размеры поковки с предельными отклонениями, а под линиями, в скобках, указывают номинальные размеры готовой детали (см. рис. 6.4).

Например, чертеж поковки на вал-шестерню (см. рис. 6.4) можно выполнить следующим образом. Так как величина впадины под кольцо пружинное и выемки для прохода подшипника у рассматриваемой поковки меньше минимальных по ГОСТ 7829—70, то их при ковке не будут выполнять, а вместо них назначают напуски *2 и 3,* напуск / на шпоночую канавку, напуск *4* на впадины между зубьями и напуск 5 на торцовую выемку оставлены потому, что их затруднительно выполнить ковкой. Для номинального размера 75 готовой детали из табл. 6.2 находится величина припуска, равная 7 мм, и предельные отклонения на него 2 мм. Следовательно, в этом месте размер поковки с предельными отклонениями, с использованием формул (6.1), будет равен сумме: 75 + 7 ± 2 = 82 ± 2. Аналогично получены и все другие диаметральные размеры поковки. Линейные размеры получены с учетом дополнительных рекомендаций к табл. 6.1 и 6.2. Размер общей длины получен как сумма 612 + 2,56 ± 1,5 -n- =

= 612 + 2,5.11 ± 1,5.3 = 639 ± 7. Остальные линейные размеры получены с предельными отклонениями в 1,5 раза больше табличных.

На рис. 6.3, *б* показана поковка, выполненная с припуском / на отверстие, а на рис. 6.3, *в* с напуском *2* вместо отверстия, так как отношение высоты этого отверстия к его диаметру больше трех, т. е. 180 : 50 = 3,6.

Следует отметить, что напуски на чертеже поковки никак не выражаются — место напуска остается пустым,

S>8

если он наружный. На рис. 6.4 это показано выше оси симметрии вал-шестерни, а для лучшего понимания эти же напуски ниже оси симметрии вал-шестерни заштрихованы в клетку. Припуски и напуски на отверстия штрихуются заодно с условно рассеченным телом поковки, что показано на рис. 6.3, б и 6.3, *в* цифрами / и *2*.

На листе, где изображен чертеж поковки, обычно в его правой части записывают технические условия на изготовление поковки.

6.3. Определение размеров и массы поковок и заготовок

Для определения размеров и массы поковок и заготовок требуется знать величины размеров и масс отходов, неизбежно образующихся при подготовке, нагреве и ковке металла. Эти отходы образуются во время выполнения следующих операций.

При разделке проката на заготовки образуются отходы: на пропиловку, при отрезке на пилах; на расплав-ление и сгорание в зоне газопламенной резки, на надрезку при хладоломе; на концы, образующиеся от некратности заготовок исходному материалу, концевых и формовых кусков, если они не используются для более мелких поковок. При нагреве металл теряется на угар, а при ковке уходит в отходы в виде *выдр* обсечек и концевых обрубков. Значительная часть металла уходит в отходы, при удалении с поковки припусков и напусков, в виде стружки.

Любые из этих отходов можно определить в массе или объеме. Более распространенным является определение отходов в массе (кг) по следующим, выработанным практикой, рекомендациям.

Отходы на разрезку металла зависят от ширины прорезов, которые достигают: 6,5 мм при разрезке на пилах; до 8 мм при разрезке на токарных станках и при газопламенной разрезке. Значит массу металла, уходящую в отходы на одну заготовку, можно определить по формуле

$$/Пр == Sby, \qquad (6.2)$$

где S — площадь сечения, разделываемого на заготовки проката, мм^2; *Ь* — ширина прореза, мм; у — плотность металла, кг/мм^8. Площади сечений основных видов про-

катя,,можно определить по формулам из табл. 6.3 или принимать из стандартов на сортаменты. Ширину прореза можно получить путем измерений. Плотности некоторых металлов и сплавов приведены в табл. 6.4.

Отходы на некратные концевые куски, приходящиеся на одну заготовку:

$$m_{„} == (SL^)/n^, \qquad (6.3)$$

где LK — длина оставшегося концевого куска при получении из исходного профильного проката длиной Lnci;
rig — число заготовок;

$$^{к=}Ьисх—"з(^з+^); \qquad (6.4)$$

$$"з = ^{ИСХ}/О\text{-}З + Ь), \qquad (6.5)$$

La — длина заготовки, мм.

Формулы (6.3) ... (6.5) можно использовать для расчета заготовок, отрезаемых от проката с круглым, квадратным, прямоугольным и другими сечениями, перпендикулярными оси симметрии, без дополнительного изменения формы и предназначенных для последующей операции нагрева. Для заготовок, имеющих сложную форму, которые вырезаются из листового проката, количество отходов устанавливается для каждой заготовки опытным путем.

Выдра является частью металла, удаляемого из заготовки при пробивке отверстий в ней. Высота выдры составляет 0,2 ... 0,35 от высоты заготовки. Сечение выдры бывает круглым и прямоугольным. Значит массу ее в виде отходов можно определить по формулам:

круглой

Отв == $0{,}785d^2$ [(0,2 ... 0,35) Я] у; (6.6) прямоугольной

$$т_{„} = (0{,}2 \ldots 0{,}35)\ \&///_{Y}, \qquad (6.7)'$$

где *d* — диаметр выдры (равен диаметру прошивня), мм} *Ь, I*— ширина и длина выдры, мм; *Н* — высота поковки или заготовки, мм.

Отходы на угар в виде окалины при одном полном нагреве стали от температуры окружающей среды (20 °С) до температуры ковки (1200 ... 1300 °С из табл. 5.1)' составляют:

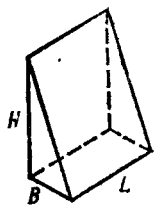
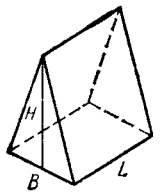
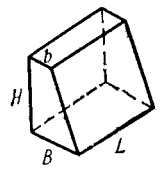
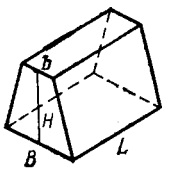
	В процентах	В массовых доляд
В горнах	**4 ... 5**	0,04 ... 0,05
В печах, на мазуте	2,5 ... 3	0,025 ... О 03
В печах, на газе	2 ... 2,5	0,02 ... 0025

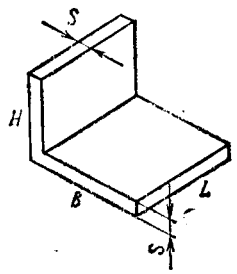
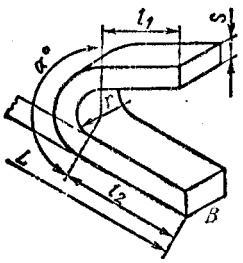
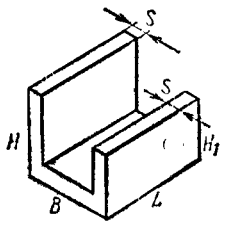
Таблица 6.3

Формулы для определения площадей сечения объемов и длины наиболее распространенных простейших тел

Эскиз простейшего тела	Наименование простейшего тела или детали	Формулы площади сечения S, объема V и длины L
	Круг	$S = 0{,}785d^2$; $V = 0{,}785d^2L$; $L = V/(0{,}785d^2)$
	Квадрат, лист, полоса	$S = BH$; $V = BHL$; $L = V/(BH)$
	Шестигранник	$S = 0{,}866d^2$; $V = 0{,}866d^2L$; $L = V/(0{,}866d^2)$ (d — диаметр окружности, вписанной в шестигранник)
	Труба (для деталей типа втулка, шайба, кольцо и т. п.)	$S = 0{,}785\ D^2 - d^2)$; $V = 0{,}785L\ (D^2 - d^2)$; $L = V/[0{,}785\ (D^2 - d^2)]$

Эскиз простейшего тела	Наименование простейшего тела или детали	Формулы площади сечения S, объема V и длины L
	Круглый прямой конус	$V = 0{,}2616D^2H$; $L = H = V/(0{,}2616D^2)$
	Круглый прямой усеченный конус	$V = 0{,}2616H(D^2 + d^2 + Dd)$; $L = H = V/[0{,}2616(D^2 + d^2 + Dd)]$
	Тор Круглое кольцо из проката с круглым сечением	$S = 0{,}785d^2$; $V = 2{,}465(D - d)$; $L = 3{,}143(D - d)$
	Кольцо вытянутое из проката с круглым сечением	$S = 0{,}785d^2$; $V = 0{,}785d^2 \times [3{,}143(D - d) + 2l)$; $L = 3{,}143(D - d) + 2l$

Эскиз простейшего тела	Наименование простейшего тела или детали	Формулы площади сечения S, объема V и длины L
	Прямая трехгранная призма Односторонний острый клин	$S = 0{,}5BH$; $V = 0{,}5BLH$; $L = V/(0{,}5BH)$
	Прямая трехгранная призма Двусторонний острый клин	$S = 0{,}5BH$; $V = 0{,}5BLH$; $L = V/(0{,}5BH)$
	Четырехгранная призма Односторонний тупой клин	$S = 0{,}5(B + b)H$; $V = 0{,}5(B + b)LH$; $L = V/[0{,}5(B + b)H]$
	Четырехгранная призма Двусторонний тупой клин	$S = 0{,}5(B + b)H$; $V = 0{,}5(B + b)LH$; $L = V/[0{,}5(B + b)H]$

Эскиз простейшего тела	Наименование простейшего тела или детали	Формулы площади сечения S, объема V и длины L
	Уголок с прямым углом	$S = s(B + H - s)$; $V = s(B + H - s)L$; $L = V/[s(B + H - s)]$
	Уголок с закругленным углом	$S = Bs$; $L = l_1 + l_2 + \frac{3{,}143\alpha}{180}(r + 0{,}5s)$; $V = BLs$; $L = V/(Bs)$
	Скоба с острыми углами	$S = s(B + H + H_1 - 2s)$; $V = SL$; $L = V/S$

Эскиз простейшего тела	Наименование простейшего тела или детали	Формулы площади сечения S, объема V и длины L
	Скоба с закругленными углами	$S = Bs$; $L = l_1 + l_2 + l_3 + 3{,}143\,(r + 0{,}5s)$; $V = BLs$; $L = V/(Bs)$
	Скоба с четырьмя закругленными углами	$S = Bs$; $L = 2l_1 + 2l_2 + l_3 + 3{,}143\,(r_1 + r_2 + s)$; $V = BLs$; $L = V/(Bs)$
	Деталь с однотавровым сечением	$S = s\,(B + H - s)$; $V = Ls\,(B + H - s)$; $L = V/S$
	Шайба (втулка) круглая с квадратным отверстием	$S = 0{,}785D^2 - bh$; $V = (0{,}785D^2 - bh)\,L$; $L = V/S$

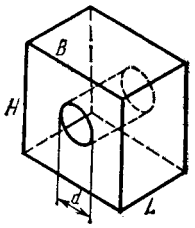
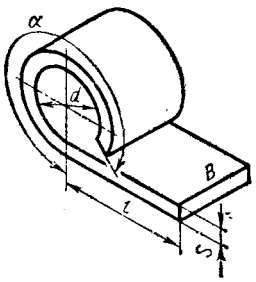
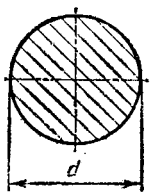
Эскиз простейшего тела	Наименование простейшего тела или детали	Формулы площади сечения S, объема V и длины L
	Шайба (вгулка) прямоугольная с круглым отверстием	$S = BH - 0{,}785d^2$; $V = (BH - 0{,}785d^2)\,L$; $L = V/S$
	Деталь с шарниром	$S = Bs$; $L = l + \frac{3{,}143\alpha}{180} - 0{,}5\,(d + s)$; $V = BLs$; $L = V/S$
См. рис. 7.11, *д*	То же, для круглого сечения (ушко) при замене s на d	$S = 0{,}785d^2$; $L = l + \frac{3{,}143\alpha}{180}\,0{,}5 \times (D + d)$; $V = 0{,}785d^2L$; $L = V/S$
	Шар	$V = 0{,}5233d^3$

Таблица 6.4 Плотность некоторых металлов и сплавов

Металл	Плотность V, кг/мм^3	Металл или сплав	Плотность *f,* или сплав кг/мм*		
Алюминий	2,7. Ю-^{6}	Олово	7,31-Ю-^{8}	Бронза	8,8- КТ-^{6}
Свинец	11,35-Ю-^{6}	Дюралюминий	2,8-10-'	Сталь	7,85.10-°
Латунь	8,6.10-°	Цинк	7,14.10-"	Медь	8,96. Ю- ^{8}
Чугун	7-Ю-^{6}				

При последующих подогревах металла от температуры конца ковки (600 ... 800 °С) до температуры ковки (см. табл. 5.1) угар, примерно, будет составлять 0,75% или 0,75 массовой доли от угара, образующегося при полном нагреве. Тогда массовую долю на угар, при нескольких нагревах, можно будет определять по формуле

Отуг = /"1 (1 + 0,75/г) /Пд, (6.8)

где /Л1 — массовая доля угара от поковки при первом полном нагреве; *n* — число последующих подогревов, при ковке металла только с одним полным нагревом *n* == = 0; /Пп — масса готовой поковки, кг.

Отходы в виде обрубков и обсечек зависят от типов поковок и приближенные величины их можно принимать из табл. 6.5.

Отходы металла на припуски и напуски приходится определять для каждой поковки отдельно с учетом ее формы по формулам из табл. 6.3, а в общем виде отходы на припуски и напуски определяются

/"ПН =/"П ——/"Д. (6.9)

где /Ппн — суммарная масса припусков и напусков; Отд — масса детали по чертежу.

Следовательно, общая массовая величина отходов металла относительно детали определяется как сумма

/"отх == /"р + /"к + *m»* + /"уг + /"обр + /"пн. (6.10) При этом массу поковки можно определить

/"п = /"д + /"пн> (6.1**1**)

а массу заготовки, поступающую на операцию нагрева, /"з =-- "in + *ttly* г + "'обр + /"в. (6.12)

Таблица 6.5

Приближенные значения массы в виде отходов на обрубки и обсечки

Типы поковок	на обрубки и обсечки, кг		
Валы, валики, бруски квадратные, прямоугольные, шестигранные и дру гие простые поковки	"Wp =	(0,05 ..	•0,1)/пп
Валы и валики с уступами или фланцами, болты, башмаки, траверсы	'"обр =	(0,1 ...	0,15)m,,
Гаечные ключи, шатуны	'"oSp ==	(0,15..	0,18)отп
Тяги разной формы, рычаги	/"обр =	(0,15...	0,2) *mn*
Коленчатые валы	'"обр =	(0,14...	0,25) Отд
Рычаги, сложные шатуны кривошипов	'"обр =	(0,18...	0,25) *ma*
Поковки небольших размеров с флан цами	'"обр =	(0,25...	0,3) *ma*

Здесь следует иметь в виду, что масса *m,* включается в формулу (6.12) только при получении отверстий в поковках с выдрами. В редких случаях поковки являются готовыми деталями. Тогда из формулы (6.11) исключают отходы на припуски и напуски.

При определении массы, размеров и объема поковок и заготовок могут быть использованы следующие зависимости.

Если известен объем поковки, заготовки или детали, то их массы определяются по формуле (2.3).

Длина заготовки для выбранного сечения прокатного профиля определяется по формуле по массе

$$^{\wedge}з == /"з/(5у), \qquad (6.13)$$

где 5 — из табл. 6.3.

Таким образом, для определения массы поковки, массы и размера по длине заготовки требуется знать массу готовой детали, размеры поковки из чертежа, сечение проката для заготовки и плотность металла. Зная это и используя формулы (6.2) ... (6.14), а такжесведения

10$,

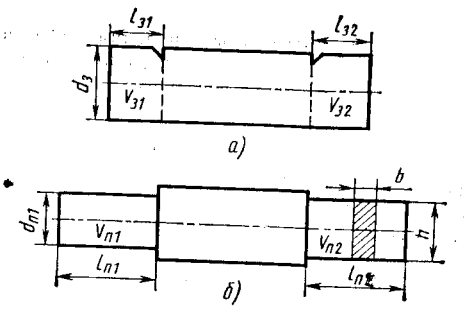


Рис. 6.5. Места переходов на заготовке

из табл. 6.3 ... 6.5, определяется масса поковки, масса и размер по длине заготовки.

При ковке обычно требуется определять место перехода ковки от одного сечения к другому или откуда начать протяжку, где поставить зубило или топор для *выполнения надрубки.* Этот вопрос решается на основании закона постоянства металла, т. е. объемы частей поковки приравниваются к объемам заготовки, из которой они будут получены. Например, для заготовки (рис. 6.5, а), из которой будет получена поковка (рис. 6.5, *б},* можно записать равенства: Vni = *Vai* и *V*^ = *V*^. Затем эти объемы заменить их значениями из табл. 6.3 и из полученных уравнений определить расстояния от концов заготовки до мест, где надо делать надрубки для получения концевых частей поковки.

6.4. Об эффективном использовании металла

Из предыдущего видно, что отходы металла образуются при подготовке и в конце ковки. Даже при соблюдении технологии ковки в отходы иногда уходит больше 50% исходного металла. При нарушении технологии ковки отходы еще больнГе увеличиваются. Поэтому каждый кузнец должен не только соблюдать установившуюся технологию ковки, но и стремиться отыскивать новые пути уменьшения отходов металла. Можно рекомендовать некоторые способы экономии металла.

Надо уметь правильно определять массу и размеры заготовок так, чтобы как можно меньше получалось отходов в виде концевых обрубков и обсечек. Стремиться делать раскрой проката без оставления некратных концевых кусков и широко применять безотходную разрезку

на ножницах. Если же они получаются, то использовать их для изготовления менее крупных поковок, а иногда применять кузнечную сварку для получения заготовки необходимого размера.

Отходы на распиловку и надрезы неизбежны и могут быть уменьшены только применением более тонких пил. А при газопламенной резке отход на расплавление и сгорание металла в некоторой степени зависит от квалификации рабочего и может быть меньше при чистой резке и больше при грубой.

По возможности уменьшать отходы на угар путем соблюдения рекомендаций, изложенных в гл. 5, и стремиться уменьшить размер выдры.

Для экономии металла важно строгое соблюдение допусков и даже получение поковок с минусовыми припусками. При ковке предельные отклонения на припуски иногда достигают десятков миллиметров и если ковать поковки с минусовыми предельными отклонениями, то можно получить значительную экономию металла без какого-либо изменения технологического процесса. При этом еще и уменьшаются затраты на механическую обработку, так как с поковки будет уделяться меньший слой металла. Значит, общая трудоемкость и себестоимость детали (конечного продукта) уменьшается.

Однако ковка по минусовым предельным отклонениям требует большой тщательности при выполнении всех операций. Поковки в этом случае не должны иметь перекосов, смещений, кривизны, зажимов, забоин, вмятин, заковки окалины и т. д., так как такие дефекты не устраняются при механической обработке. Поверхность откованной поверхности должна быть гладкой и чистой. Такую ковку могут выполнять кузнецы, обладающие высокой квалификацией.

Например, поковку (см. рис. 6.4) можно отковать с плюсовыми предельными отклонениями, по номинальным размерам и с минусовыми предельными отклонениями. Расход металла на нее будет разный. Поковка, изготовленная по номинальным размерам, имеет массу 33,737 кг, а изготовленная по размерам с минусовыми предельными отклонениями — массу 30,698 кг, т. е. на 3,039 кг меньше. Относительно плюсовых предельных отклонений экономия металла будет около 6 кг.

Многие поковки со сложной формой получаются с меньшими отходами за счет применения специального форми-

рующего подкладного и накладного инструмента в виде подкладных штампов, фигурных обжимок, прошивней и др. Кузнец должен уметь ковать фигурные инструменты, позволяющие уменьшать припуски на механическую обработку.

Если поковка будет изготовляться не один раз, то на первой же поковке следует уточнить расчетные массы отходов на обрубки, обсечки, припуски и для последующих поковок по возможности уменьшить эти отходы путем уменьшения массы заготовки.

Об эффективном использовании металла в кузнице можно судить по следующим коэффициентам, регламентируемым ГОСТ 18970—84.

Коэффициент использования металла определяется как отношение массы изделия (готовой детали) к массе расхода металла по норме, т. е.

Ли = /"д/(/Пз + "р + /"„),

или-

/Си = ОТд100/(/Пз + "р + /"к) %.

Коэффициент раскроя определяется отношением масбы исходной заготовки к массе расхода металла по норме, т. е.

Лр = Отз/(/"з + *"?* + /"к). или

Кр = /7!з100/(/тгз + от? + /"к) %.

Коэффициент точности исходной заготовки определяется отношением массы поковки к массе исходной заготовки, т. е.

Кз = /"п//"з> или *Ks* == тц100//Из %•

Коэффициент точности поковки определяется отношением массы изделия (готовой детали) к массе поковки, из которой оно изготавливается, т. е.

/Сп^/Пд/ОТп, ИЛИ /<п=ОТд100//Пп%.

Эти коэффициенты дают представление об эффективности использования металла на различных стадиях его обработки. Коэффициент Ли дает полное представление о расходах металла на изготовление готовой детали, т. е. с учетом всех видов отходов. Коэффициент *К. у* показы-

вает, как эффективно использован металл *прw* раскрое, сколько ушло металла в отходы на разрезку и остатки в виде неиспользованных некратных концевых кусков. Коэффициент *К.з* позволяет судить, насколько правильно определены размеры заготовки и сколько пошло металла в отходы в виде обрубков и угара. Коэффициент *Кц* позволяет судить о количестве отходов металла в виде стружки при удалении с поковки припусков и напусков механической обработкой.

Таким образом, чем ближе к единице или 100% будут приближаться эти коэффициенты, тем экономнее будет израсходован металл.

ГЛАВА 7

Операции при ковке металла

7.1. Классификация поковок и операций ковки

По форме поковки можно условно разделить на девять групп. Поковки наиболее простой формы, имеющие постоянное по длине сечение, относят к I группе (цилиндры, бруски и т. п. без уступов). Для их изготовления требуется одна операция, чаще всего протяжка. Поковки II группы имеют переменное поперечное сечение по длине. Их изготовляют или протяжкой, или протяжкой и осадкой. Поковки переменного сечения, имеющие отверстия, относят к III ... V группам. Для их изготовления применяются операции гибки, пробивки, прошивки и раскатки отверстий. Самые сложные поковки объединены в VI ... IX группах. Для их изготовления используются сочетания самых разных операций.

Совокупность действий людей, оборудования и инструмента, связанных с изменением формы, размеров и свойств заготовки, начиная от разделки металла до получения готовой поковки, называется технологическим процессом, который может состоять из нескольких операций.

Операцией называется законченная часть технологического процесса, выполняемая одним или несколькими рабочими, включающая в себя все последовательные Действия надданной заготовкой для придания ей заданной формы. Выбор и последовательность операций ковки в основном определяются формой поковок. Операции ковки классифицируются по функциональному назначению и подразделяются на предварительные, основные, вспомогательные и отделочные.

Предварительные операции применяются для получения углублений в местах последующего излома металла на хладноломах или в местах получения будущих пере-

ходов при ковке заготовки. К ним относятся: *надрезкс надрубка, отрезка, отрубка, вырубка* и др. Следует отме-' тить, что отрубка является и отделочной операцией (см. ниже).

Основные операции ковки характеризуются тем, что при выполнении их заготовка подвергается пластическому' деформированию с целью получения поковки требуемой j формы и размеров. К ним относятся: *протяжка, рас- катка, осадка, высадка, проколка, прошивка, пробив- ^ ка, раздача, гибка, передача, скручивание* и *кузнечная; сварка.* ;

Вспомогательные операции применяются с целью улучшения и облегчения последующей ковки. К ним относятся: *пережим* и *сбивка углов.*

Отделочные операции применяются для устранения лишнего металла, выравнивания и выглаживания поверхностей поковок. К ним относятся: *отрубка, правка, про-глаживание, калибровка.*

Операции ковки состоят из отдельных действий и перемещений заготовок и инструмента, называемых *приемами.* Приемы имеют специальные наименования.

Переходом называют часть операции, которая выполняется без замены кузнечного инструмента и без перестановки заготовки.

Проходом называют последовательные однотипные удары кузнечным инструментом по заготовке, в результате которых заготовка деформируется (удлиняется, укорачивается, расширяется, сужается, изгибается, скручивается и т. д.).

Кантовкой называют часть операции, которая состоит из поворота заготовки вокруг оси.

Подачей называют часть операции, которая состоит из продольного или поперечного перемещения заготовки между переходами или во время прохода.

Изготовить одну и ту же поковку можно с большим или меньшим числом переходов. Поэтому кузнец должен знать, какие операции, приемы и инструмент использо* вать, чтобы как можно меныые'затратить времени, топлива и металла на получение той или другой поковки, Для этого он должен хорошо знать возможности каждой операции ковки и приемов, из которых она состоит.

7.2. Предварительные операции

Надрезка — это углубление на прокате, получаемое путем сдвига пилой, резцом и др. для последующего отделения заготовки по этой надрезке, например, при отделении заготовок от проката на хладноломе.

Надрубка — операция, при которой формируют небольшие углубления на заготовках зубилами (см. рис. 3.3, а) и пережимками (см. рис. 3.9, *а)*. Надрубкой намечаются места для образования в поковках переходов в виде уступов, выступов, выемок и т. п., которые выполняются последующими основными кузнечными операциями. Кузнец должен знать, что надрубку нельзя делать слишком близко около конца заготовки, так как при последующей протяжке короткого хвостовика может образоваться вогнутость (см. рис. 7.5, *г)* и поковка будет забракована. Место надрубки следует определять, пользуясь формулами из табл. 6.3.

Отрезка — операция, при которой заготовка полностью отделяется от проката путем сдвига, например, при отделении части металла от проката на заготовку ножовкой, пилой, на токарном станке и др.

Отрубка — операция, при которой заготовку полностью отделяют от исходного металла по незамкнутому контуру кузнечным инструментом. Здесь и далее контур рассматривается в плоскости, перпендикулярной направлению движения инструмента.

Отрубку, как правило, выполняют в горячем состоянии заготовки, т. е. при ковочной (см. табл. 5.1) или близкой к ней температуре. Однако от тонких и узких полос или от толстых полос и прутков небольшого сечения из мягкой стали заготовки можно отрубать в холодном состоянии.

Отрубку металла в холодном состояни.и (рис. 7.1) осуществляют следующим образом. Мелом намечают место отрубки. Затем кузнец плотно укладывает кусок проката на наличник наковальни и удерживает его левой рукой. Правой рукой устанавливает на место отрубки зубило для холодной рубки (см. рис. 3.3, а). Зубило должно быть установлено строго вертикально. Ударами кувалды зубило внедряется в прокат примерно на половину толщины (рис. 7.1, а). Затем его поворачивают на 180° и зубило устанавливают над местом надрубки. Ударами кувалдой по зубилу надру-

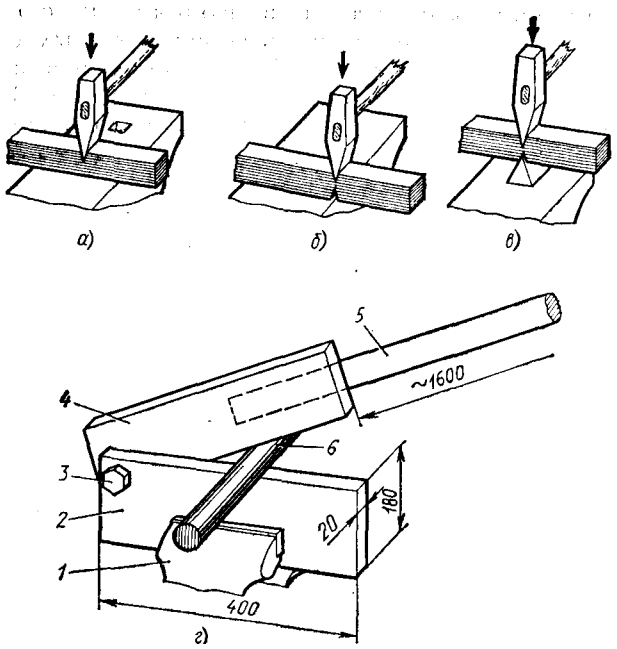


Рис. 7.1. Способы отрубки металла в холодном и горячем состоянии

бается вторая половина сечения и отделяется заготовка (рис. 7.1, б). Окончательное отделение заготовки от проката желательно выполнять не ударом, а оставлять возможно тонкую перемычку и переламывать ее на краю наличника. При отрубке кузнец должен постоянно следить, чтобы металл всегда плотно лежал на наковальне.

При большой толщине и высокой твердости металла делают четыре надрубки, поворачивая разрубаемый прокат на 90°. При отрубе полосовой стали под нее на наковальню кладут лист из мягкой стали, что предохраняет наличник наковальни и режущую кромку зубила от повреждения.

Отрубка от толстых полос и прутков в холодном состоянии — операция длительная и трудоемкая. Она приводит к затуплению инструмента и его приходится часто затачивать. Отрубка от проката из легированных сталей в холодном состоянии нежелательна, так как в них образуются трещины в местах внедрения инструмента, что приводит к браку заготовок.

Отрубку металла в горячем состоянии выполняют после нагрева углеродистых сталей до температуры не ниже 700 °С (светло-вишневый цвет каления), а легированных сталей — не ниже 850 °С. При более низких температурах возможно появление трещин в торцах заготовок.

При отрубке нагретый првкат укладывают на наличник наковальни, придерживают его клещами в этом положении, наставляют зубило для горячей рубки (см. рис. 3.3, *а)* в намеченном месте отрубки. Выполняют отрубку заготовки так же, как при отрубке металла в холодном состоянии. Прокат с малыми поперечными сечениями кантуют на 180°, а с большими — рубят равномерно со всех сторон, поворачивая его после требуемого числа ударов кувалдой. Надо следить, чтобы зубило всегда было против уже сделанной надрубки. Последние удары должны быть легкими и осторожными.

Процесс отрубки металла в горячем состоянии можно ускорить, если осуществлять его на подсечке (см. рис. 3.4, *а).* В этом случае на нагретом прокате точно против друг друга на противоположных сторонах намечаются отметки по месту отрубки. Затем кузнец кладет прокат на лезвие подсечки одной отметкой и придерживает его клещами в строго горизонтальном положении, а сверху по другой отметке точно над лезвием подсечки устанавливает лезвие зубила. Молотобоец наносит удары по зубилу (рис. 7.1, б). Ударять следует до оставления небольшой перемычки между лезвиями зубила и подсечки, а окончательную отрубку следует закончить на краю наличника наковальни (см. рис. 7.1, б) нанесением несильного удара по зубилу.

Отрубку заготовок от проката диаметром до 24 мм в горячем состоянии кузнец В. В. Шахно выполняет на приспособлении, показанном на рис. 7.1, *г.* Оно состоит из неподвижного ножа *2,* подвижного ножа *4* с ручкой 5. Ножи шарнирно соединены болтом *3* с гайкой и шайбой. Нижний нож закреплен в тисках /. Отрезается заготовка *6.* Ножи изготовлены из высокоуглеродистой стали и закалены.

Вырубка состоит в полном отделении заготовки или поковки от листовой стали или профильного металла по замкнутому контуру кузнечным инструментом путем сдвига. , •

7.3. Протяжка, разгонка и раскатка

Протяжка — при выполнении этой операции увел» чивают длину всей заготовки или части ее за счет умень шения площади поперечного сечения, при этом увеличив вается прочность металла в осевом направлении в связщ с измельчением зерен и заковыванием внутренних дефек| тов металла (рис. 7.2). ;|

При ручной ковке протяжки выполняют ударам^ молотка или кувалды по заготовке, нагретой до ковочной температуры и уложенной на наличнике наковальни» При этом заготовка под действием серии ударов удли-i няется и расширяется. Затем заготовку поворачивают на 90° и удары наносят по расширенному месту, отчего она уменьшается по ширине, но увеличивается по длине,-так как действует закон постоянства объема (см. гл. 5)., В результате заготовка уменьшается до заданного поперечного сечения и протягивается до требуемой длины.' Исходные сечения заготовок и требуемые сечения поковок;
могут быть любыми (круг, квадрат, треугольник, шестигранник и т. д.). Переходные сечения куются обязательно квадратными, а при последнем обжатии получают требу--емые сечения поковок. '

Кузнецу следует не забывать, что если на какой-то стадии протяжки заготовка подстынет, то ее надо подогреть до ковочной температуры. При этом каждый раз

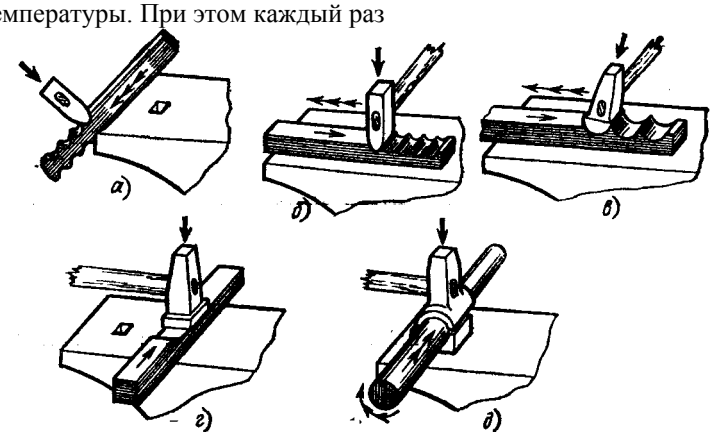


Рис. 7.2. Последовательность переходов при различных варианта протяжки заготовок

необходимо удалять окалину с заготовки и наличника наковальни.

Протяжка только молотком или кувалдой является не эффективной, так как при каждом переходе получают .большое уширение и небольшое удлинение. Ускорить протяжку можно путем выполнения ее кувалдой со скругленным носком (рис. 7.2, о» б), с использованием подбоек, раскаток, гладилок, обжимок и другого" накладного и подкладного инструмента (см. рис. 3.3, 3.4).

Например, нагретый до ковочной температуры пруток или полосу укладывают на наличник наковальни (рис. 7.2, б), на заготовку ставят полукруглую ручную набойку (см. рис. 3.3, б) и наносят по ней удары кувалдой. Переставляя набойку вдоль заготовки, деформируют требуемую часть ее. Внедрение набойки в металл с некоторым наклоном ускоряют интенсивность течения его вдоль заготовки с незначительным уширен нем ее. Чем уже набойка, тем меньше диаметр скругления рабочей части набойки, тем меньше уширение и больше вытяжка заготовки.

После обработки набойкой поверхность заготовки получается волнистой. Поэтому она проглаживается плоской гладилкой (рис. 7.2, *г)*.

Для изготовления покбвок круглого сечения из круглых заготовок большего сечения протяжку выполняют с помощью обжимок (см. рис. 3.5, б). По обжимке-верх-нику наносятся удары кувалдой и по мере надобности заготовку поворачивают и перемещают вдоль оси (рис. 7.2, *д)*.

Операция протяжки применяется не только для уменьшения сечения заготовки, но и при изготовлении поковок типа стержней с одной или двумя головками, симметричных и несимметричных, круглых, квадратных и плоских поперечных сечений. Последовательность переходов при ковке поковок показана на рис. 7.3. Такую протяжку можно выполнять как вручную, так и на молотах.

Разгонка — разновидность протяжки, при выполнении которой значительно увеличивают ширину заготовки или ее части за счет существенного уменьшения толщины и небольшого увеличения длины.

Раскатка — операция, при выполнении которой увеличивается диаметр кольцевой заготовки за счет уменьшения толщины стенки (рис. 7.4). Нагретую до ковочной температуры кольцевую заготовку надевают на рог

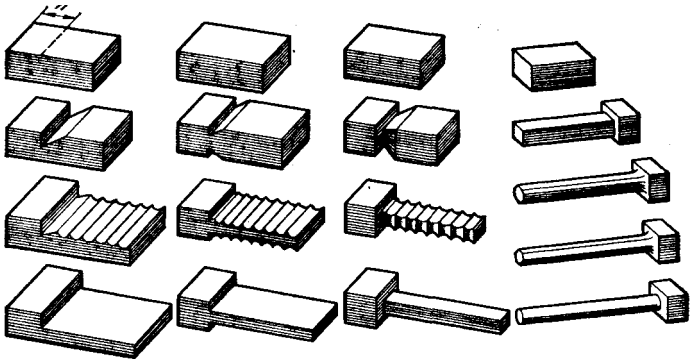


Рис. 7.3. Последовательность переходов при ковке поковок типа| стержней с головками

наковальни (рис. 7.4, *а),* наносят удары кувалдой или| молотком и постоянно поворачивают на роге наковальни.-Ц После каждого удара толщина стенки кольца умень-1 шается, а диаметр его увеличивается. Для ускорения;

раскатки часто используют подбойки-верхники. Проко-^ ванное кольцо проглаживают гладилкой с полукруглой! рабочей поверхностью и доводят поковку до требуемых] размеров. Раскатку применяют при изготовлении цельнокованых бесшовных и сварных колец, венцов, обечаек, колесных шин, бандажей и других подобных деталей.

Раскатку на оправке выполняют для уменьшения толщины стенки трубчатой заготовки и увеличения длины ее. Нагретую до ковочной температуры толстостенную кольцевую

t или трубчатую заготовку ¯ надевают на оправку и кладут на наличник наковальни (рис. 7.4, *б)* или в угловой нижник *4* (см. рис. 3.4, б), вставленный в отверстие наковальни, и наносят удары по заготовке кувалдой или молотком и постоянно пово-

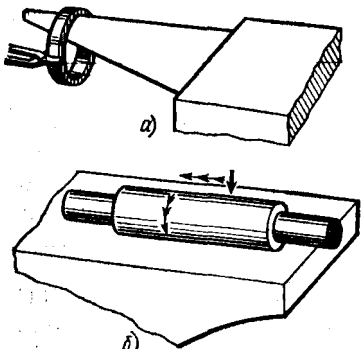


Рис. 7.4. Раскатка заготовок в виде колец и труб

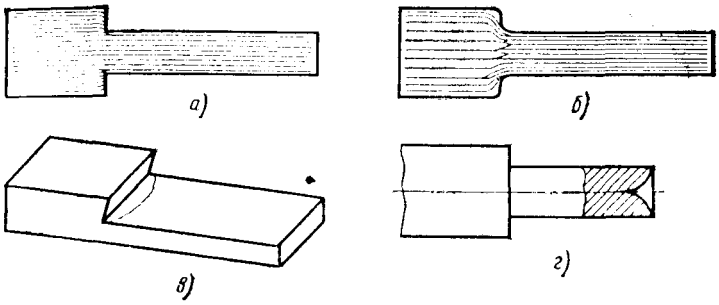


Рис. 7.5. Виды дефектов при протяжке

рачивают. В конце ковки поверхность поковки проглаживают в круглых обжимках (см. рис. 3.5, *б}*.

Протяжку на оправке применяют не только для изготовления кольцевой или трубчатой поковки с нужной толщиной стенки, но и для получения поковок с достаточно большой точностью диаметра отверстия. При этом в качестве исходной заготовки используют либо короткую толстостенную трубу, либо заготовку с пробитым отверстием, изготовленную осадкой.

Дефекты при протяжке и разгонке могут быть следующими (рис. 7.5). Перерезание волокон получается при чрезмерно глубоком внедрении перебивки или раскатки в металл за один прием в местах образования уступа и протяжки, при этом уменьшается прочность поковки (рис. 7.5, а). Чтобы не допускать этого, переход уступа необходимо делать более плавным (рис. 7.5, б), т. е. сначала сделать небольшие углубления и предварительную протяжку или разгонку круглой раскаткой, а затем дооформить уступ Цережимкой соответствующей формы (см. рис. 3.9).

Изгиб заготовки в плоскости наковальни происходит из-за неравномерного прогрева заготовки по толщине, при односторонней ковке без поворачивания заготовок и при внедрении раскатки в металл с перекосом по высоте (один конец внедряется ниже другого). Для предупреждения изгиба заготовку следует хорошо прогревать по всему сечению в месте ковки, а во время протяжки чаще поворачивать заготовку на 180°.

При выполнении операции разгонки, по мере появления изгиба, заготовку следует поворачивать на 180°

и распрямлять ее слабыми ударами кувалды или правт поверхность гладилкой.

Зажим получается при неправильной установке! гладилки по длине заготовки. Например, когда ее устанавливают близко к краю высокого и крутого уступа, то после удара может образоваться недопустимый дефект в виде зажима и трещины (рис. 7.5, в).

Воронкообразная вогнутость и осевая трещина на конце поковки образуются при протяжке круглой заготовки на круг. При этом металл по толщине проковывается неравномерно. Удлиняются только наружные слои металла и это приводит к образо-' ванию вогнутости в виде воронки, переходящей в осевую;
трещину (рис. 7.5, *г),* *i*
Осевая рыхлость и трещины по оси обра-' зуются при непосредственной протяжке заготовки *на:*
круг, если протяжка выполняется слабыми ударами. При | слабых ударах проковываются только верхние слои,' а во внутренних слоях возникают растягивающие напряжения, которые и являются причиной возникновения разрывов и трещин в металле.

Вогнутость, осевые трещины и осевая рыхлость не возникают, если круглую заготовку перековывать на квадрат сильными ударами и только в конце ковки про-тягивать на круг требуемого диаметра.

Поверхностные и внутренние трещины возникают в результате продолжительной ковки подстывшего металла, что приводит к наклепу поверхностных слоев и образованию трещин на поверхности и даже внутри металла. Наклеп можно исправить отжигом, а из-за трещин поковка бракуется.

7.4. Осадка и высадка

Осадка является основной кузнечной операцией, при выполнении которой уменьшают высоту (длину) всей заготовки за счет увеличения площади поперечного сечения (рис. 7.6).

Ее выполняют так же, как и высадку, с целью увеличения диаметра или поперечного сечения исходной заготовки при отсутствии заготовки требуемого сечения, подготовки заготовки для последующей прошивки, выравнивания торцевых поверхностей заготовки, образования головок и фланцев, увеличения степени укова и проч-

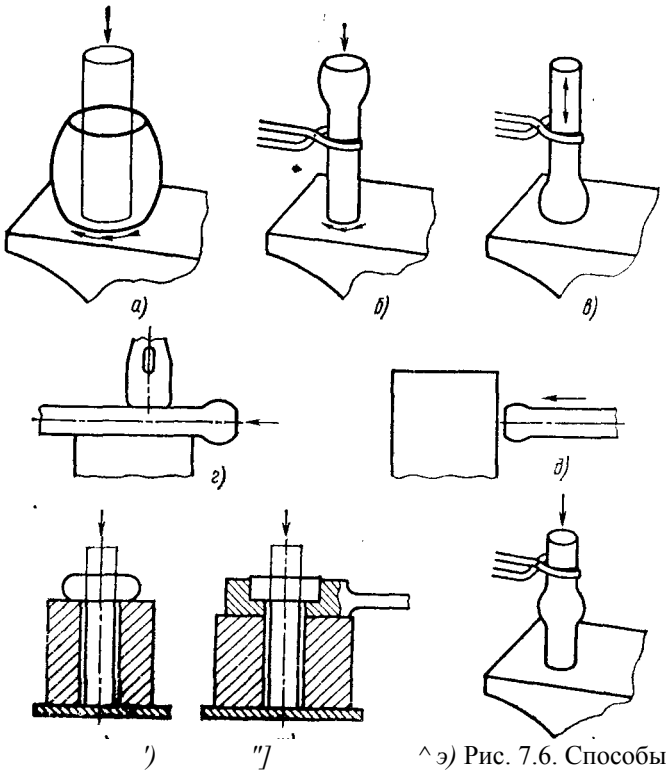


Рис. 7.6. Способы осадки и высадки заготовок

ности поковки, а также получения нужной ориентации волокон металла.

Перед выполнением операции осадки заготовку нагревают до максимально допустимой температуры начала ковки для данной стали (см. табл. 5.1). Нагретую заготовку устанавливают вертикально на наковальню и, поддерживая клещами за середину, наносят по верхнему торцу несколько слабых ударов кувалдой, чтобы обеспечить ее устойчивость. Затем силу ударов увеличивают и после каждого удара заготовку клещами поворачивают вокруг вертикальной оси на некоторый угол, что обеспечивает равномерность ее осадки. С каждым ударом высота •заготовки уменьшается, а сечение ее увеличивается и она приобретает бочкообразную форму (рис. 7.6, *а).* Если

бочкообразность не допускается, то в конце осадки **пс** ковку правят. Следует иметь в виду, что в соответствий с законом наименьшего сопротивления заготовки с ква^ дратными, прямоугольными и другими поперечными сече-1 ниями при осадке также будут приобретать круглую форму сечения (см. рис. 5.1).

Для успешного проведения осадки высота заготовки не должна превышать 2 ... 2,5 ее диаметра или длины меньшей стороны поперечного сечения. В процессе осадки необходимо следить за тем, чтобы заготовка не изгибалась и не перекашивалась. При обнаружении малейшего изгиба ' или перекоса заготовку немедленно следует выправить. Если заготовка подстынет, то ее надо подогреть. ;

Высадка. При выполнении этой операции уменьшается 1 высота части заготовки у концов или в ее середине;, с соответствующим увеличением площади поперечного I сечения.

Высадка конца заготовки применяется для получения деталей типа стержней с головками (болты, Пальцы и т. п.). Высадку конца заготовки выполняют без формообразующего инструмента или с формообразу-ющим инструментом. В любом случае у заготовки нагревают на требуемую длину только конец ее, который будет подвергаться высадке. Если нагрелась большая часть заготовки, чем требуется для высадки, то участок, который не подвергается высадке, охлаждают.

Высадка конца заготовки без формообразующего ин-струмента выполняется, как показано на рис. 7.6, б.

Высадку конца заготовки также можно проводить Другими способами. Кузнец захватывает заготовку клещами посередине и ставит ее на наличник нагретым концом. Затем он поднимает заготовку и, ударяя нагретым концом заготовки о наличник наковальни, высаживает этот конец (рис. 7.6, б), после чего отделывает его и придает ему требуемую форму.

При большой длине или неудобной форме заготовки ее кладут в горизонтальном положении на наличник наковальни так, чтобы нагретый конец выступал за край наличника, а холодный конец удерживают руками или укладывают на стойку (см. рис. 4.5, *а).* Затем выполняют высадку нагретого конца заготовки ударами молотка или кувалды по торцу (см. рис. 7.9, *г).* Конец длинной заготовки можно также высаживать, как показано на. рис. 7.6, *д,* ударяя заготовку о наковальню.

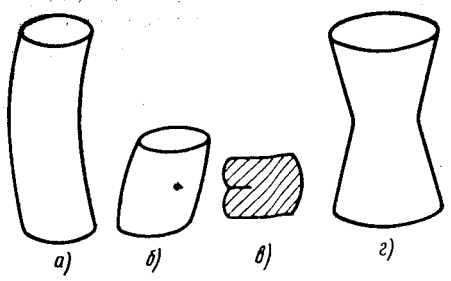


Рис. 7.7. Виды дефектов при осадке

Высадкой с формообразующим инструментом получают поковки с головками, требующими правки (рис. 7.6, *е),* или с готовыми головками требуемой формы (рис. 7.6, *ж). В* качестве формообразующего инструмента используют гвоздильни или формы (см. рис. 3.4, *г, д}.*

Высадка средней части заготовки выполняется следующим образом. Осаживаемую среднюю часть заготовки нагревают до ковочной температуры. Если нагрелись концы, то их охлаждают, окуная в воду на требуемую длину. Затем заготовку ставят вертикально на наличник наковальни и удерживают ее в этом положении клещами ниже или выше того места, которое будет высаживаться. По торцу верхнего конца наносят удары молотком или кувалдой. Сначала удары должны быть не сильными, а затем как можно сильнее. Удары через холодную часть заготовки передаются средней и она, как наиболее пластичная, деформируется, приобретая бочкообразную форму (рис. 7.6, а).

Дефекты при осадке и высадке (рис. 7.7). Изгиб (рис. 7.7, *а)* получается чаще всего тогда, когда длина осаживаемой части заготовки больше 2,5 ее диаметров или если заготовку при осадке не поворачивали вокруг продольной оси. Он может появиться также при ковке неравномерно прогретой по сечению заготовки и когда ее не правят во время ковки.

Косогранность (рис. 7.7, б) образуется в результате интенсивной осадки заготовки с высотой более 2,5 диаметра, когда удары наносились не по центру торца заготовки, а Заготовка не поворачивалась вокруг продольной оси и не правилась в процессе ковки.

Зажим (рис. 7.7, в) представляет собой складку на боковой стороне заготовки. Он образуется при продольном

изгибе заготовки, когда запаздывают с правкой. Обра-' зевавшийся зажим устранить очень трудно, а иногда и невозможно.

Рюмкообразность (рис. 7.7, *г)* появляется при неравномерном прогреве осаживаемой части заготовки по длине и сечению и при слабых ударах по торцу заготовки.

Продольные трещины образуются из-за того, что заготовка была неравномерно прогрета по объему или ковалась подстывшей. Трещины являются наиболее опасным дефектом, так как их не всегда можно обнаружить. Поэтому на осадку и высадку должны поступать заготовки, нагретые до ковочной температуры и равномерно прогретые по объему. Нельзя ковать подстывшие заготовки, особенно из легированных сталей.

7.5. Проколка, прошивка, пробивка и раздача отверстий

Проколка, прошивка и пробивка применяются для образования в заготовках сквозных отверстий, несквозных полостей и пазов, а раздача для увеличения диаметров отверстий (рис. 7.8).

Проколкой выполняют в заготовке отверстия без удаления металла в отходы. С помощью этой операции получают отверстия в заготовках толщиной до 25 мм (рис. 7.8, *а).* Для этого на очищенную поверхность наличника наковальни *4* ставят подкладное кольцо *3 с* отверстием больше размеров пробойника / на 0,1 толщины пробиваемой заготовки *2.* Исходную заготовку нагревают до температуры несколько выше температуры конца ковки (см. табл. 5.1). Например, заготовку из углеродистых конструкционных сталей нагревают до температуры 900 ... 1000°С. Нагретую заготовку кладут на подкладное кольцо так, чтобы место будущего отверстия совпало с отверстием в кольце. Сверху на заготовку устанавливают пробойник и ударяют по нему молотком или кувалдой до получения отверстия. Иногда можно обойтись без подкладного кольца, используя отверстия в наковальне или заменив его формой (см. рис. 3.4, *д),* в которой имеются отверстия разных диаметров и форм.

Прошивкой выполняют несквозные полости (углубления) в заготовке за счет свободного вытеснения металла кузнечным инструментом. Глухие полости или пазы полу-

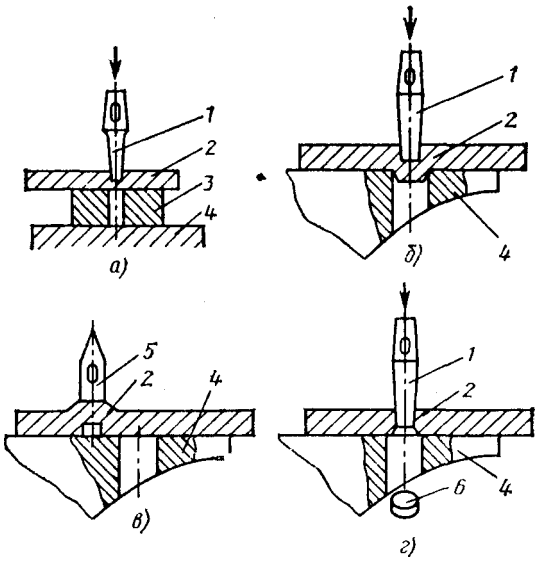


Рис. 7.8. Способы образования отверстии

чают в заготовках, предназначенных для изготовления сложных по форме (фасонных) поковок с углублениями и перед пробивкой сквозных отверстий (рис. 7.8, *б).*

Пробивкой выполняют в заготовках отверстия или формируют пазы путем сдвига с удалением металла в отходы. При пробивке отверстий небольшого диаметра (до 30 мм) применяют пробойники с различной формой сечения рабочей части (см. рис. 3.6, *а).* Использование пробойников удобно тем, что они имеют деревянную ручку, за которую их удобно держать в процессе пробивки отверстий, чем обеспечивается высокая безопасность работы. Для пробивки отверстий больших диаметров применяют прошивки (см. рис. 3.13, *а).* Хорошая и правильная заточка кромок пробойников и прошивней обеспечивает хорошее качество поверхностей пробитых отверстий. Конусная форма рабочей части пробойников облегчает извлечение их из заготовки и позволяет получать отверстия разных размеров при внедрении их на разную глубину.

На рис. 7/8, б—г показаны переходы пробивки отверстия небольшого диаметра. Нагретую заготовку *2* кладут на наковальню *4* так, чтобы будущее отверстие совпадало

с отверстием наковальни. Сверху устанавливают точ над отверстием пробойник / я легкими ударами кувал/і внедряют его в заготовку примерно на половину толщины ее (рис. .7.8, б).; При этом на противоположной стороне заготовки образуется выпуклость. Пробойник вынимают из заготовки. Заготовку переворачивают на 180° и кувалдой или молотком 5 выравнивают (рис. 7.8, б). Затем углубление в заготовке центрируют с отверстием наковальни и пробойником / пробивают отверстие. При этом получается отход в виде выдры *6,* которая удаляется через отверстие наковальни (рис. 7.8, *г).*

Так как при образовании глухих полостей и пробивке отверстий изменяются размеры и форма заготовки, то эти операции следует выполнять в начале ковки, т. е. до . окончательной отделки поковки. Однако операцию пробивки можно выполнять и после отделки поковки, если она имеет небольшую толщину и будет подобрано подходящее отверстие в форме или соответствующее подкладное кольцо.

При выполнении пробивки и особенно прошивки рекомендуется после каждого удара псж&чивать пробойник, чтобы его не заклинило в заготовке. При прошивке глубокого отверстия пробойники и прошивки следует периодически охлаждать в воде, чтобы они не деформировались в процессе работы. Для облегчения выемки пробойника или прошивня из образовавшейся полости в заготовке иногда в эту полость подсыпают уголь (Желательно древесный) в виде порошка. Уголь горит и образовавшиеся газы предохраняют инструмент от заклинивания в металле. '

Раздачей увеличивают поперечные сечения части полой заготовки путем одновременного воздействия инструмента по всему периметру сечения.

После пробивки отверстия имеют отклонения от требуемой формы (рис. 7.9). Они будут иметь технологический уклон, направленный в одну сторону при пробивке за один переход (рис. 7.9, а), и встречные уклоны при пробивке отверстия с предварительной прошивкой (рис. 7.9, б). Устраняют эти уклоны оправкой (см. рис. 3.13, б), соответствующей форме и размерам отверстий (рис. 7.9, б). Этот же способ применяют для увеличения диаметра ранее пробитого отверстия и выглаживания стенок отверстия.

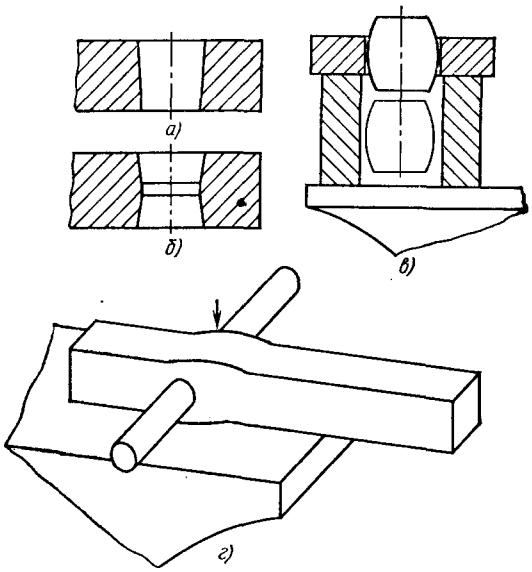


Рис. 7.9. Способы отделки отверстий в заготовках

При раздаче отверстий в заготовках с небольшими сечениями стенки их могут выпучиваться. Один из способов устранения таких выпучиваний показан на рис. 7.9, *г*.

Операции пробивки, прошивки и раздачи могут применяться при изготовлении одной детали, например, тонкостенного кольца большого диаметра. Исходную заготовку сначала осаживают, а затем выполняют прошивку и пробивку отверстия. Полученное отверстие с помощью оправок раздают до диаметра, достаточного для надевания заготовки на рог наковальни. Окончательные размеры поковки получают раскаткой (см. рис. 7.4, *а)*.

Дефекты при образовании отверстий в заготовках могут быть следующими.

Заусенцы на кромках отверстия со стороны выхода пробойника или прошивня получаются из-за того, что в подкладном кольце или форме подобрано отверстие с размерами значительно больше размеров сечения рабочей части пробойника или прошивня. Заусенцы также получаются при плохой заточке режущих кромок пробойника или прошивня.

Смещение осей отверстия с одной и с другой стороны заготовки получается из-за неточной

установки пробойника / (см. рис. 7.8, г) после прошивки] и кантовки заготовки на 180°.

Глубокие борозды на поверхности отверстия вдоль оси образуются от вмятин или выступов на боковых поверхностях пробойника или прошивня. Инструмент должен иметь острые режущие кромки и гладкие боковые поверхности.

Трещины и заусенцы на кромках отверстий образуются при прошивке и пробивке отверстия в охлажденной заготовке или при пробивке отверстий в тонких заготовках, ширина которых близка к диаметру образуемого отверстия. В этом случае возможно не только образование трещин, но и разрыв заготовки в наиболее узком месте.

Затянутые края отверстия в месте выхода прошивня получаются при пробивке отверстия в толстой заготовке сразу же на всю толщину, т. е. без предварительной прошивки и поворота заготовки на 180°. В таком случае на выходной стороне заготовки прошивень разрывает остающуюся тонкую пленку металла и образуются рваные края отверстия, которые после выхода прошивня деформируются внутрь отверстия и затягивают его края.

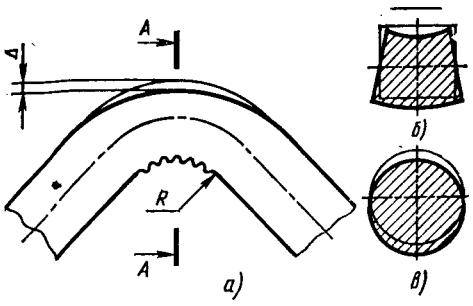
7.6. Гибка

Гибкой образуют или изменяют углы между частями заготовки или придают ей криволинейную форму.

Гибке подвергают заготовки из круглого, прямоугольного и фасонного проката, при этом требуются относительно небольшие усилия и поэтому его изгибают как в холодном, так и в горячем состояниях.

В холодном состоянии изгибают тонкие полосы и прутки с круглым и прямоугольным сечением. При этом слои металла (рис. 7.10), оказавшиеся внутри изогнутой поверхности заготовки, сжимаются, а слои, расположенные ближе к наружной поверхности, растягиваются. Слишком резкий переход изгиба, от одной части заготовки к другой может привести к разрыву наружных слоев заготовки. Поэтому для различных профилей и материалов радиус изгиба R (рис. 7.10, а) ограничивается в меньшую сторону. Например, для сталей он должен быть не менее 0,65 ... 1,35 толщины или диаметра. Меньшие значения принимают для более мягких (пластичных)

Рис. 7.10. Искажение формы сечения заготовки при гибке



сталей, а большие—для хрупких. Чем больше будет радиус изгиба, тем меньше сжимаются внутренние и растягиваются наружные слои заготовки.

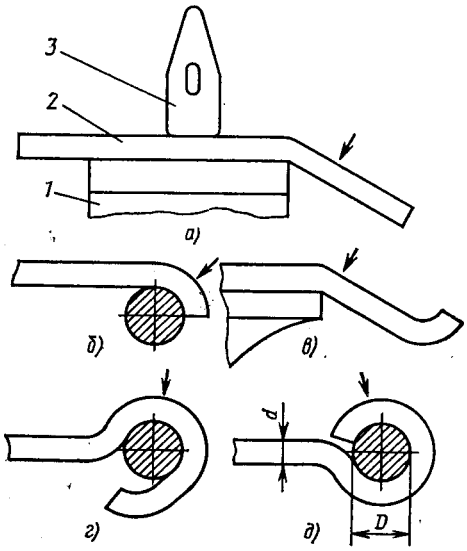
Следует иметь в виду, что после холодной гибки заготовки обладают упругой деформацией и как бы стремятся распрямиться. Это явление называют *пружиненном.* Поэтому заготовки следует изгибать несколько больше, чем требуется, чтобы после -прекращения нагрузки они
приняли необходимую форму.

Гибка в горячем состоянии также вызывает сжатие слоев внутри изогнутой поверхности заготовки и растяжение слоев, расположенных ближе к наружной поверхности. Так как в горячем состоянии металл имеет сопротивляемость в десятки раз меньше, то в зоне изгиба сжатие приводит к увеличению площади поперечного сечения, а растяжение — к ее уменьшению, т. е. при гибке наблюдается сложное изменение формы сечения
заготовки в зоне изгиба.

При гибке квадратного или круглого прутка наружные слои как бы утягиваются внутрь на величину Д (рис. 7.10, а), а внутренние слои как бы выходят за пределы первоначального сечения (рис. 7.10,6, б) и могут формироваться в виде грубых складок (рис. 7.10, а). При этом форма сечения для квадратного прутка будет изменяться, как показано на рис. 7.10, б. Если изгибается круглый пруток, то *форыа* ^{его} сечения из круга превращается в овал (рис. 7.10, в).

Технологический процесс гибки должен быть таким, при котором в наружных слоях заготовки не появлялись бы трещины, а внутренние слои не собирались в грубые
складки.

Рис. 7.11. Способы гибки заготовок на наковальне



Как уже отмечалось, для гибки не требуется больших усилий, поэтому гибку заготовки рекомендуется выполнять после других кузнечных операций (если они требуются), когда температура заготовки находится ближе к нижнему предельному интервалу ковки (см. табл. 5.1). Если требуется выполнить только одну операцию гибки, то заготовку нагревают только в месте будущего изгиба.

При гибке (рис. 7.11, *а)* нагретую заготовку *2* в виде полосы или прутка укладывают на наличник наковальни / так, чтобы отгибаемый конец выступал за край наличника. Заготовку прижимают к наличнику кувалдой *3* и молотком или кувалдой наносят удары по выступающему концу заготовки до изгиба ее на требуемый угол.

Гибку небольшой проушины на конце круглого прутка выполняют следующим образом. Нагретый конец заготовки кладут на участок рога наковальни, где диаметр рога близок к предполагаемому внутреннему диаметру проушины, и изгибают ударами молотка или кувалды (рис. 7.11, б). Перевернув заготовку на 180°, ее кладут на наличник наковальни так, чтобы часть заготовки, предназначенная для проушины, выступала за край наличника. Слабыми ударами эту часть заготовки отгибают на 45 ... 60° (рис. 7.11, а). Переворачивают за-

готовку на 180°, кладут ее на рог наковальни и догибают проушину (рис. 7.11, г). Затем снимают заготовку с рога наковальни, поворачивают ее на 180° вокруг продольной оси, надевают на рог и легкими ударами молотка заканчивают ковку (рис. 7.11, б).

Примеры гибки заготовок с применением подкладного инструмента и специальных, принадлежностей наковальни показаны на рис. 7.12. Гибку полосовых заготовок выполняют, применяя угловой нижник (рис. 7.12, *а).* При гибке полосы с закругленным наружным углом изгиба используют нижник (см. рис. 3.4, б) с цилиндрической рабочей поверхностью. На рис. 7.12, б показана гибка полосы на подкладной скобе, установленной отогнутым хвостовиком в квадратное отверстие наковальни. Небольшие заготовки из тонкой полосы изгибают с помощью оправки / (рис. 7.12, *в)* в форме бруска прямоугольного сечения. В этом случае холодная или нагретая заготовка укладывается поперек оправки и прижимается к ней клещами, а затем концы заготовок отгибают молотком и получают поковку *2* П-образной формы (рис. 7.12, *г).*

С помощью вилки *3* (рис. 7.12, *д),* установленной хвостовиком в квадратное отверстие наковальни, обычно изгибают прутки с небольшим круглым или квадратным сечениями. Прутки большего сечения изгибают на правильной плите *4* с отверстиями, позволяющими устанав-

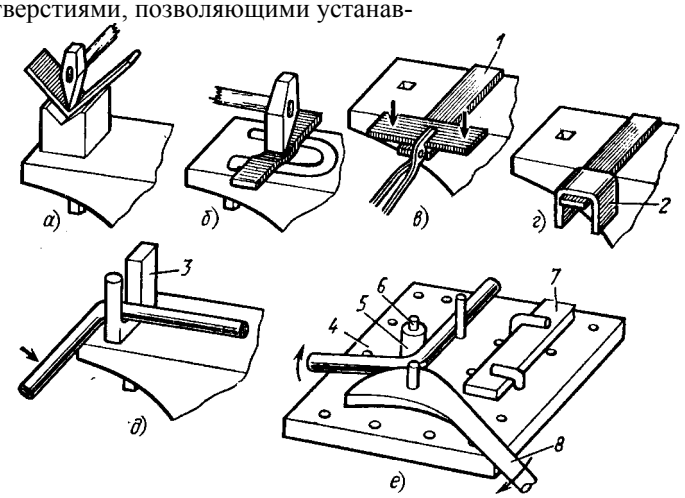


Рис. 7.12. Способы гибки заготовок с применением приспособлений 133

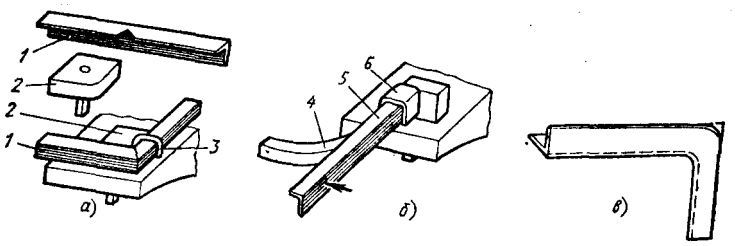


Рис. 7.13. Способы гибки профильного проката

ливать втулки 5, шпильки *6* и эксцентрик с ручкой *8* в требуемое положение в зависимости от сечения и радиуса изгиба заготовки (рис. 7.12, с). На этом же рисунке показан способ правки полосы 7.

Гибку фасонных профилей, например гибку углового проката полкой внутрь (рис. 7.13, а), выполняют следующим образом. Сначала вырубают одну полку в угловом прокате /. Затем, пользуясь шаблоном *2,* вставленным хвостовиком в квадратное отверстие наковальни, и скобой <3, вставленной в отверстие шаблона, выполняют гибку углового проката полкой внутрь. Гибку углового проката больших размеров по шаблону можно выполнить с любым радиусом изгиба (рис. 7.13, б). Для этого шаблон *4* хвостовиком устанавливают в квадратное отверстие наковальни. Затем нагретый угловой прокат 5 устанавливают на шаблон и закрепляют скобой *6.* После этого по прокату наносятся удары кувалдой и пригибают к шаблону. При этом на верхней полке углового проката образуются складки. Эти складки выглаживают плоской гладилкой. После отделки изогнутой части проката скоба *6* переставляется (или ставится дополнительная скоба) ближе к неотогнутой части проката и изгиб его продолжается. Гибку углового проката полкой наружу также выполняют с помощью шаблона и скобы. Получающуюся утяжку на наружной полке (рис. 7.13, в) выравнивают за счет утоньшения наружной полки в месте изгиба или наварки дополнительного металла, если толщину полки требуется сохранить.

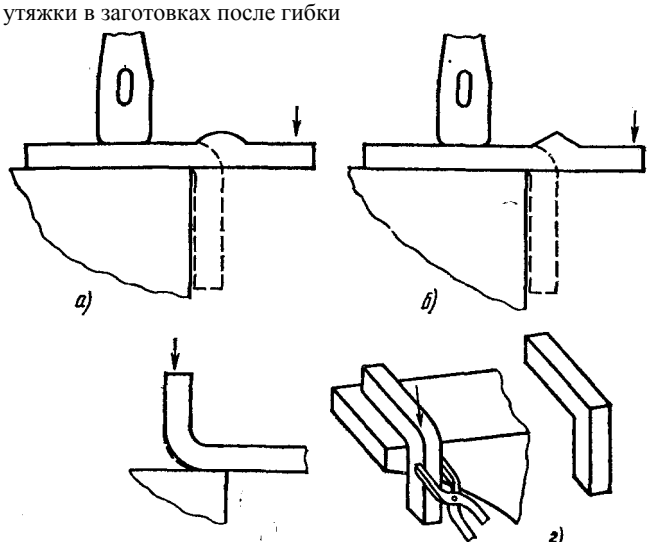
Утяжку, получающуюся при гибке, можно устранить до или после гибки. До гибки получают утолщение на заготовке со стороны, которая после гибки будет наружной. Такое утолщение может быть получено высадкой в месте изгиба заготовки. Для этого требуемый уча-

сток нагревают до температуры начала ковки (см. табл. 5.1), затем одним концом вертикально ударяют о наковальню или толстую металлическую плиту. При этом нагретое место осаживается. Подобную высадку можно получить, если заготовку одним концом упереть в боковую часть наковальни и, удерживая ее в этом положении, по торцу другого конца наносить удары кувалдой. После этого надо выправить высаженную часть до требуемой формы. Такую заготовку нагревают и кладут на наличник наковальни, сверху ставят кувалду, ударами молотка или кувалды изгибают заготовку на требуемый угол (рис. 7.14, *а)* и правят ее до заданных размеров. Если наружная сторона в месте изгиба должна быть не закругленной, а угловой, то форму высадки следует оформить треугольной (рис. 7.14, б).

Заготовки с короткими загнутыми концами целесообразно сначала изгибать, а затем набрать металл в требуемом месте (рис. 7.14, в) и выправить поковку. На рис. 7.14, *г* показан последний переход, называемый «протяжкой угла», при получении поковки с острым углом.

Гибку труб можно выполнять как в холодном, так и в горячем состояниях. Для этого применяют раз-

в) "\^ ' „ Рис. 7.14. Способы устранения утяжки в заготовках после гибки



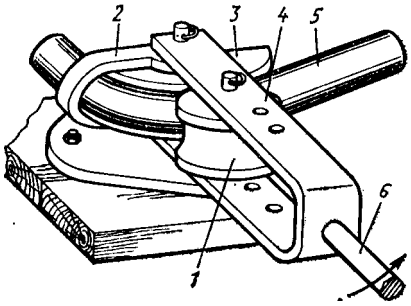


Рис. 7.15. Приспособление для гибки *груб*

личные приспособления. Наиболее распространенное из них показано на рис. 7.15. Трубу *5* вставляют в приспособление так, чтобы продольный шов трубы оказался снизу или сверху, а не с наружной или внутренней стороны подлежащего изгибу участка. Трубу зажимают хомутом *2* и при помощи поводка *4 с* ручкой *6* огибают подвижным роликом / вокруг неподвижного полуролика *3*. Ролики имеют желоба, равные диаметры трубы, а радиус неподвижного полуролика должен быть равен радиусу изгиба трубы. Меняя ролик и расстояние между ними, можно гнуть трубы различных диаметров и с разными радиусами изгиба их.

Дефекты при гибке заготовок. Утяжка приводит к искажению формы поковки и уменьшению прочности будущей детали. Способы устранения утяжки рассмотрены выше.

Трещины на наружной стороне поковки получаются в результате гибки металла в охлажденном или холодном состоянии, когда металл потерял требуемую для ковки пластичность.

Складки на внутренней стороне поковки являются концентраторами напряжений и уменьшают прочность, поэтому при гибке необходимо следить, чтобы такие складки не образовывались.

Неточные размеры получаются из-за неточного определения длины заготовки. Поковки с меньшими размерами идут в брак, а с большими требуют дополнительной операции отрубки. Поэтому длину заготовок, подлежащих операции гибки, следует определять как можно точнее. Если поковка не одна, то на первой же поковке необходимо уточнить все размеры. Формулы для определения длины заготовок при гибке наиболее часто встречающихся типовых поковок приведены в табл. 6.3.

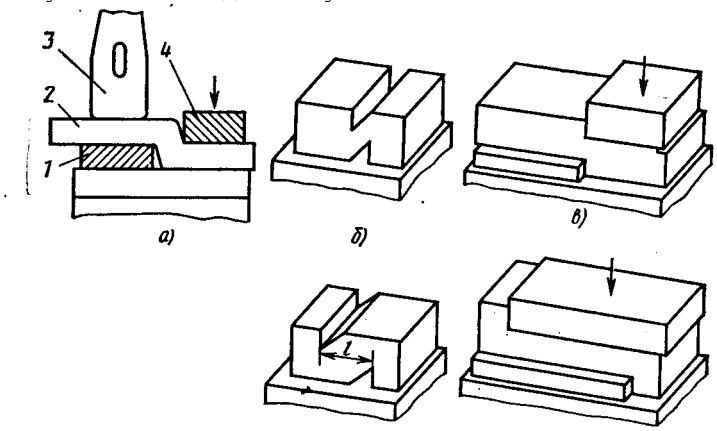
7.7. Передача и скручивание

Передача — операция, при выполнении которой смещают одну часть заготовки относительно другой при сохранении параллельности осей или плоскостей частей заготовки (рис. 7.16).

Для заготовок небольшой толщины эту операцию выполняют с помощью двух пластин. Пластину / кладут на наличник наковальни, а на нее нагретую заготовку *2,* которую удерживают кувалдой *3.* На зависшую часть кладут другую пластину *4,* по ней ударяют молотком или кувалдой и получают требуемое смещение одной части заготовки относительно другой (рис. 7.16, а). На заготовках больших размеров сначала делают надрубки (рис. 7.16, б), а затем получают смещение частей заготовки в одной плоскости (рис. 7.16, б). При надрубке заготовки с двух сторон на требуемом расстоянии / (рис. 7.16, г) получают смещение частей заготовки в двух плоскостях (рис. 7.16, *д}*.

Дефекты при передаче могут проявляться в виде перерезания волокон и пережимов в местах течения металла, поэтому пластины и другой инструмент должны иметь соответствующие радиусы.

Скручиванием осуществляют поворот части заготовки вокруг продольной оси. Использование ее позволяет во многих случаях ковать отдельные участки заготовки



г) *су* Рис. 7.16. Способы передачи частей заготовок

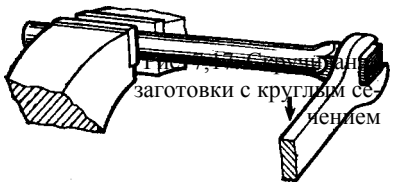


Рис. 7.17. Скручивание заготовки с круглым сечением

в одной плоскости, что очень удобно, а затем разворачивать эти части на разные углы. Скручиванием получают поковки спиральной формы из плоских заготовок, например спиральные сверла и т, п.

Скручивание как кузнечная операция нередко выполняется после операции передачи. Например, при ковке поковок для коленчатых валов сначала выполняют передачей смещение шеек вала, а затем эти шейки скручивают **на** требуемый угол.

Скручивание на большой угол (до нескольких оборотов) сопровождается заметным уменьшением длины заготовки [12] и увеличением сечения ее в зоне скручивания. Участок, подвергаемый скручиванию, должен иметь одинаковые поперечные сечения на всей длине. Поверхность этого участка должна быть гладкой, без складок, трещин, глубоких царапин. Для деталей ответственного назначения скручиваемый участок даже предварительно обрабатывают на токарном станке.

Перед скручиванием заготовку нагревают до температуры начала ковки (см. табл. 5.1) полностью или только ее деформируемую часть. Нагрев должен быть равномерным по всему сечению и скручиваемой длине. Для устранения коробления и снятия остаточных напряжений после скручивания поковки охлаждают очень медленно, а еще лучше, если напряжение снять отжигом.

Тонкие пластины скручивают вручную. Оба конца нагретой заготовки зажимают клещами и вручную скручивают ее на требуемый угол. Заготовку с большим сечением зажимают в тиски и свободный конец скручивают при помощи вилки, гаечного ключа или воротка (рис. 7.17).

Дефекты при скручивании. Укорочение заготовки получается из-за того, что при определении размеров заготовки не было учтено, что при скручивании она уменьшается по длине и увеличивается по сечению.

Неравномерность деформации по длине образуется из-за неравномерности сечения по длине

заготовки или охлаждения отдельных участков заготовки. Поэтому заготовки и особенно места скручивания должны по всей длине иметь одинаковые поперечные сечения.

Трещины на поверхности поковки могут образоваться и при достаточно большой пластичности металла, если на этой поверхности перед скручиванием имелись незаметныетрещины, волосовины и другие дефекты. При скручивании они раскрываются и приводят к браку.

7.8. Кузнечная сварка

Кузнечной сваркой образуют неразъемное соединение в результате действия кузнечного ударного инструмента на металл, находящийся в пластическом состоянии.

Кузнечной сваркой в основном выполняют неразъемные соединения из низкоуглеродистых конструкционных сталей с содержанием углерода до 0,3%, так как при большем содержании углерода свариваемость стали резко ухудшается.

Получить качественное неразъемное соединение кузнечной сваркой можно только при условии удаления с соединяемых поверхностей окисленных и других загрязняющих пленок к моменту ковки. Кузнечная сварка не обеспечивает высокой надежности сварного соединения, она малопроизводительна, пригодна для ограниченного количества металлов, требует высокой квалификации кузнеца и почти не применяется на заводах, где всегда имеются более эффективные методы сварки. Однако в полевых условиях при ремонте неответственных деталей машин и при ковке поковок ручной ковкой кузнечную сварку применяют достаточно часто.

Технология выполнения, кузнечной сварки следующая. Нагрев заготовок для кузнечной сварки осуществляют в горнах или печах. При этом требуется, чтобы в очаге не было лишнего топлива, а пламя должно быть не окислительным. Наилучшими видами топлива для горна при нагреве заготовок под кузнечную сварку является древесный уголь и кокс, в которых почти отсутствует сера, снижающая прочность сварного шва. Однако в большинстве случаев применяют каменный уголь с содержанием серы не более 1% и золы до 7%. Уголь для нагрева заготовок под сварку должен быть отборным, т. е. некрупным и хорошо просеянным, так называемый

«орешек». Горн нужно хорошо очистить и засыпать в него столько угля, чтобы хватило для нагрева одной заготовки под сварку. Заготовки следует загружать в очаг только после того, как уголь хорошо прогорит и большая часть серы из него уже выделится.

Подготовленные к сварке концы заготовок нагревают до температуры, несколько большей температуры начала ковки (см. табл. 5.1). Чем меньше углерода в стали, тем выше должна быть температура ее нагрева. Например, низкоуглеродистую сталь нагревают до температуры 1350 ... 1370 °С. При этой температуре концы заготовок, подлежащие сварке, имеют ослепительно белый цвет. При сварке стали с повышенным содержанием углерода, например при сварке лезвия топора из стали У7 с основным телом топора заготовку нагревают до температуры 1150°С. При такой температуре заготовка будет иметь белый с желтоватым оттенком цвет каления.

Так как при температуре выше начала ковки происходит интенсивное образование окалины и возможен пережог металла, то для уменьшения окалины, облегчения ее удаления и предохранения металла от пережога заготовку посыпают флюсом. Флюс посыпают на заготовку в период нагрева ее до температуры 950 ... 1050 °С. В качестве флюса применяют чистый, сухой и мелкий речной песок, хорошо промытый, просеянный и отделенный от глины и других примесей. Толстый слой флюса на металле затрудняет его равномерный прогрев и последующую очистку от шлака. Поэтому посыпать его нужно равномерным тонким слоем на расстоянии 0,5 ... 0,6 м от огня. Иногда к песку добавляют около 10% прокаленной буры. Она лучше шлакуется, чем песок, и очищает металл от всех посторонних примесей, оседающих на нем при нагреве. Применять буру следует, когда уголь плохо очищен и дает много шлатга. тёсли нет буры, ее можно заменить поваренной солью.

При нагреве мелких заготовок их часто не посыпают флюсом в горне, а быстро вытаскивают из огня и раскаленным концом втыкают в песок, находящийся в металлическом ящике на горне. После этого заготовку снова кладут в горн для окончания нагрева.

Образующийся из флюса шлак постепенно стекает с поверхности металла, поэтому при дальнейшем нагреве заготовки до сварочной температуры ее еще 2—3 раза посыпают песком, не вынимая из огня.

При сварке стали, содержащей больше 0,3% углерода, к флюсу добавляют опилки мягкого железа, а инвгда ферромарганец. При высокой температуре такие опилки поглощает с поверхности стали углерод и способствует улучшению качества сварки.

Если необходимо сваривать две заготовки из разных марок сталей, то сначала начинают нагревать сталь с меньшим содержанием углерода, так как температура нагрева ее до сварки больше, а спустя некоторое время, начинают нагревать заготовку из стали с большим содержанием углерода.

Сварку Выполняют следующим образом. После нагрева свариваемые заготовки быстро вынимают **из** горна и ударами о наковальню, а также молотком сбивают шлак. Иногда для очистки заготовок используют скребки и металлические щетки. Затем стыкуют или накладывают друг на друга подлежащие сварке концы заготовок и наносят по ним сначала легкие и частые удары, при'которых остатки шлака выдавливаются наружу, а поверхности стыка плотно прижимаются друг к другу, что защищает их от окисления. Сварку заканчивают частыми сильными ударами, в результате которых сваривают соединяемые концы заготовки и получают требуемую форму и размеры в месте сварки. Нельзя ограничиваться проковкой только места сварки. Надо также хорошо проковать участки, прилежащие к месту сварки, чтобы увеличить прочность всей поковки. Проковку следует вести от середины соединения к краям, чтобы дать возможность выходу шлака.

Иногда для лучшей проковки сваренную заготовку повторно нагревают до сварочной температуры и еще раз проковывают. Однако такие нагревы делать нежелательно.

Отделку, если она требуется, выполняют после подогрева сваренного места до температуры 900 ... 950 °С и в зависимости от окончательной формы места сварки его отделывают подбойками, обжимками, гладилками и другим кузнечным инструментом.

Способы кузнечной сварки (рис. 7.18). Сварка внахлест (рис. 7.18, а) является наиболее распро-странным способом, при котором получается достаточно прочное сварное соединение. Концы заготовок к сварке готовят следующим образом. Сначала их высаживают. Потом на них отковывают скосы при помощи молотка,

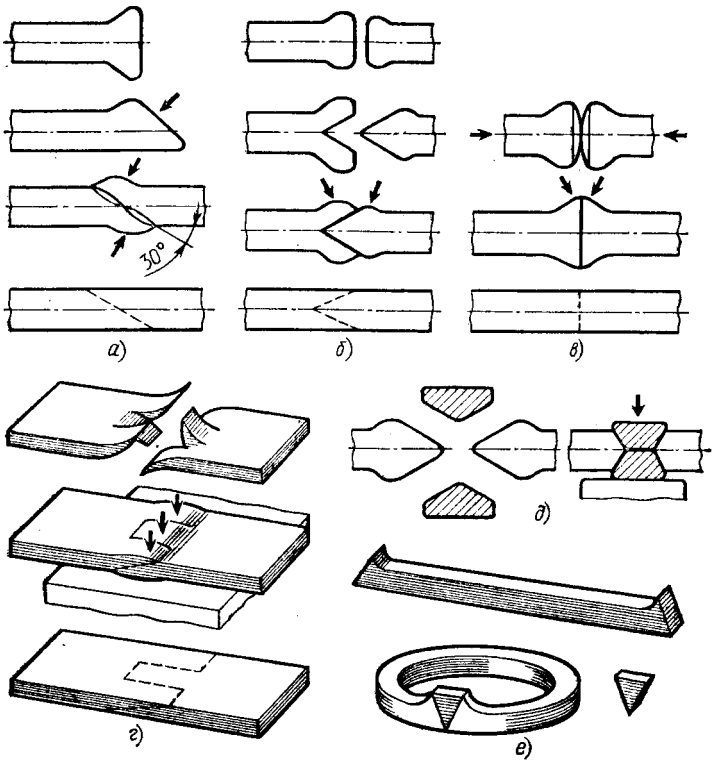


Рис. 7.18. Способы Кузнечной сварки

кувалды и полукруглой подбойки-верхника *3* (см. рис. 3.5, *а)*. Середина Скосов должна быть выпуклой для облегчения вытеснения шлака при начале ковки. После нагрева концов до сварочной температуры их скосами накладывают один на другой"« выполняют операции сварки и отделки, как описано выше.

Достоинством этого способа кузнечной сварки является то, что форма исходных свариваемых поверхностей обеспечивает хорошее удаление отходов шлава с соединяемых поверхностей.

Этим способом сваривают заготовки толщиной или диаметром до 30 **мм** с одним нагревом. При сечениях с большими размерами операцию выполняют с двумя нагревами. С первого нагрева сваривают тонкие участки соединения, а после второго нагрева выполняют оконча-

тельную сварку. При диаметре заготовок больше 60 **мм** сварку ручной ковкой не удается осуществить, поэтому
ее выполняют на молотах.

Сварку вразрур (рис. 7.18, б) применяют для заготовок с большими сечениями или при сварке мягкой стали с твердой. Здесь требуется более сложная подготовка свариваемых концов.^Оба свариваемых конца вы-саживают: из мягкой стали больше, а из твердой несколько 'меньше. После этого высаженный конец заготовки из мягкой стали разрубают, а конец из твердой стали отковывают на клин так, чтобы он входил в разруб первой заготовки. Затем, после соответствующего нагрева и удаления шлака, концы соединяют, сваривают и отделывают, как описано выше.

Сварка встык (рис. 7.18, *в)* состоит в том, **что** концы свариваемых заготовок высаживают до полутора диаметров от исходных и закругляют, чтобы при сварке вытеснялся шлак. Затем, после соответствующего нагрева и удаления шлака, кузнец берет один кусок, а молотобоец — другой и на наличнике наковальни прикладывают один конец к другому и ударяют кувалдой по противоположным холодным концам до тех пор, пока конц^ не сварятся, после чего частыми и сильными ударами заканчивают сварку и отделку сваренного места.

Сварку вращеп применяют для соединения тонких полос, что требует достаточно сложной подготовки свариваемых концов. При выборе соединяемых заготовок следует предусмотреть, чтобы они заходили один на другой не менее чем 2,5 толщины свариваемых полое. Порядок сварки показан на рис. 7.18, *г.* Подготовленные для сварки концы нагревают до сварочной температуры, очищают от шлака, вставляют друг в друга, сваривают и отделывают ковкой, как описано выше. Такой способ сварки обеспечивает высокую прочность сварного соединения. Его применяют при сварке колесных шин, поломанных рессорных листов. Однако при сварке рессорной стали нельзя гарантировать хорошего качества шва, так как такая сталь содержит много углерода и кремния.

Сварка взамок используется для соединения концов поковок типа колец. При этом свариваемые концы соответствующим образом формируют и для постановки между ними изготовляют шашки (клинья) из марки стали, Одинаковой с маркой стали свариваемых концов. Нагретые до сварочной температуры концы заготовки и шашки *Ш*

очищают от шлака, стыкуют, укладывают шашки межд^. концами и проковывают. Затем сваренное место правят^ Приемы подготовки и сварки заготовок взамок показаны, на рис. 7.18, *д, е.* Этот способ сварки чаще выполняют на молотах. -.

Дефекты при кузнечной сварке. Непровар получается в результате плохого закругления подготовленных для сварки концов, из-за чего, при начальной ковке, шлак полностью не выдавливается и заковывается внутрь соединения; некачественной обработки свариваемых поверхностей флюсом; плохой очистки соединяемых поверхностей от шлака; образования вторичной окалины из-за задержки ковки после очистки заготовки от шлака.

Пережог при сварке наиболее вероятен, чем при других кузнечных операциях, так как ковочная температура и температура пережога близки друг к другу. Поэтому при нагреве заготовки для кузнечной сварки следует быть особо внимательным. Необходимо помнить, что пережог является неисправным дефектом.

Малая прочность сварного шва получается из-за того, что выросшие зерна при нагреве заготовок до ковочной температуры не измельчились при ковке. Это чаще всего происходит при малом наборе металла во время подготовки концов к сварке. Металла не хватает, структура осталась крупнозернистой, а соединение недостаточно прочным.

Малая прочность околошовных участков поковки получается из-за прогрева заготовок до ковочной температуры на большую длину от свариваемого конца, чем требуется для сварки. При этом в месте сварки набранный осадкой металл проковывается, и зерна измельчаются, а околошовные участки не имеют утолщений, поэтому не проковываются и в них сохраняется крупнозернистая структура металла. Следовательно, при подготовке заготовок к сварке надо нагревать до ковочной температуры только утолщенные концы, которые будут хорошо проковываться.

Неточность размеров после сварки может быть по сечению и по длине. Размеры по сечению меньше требуемых по чертежу получаются из-за недостаточного набора материала на свариваемых концах. Размеры по длине больше требуемых по чертежу получаются при избытке металла на свариваемых концах. Поэтому надо стремиться к точному определению размеров заготовок.

7.9. Вспомогательные операции

Пережимом формируют углубления или уменьшают сечения в заготовках путем внедрения инструмента. При выполнении операции пережима сначала односторонними пережимками (см. рис. 3.9, а) выполняют операцию надрубки с одной, двух 1Ц1И четырех сторон на требуемом расстоянии от концов заготовки до глубины будущего уступа (рис. 7.19, *а),* а затем раскатками выполняют впадины (рис. 7.19, б) или двусторонними пережимками (см. рис. 3.9, б) пережимают заготовку (рис. 7.19, в).

Сбивка углов — с помощью кузнечного инструмента деформируют углы у заготовок квадратного или прямоугольного сечения до образования формы сечения, близкой к кругу. Эту операцию выполняют с целью предотвращения нежелательного быстрого охлаждения заготовки в углах сечения перед протяжкой. Она выполняется в основном для заготовок из высоколегированных сталей, имеющих низкую пластичность.

7.10. Отделочные операции

Обрубкой в основном удаляют излишки металла. Кроме этого, обрубка, как отделочная операция, применяется при изготовлении заготовок для удаления заусенцев, которые образуются на торцах при отрубке заготовок от проката. Оставшиеся заусенцы на последующих операциях могут заковаться внутрь поковки и образовывать дефекты в виде зажимов, складок и плен.

Правкой устраняют искажения форм заготовки пластическим деформированием. При выполнении любых кузнечных операций, как правило, сразу не удается получить поковки требуемой формы и с размерами, соот-

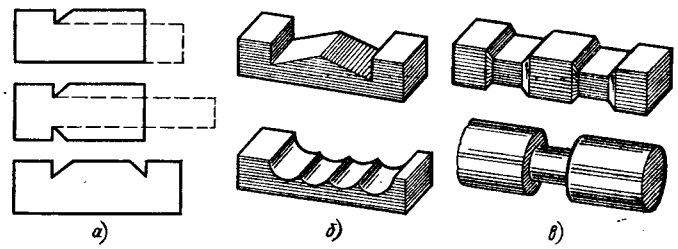


Рис. 7.19. Способы пережимов заготовок

ветствующими чертежу. Поэтому поковки правят в горячем или холодном состоянии, для чего кладут их на наличник наковальни или на правильную плиту и наносят удары молотком или кувалдой по соответствующим местам и в требуемом направлении. Пример правки полосы 7, закрепленной скобами на правильной плите, показан на рис. 7.12, *е.*

Проглаживанием устраняют неровности поверхностей заготовки с помощью гладилок. При этом заготовки должны быть нагреты не выше 900 °С. На них ставят гладилки, по гладилкам наносят быстрые несильные удары с перестановкой их в направлении, перпендикулярном направлению протяжки. Проглаживание следует заканчивать при температуре несколько выше критической (273 °С), чтобы избежать наклепа. При проглаживании получают достаточно гладкие поверхности с неровностями в пределах допусков на припуски, а при более умелом ведении этой операции получают поковки с минусовыми припусками для последующей механической обработки.

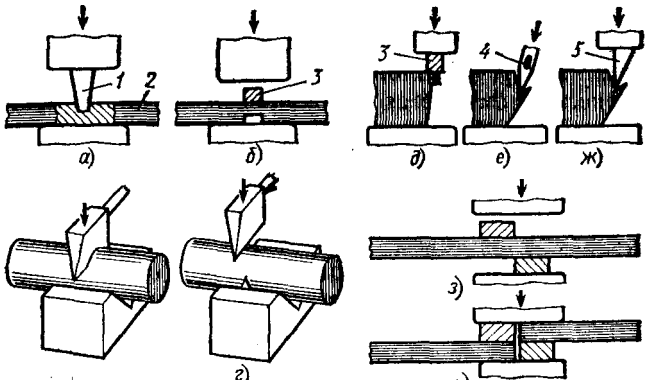
При калибровке проглаживают внутренние поверхности путем деформирования кузнечным инструментом и правят их. Операция калибровки выполняется так же, как операция раздачи отверстий после прошивки и пробивки их (см. рис. 7.9, в). Диаметр прошивней *или* оправок (см. рис. 3.13), применяемых при калибровке, должен быть несколько больше (доли миллиметров) калибруемых отверстий и иметь гладкие поверхности. Для горячей калибровки поверхности прошивней и оправок шлифуют, а для холодной — полируют.

7.11. Особенности выполнения кузнечных операций при ковке на молотах

Особенностями ковки на таолотах является то, что удары по нагретым заготовкам наносятся машиной (молотом), что позволяет изготовлять более крупные поковки, некоторое отличие кузнечного инструмента, большая возможность применения формообразующего подкладного инструмента и поддерживающих заготовки приспособлений и ограничения формообразования поковок.

Надрезку выполняют так же, как при ручной ковке.

Надрубки выполняют с помощью кузнечных топоров или односторонних пережимок (см. рис. 3.8,



S) г) ^1 Рис. 7.20. Способы отрубки заготовок на молотах

и 3.9, *а).* Удары по топорам и пережимкам наносятся верхним бойком молота. Приемы надрубки приведены ниже при описании операции отрубки.

Не рекомендуют применять отрубку холодных заготовок на молотах. Горячие заготовки отрубают на молотах, если они имеют размеры в сечениях больше 50 мм. Перед отрубкой нагретую заготовку кладут на середину бойков. Инструмент устанавливают строго вертикально. Внедрять инструмент начинают легкими ударами, а затем постепенно увеличивают силу удара. Способы отрубки могут быть следующими.

Отрубка заготовки с прямоугольным сечением с одной стороны состоит в том, что двусторонний топор / (рис. 7.20, *а)* несильными ударами внедряют в заготовку *2,* затем силу удара увеличивают и надрубают заготовку. Необходимо следить за тем, чтобы не повредить топором нижний боек, не затупить топор и избежать появления заусенца. Затем заготовку поворачивают на 180°. Против места сделанной надрубки кладут обсечку *3* (рис. 7.20, б) и ударами по ней верхним бойком окончательно отрубают заготовку. При этом получается отход в виде выдры, по толщине равный толщине перемычки, оставленной при надрубке. Этот способ применяется для отрубки заготовок небольшого сечения.

Отрубку прямоугольных и круглых заготовок с двух сторон применяют, когда они имеют большие сечения. Нагретую заготовку кладут на нижний боек или в призму,

установленную на нем, и надрубают топором примерно на половину сечения (рис. 7.20, б).

Затем топор вынимают и заготовку правят, так как она несколько сминается в зоне надрубки. После поворота заготовки на 180° топор устанавливают над надрубкой (рис. 7.20, *г)* и ударами бойка окончательно отрубают заготовку. Попасть топором с другой стороны точно по месту надрубки трудно, поэтому при отрубке образуется заусенец. Если такой заусенец не допускается, его удаляют обсечкой *3* (рис. 7.20, *д),* кузнечным зубилом (рис. 7.20, *е)* или односторонним топором 5 (рис. 7.20, *ж}.*

При отрубке заготовок достаточно больших сечений при внедрении топора в металл после трех-четырех ударов по нему бойком рекомендуется вынимать топор из надрубки и охлаждать, а в надрубку посыпать немного толченого угля (желательно древесного).

Отрубку двумя квадратами применяют для отделения ваготовок от полосового проката (рис. 7.20, з, и).

Протяжку на молотах в основном выполняют в направлении длины заготовки, в обе стороны от плоских бойков (рис. 7.21, а). При этом деформация протекает свободно и металл, осаживаясь под действием бойков, течет в основном в одну сторону. Протяжка заготовки в длину под молотом происходит интенсивнее, если ее выполнять узкими бойками (рис. 7.21, б), так как при этом заготовка будет минимально уширяться и максимально удлиняться. Такого же результата можно достичь, если протяжку выполнять раскатками (рис. 7.21, в).

Протяжку поковок с уклонами выполняют, применяя клиновые подкладки (см. рис. 3.12, *а)* и раскатки **(см.** рис. 3.11). Получение протяжкой клиновидных участков на заготовках с применением клиновых подкладок и накладок показано на рис'. 7.21, *г—е.*

Протяжку длинной заготовки молотом обычно начинают от середины и ведут постепенно сначала до одного конца, а затем до другого. Ковку при протяжке следует вести сильными быстрыми ударами, чтобы зерна измельчались по всему сечению. Во время протяжки не рекомендуется перемещать заготовку на всю длину бойков, так как получится волнистая поверхность. Перемещать ее следует на 0,5 ... 0,75 ширины бойков (рис. 7.21, *ж}.* При этом необходимо постоянно следить за тем, чтобы не образовался зажим (рис. 7.21, з).

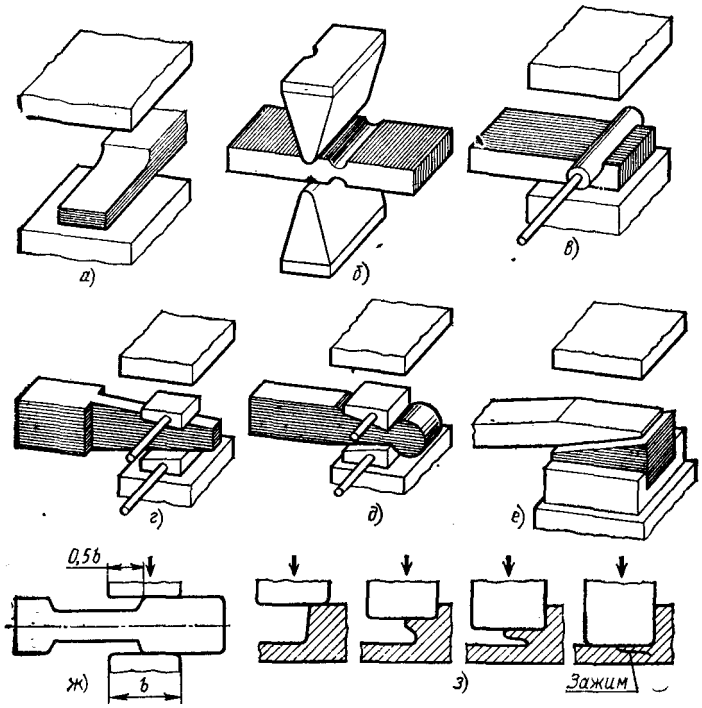


Рис. 7.21. Способы протяжки заготовок на молотах

При протяжке заготовки на квадратное сечение ее поворачивают на 90° после каждого удара и следующий удар наносят по смежной грани. Протяжку заготовки для эксцентрикового вала выполняют после операций надрубки и образования уступов (рис. 7.22).

При разгонке нагретую заготовку кладут на нижний боек и с помощью пережимки или раскатки ударами верхнего бойка делают пережим (рис. 7.23, *а)* на требуемом расстоянии и необходимой глубины. Затем

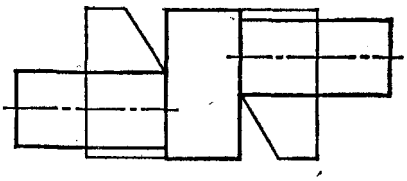


Рис. 7.22. Способ образования уступов для получения поковки на эксцентриковый вал

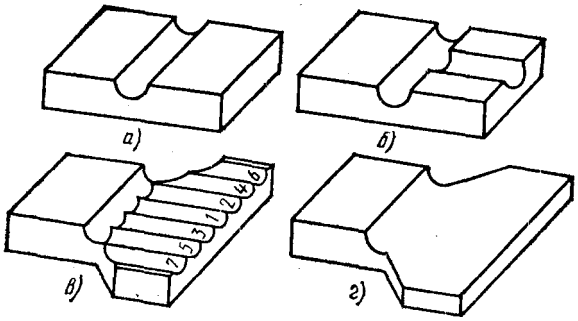


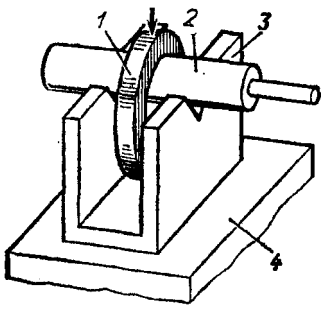
Рис. 7.23. Последовательность приемов при разгонке заготовки на молотах

делают пережим перпендикулярно первому (рис. 7.23, б) и от него, переставляя пережимку то влево, то вправо, как показано цифрами на рис. 7.23, *в,* заготовку разгоняют, получая на ней волнистую поверхность. Эту поверхность проглаживают гладилкой и получают поковку (рис. 7.23, *г).*

Раскатку кольца / на больший диаметр выполняют на круглой оправке 2 в специальном приспособлении *3,* установленном на нижнем бойке *4* молота (рис. 7.24). После каждого удара верхним бойком по заготовке ее поворачивают на небольшой угол и наносят следующий удар. При этом толщина стенки уменьшается, а диаметры кольца увеличиваются.

Уступы и выемки в заготовках выполняют протяжкой после предварительной надрубки заготовки до глубины уступа или выемки. Места надрубки следует Определять, как изложено в гл. 6. Протяжку одностороннего уступа (рис. 7.25, а) выполняют узким верхним бойком на широком нижнем бойке, чтобы нижняя часть заготовки не деформировалась. Двусторонний уступ (рис. 7.25, б) выполняют одинаковыми по ширине бой-

Рне. 7.24. Раскатка заготовки в виде кольца на молотах



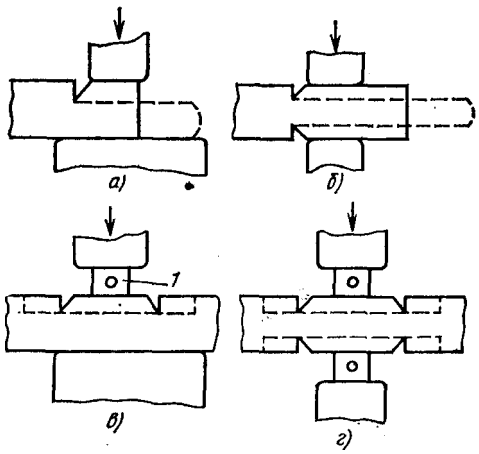


Рис. 7.25. Способы образования уступов и выемок на молотах

ками. Для образования односторонней выемки (рис. 7.25, б) по середине заготовки сначала делают две надрубки, а затем протягивают участок, предназначенный для выемки, на широком нижнем бойке узким верхним бойком или через раскатку /. Двустороннюю выемку (рис. 7.25, *г)* выполняют протяжкой одинаковыми по ширине бойками или раскатками, после образования на заготовке надрубок с обеих сторон.

Осадку выполняют так же, как при ручной ковке, только деформирование осуществляется бойком, а не кувалдой. Нагретую заготовку устанавливают на нижний боек и по верхнему торцу наносят удары верхним бойком до тех пор, пока диаметр и высота заготовки не станут равными заданным (см. рис. 7.6, *а).* Между ударами заготовку рекомендуется поворачивать на некоторый угол вокруг вертикальной оси. Для более интенсивной осадки заготовок с большим диаметром применяют полукруглые раскатки / (см. рис. 3.11), а образовавшуюся на торце заготовки волнистую поверхность проглаживают специальной полосой или гладилкой.

Высадку выполняют с целью получения головок и фланцев с бобышками. Высадку конца заготовки / (рис. 7.26, а) выполняют с помощью подкладного кольца *2 с* отверстием, угол конусности которого 3 ... 7°. Если высадку выполняют в кольце *4 без* конусности

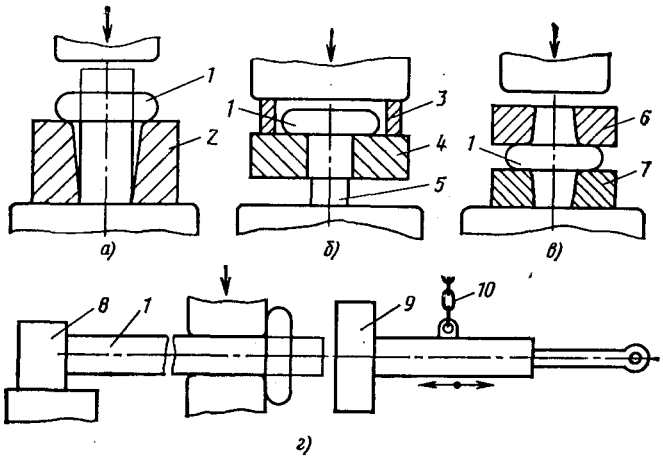


Рис. 7.26. Способы высадки частей заготовок на молотах

(рис. 7.26, б), то заготовку / из него удаляют с помощью круглой подставки 5 и дополнительного кольца *3*.

Высадку средней части заготовки / выполняют с помощью подкладного 7 и накладного *6* колец (рис. 7.26, в). имеющих конусности в отверстиях. Перед высадкой концы заготовки протягивают до диаметра несколько меньше диаметров отверстий в кольцах.

Высадку концов длинных заготовок / (рис. 7.26, г), если их невозможно установить на нижний боек, выполняют в горизонтальном положении, т. е. их укладывают на нижний боек горизонтально, прижимают верхним бойком и наносят удары по нагретому торцу тяжелой «болдой» *9,* подвешенной на цепи *10* или канате. При этом холодный конец заготовки упирается в упор *8.*

Пробивку отверстий с одной стороны за один переход выполняют в заготовках небольшой толщины с применением подкладного кольца *3* и подставки *4* (рис. 7.27, *а).* На заготовку *2* ставится прошивень /, и по нему наносятся удары верхним бойком до образования отверстия и отделения от заготовки выдры 5. В этом случае применяют конические прошивни, которые на заготовку ставят по центру подкладного кольца большим основанием вниз.

Прошивку и пробивку применяют для заготовок большой высоты. Для этого заготовку *2* (рис. 7.27, б) устанавливают на нижний боек, а на нее устанавливают

прошивень *6* и ударом верхнего бойка внедряют его в заготовку примерно на ^{2}^ от высоты заготовки. После этого прошивень вынимают из углубления и заготовку переворачивают, на могемневшее место снова ставят прошивень *6* (рис. 7.26, в) и ударами верхнего бойка пробивают отверстие.

В процессе внедрение прошивня металл из-под него течет в радиальных направлениях и поковка изгибается (рис. 7.27, в). Поэтому иногда поковки необходимо править с помощью кольца 7 (рис. 7.27, *г)*.

При прошивке и пробивке отверстий прошивень может заклиниваться в заготовке. Если заготовка имеет небольшую высоту, то заклиненный прошивень освобождают небольшой раскачкой заготовки в диаметральном направлении, периодически поворачивают заготовку вокруг вертикальной оси. Для облегчения выемки прошивня и высоких углублений в них подсыпают угольную пыль в углубление, образовавшееся после первого удара прошивня. При необходимости прошивни охлаждают.

Г и б к у по сравнению с другими операциями можно выполнять с меньшими усилиями, поэтому заготовки перед гибкой рекомендуется нагревать до температуры несколько ниже начала ковки (см. табл. 5.1), например, стальные заготовки изгибают при температуре 850 ... 950 °С. Наиболее распространены следующие способы гибки на молотах.

Заготовку зажимают между бойками молота и ударами кувалды отгибают незажатый конец заготовки на требуемый угол (рис. 7.28, а). Незажатый конец заготовки также можно отогнуть краном (рис. 7.28, б). Гибку с применением нижника и угловой накладки выполняют легкими ударами верхнего бойка по накладке до соприкосновения заготовки с нижником (рис. 7.28, *в)*. Гибку заго-

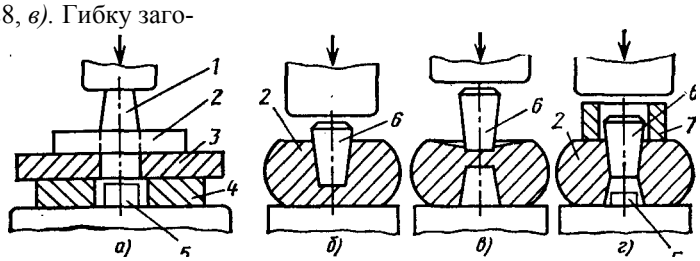


Рис. 7.27. Способы образования отверстий в заготовках на молотах

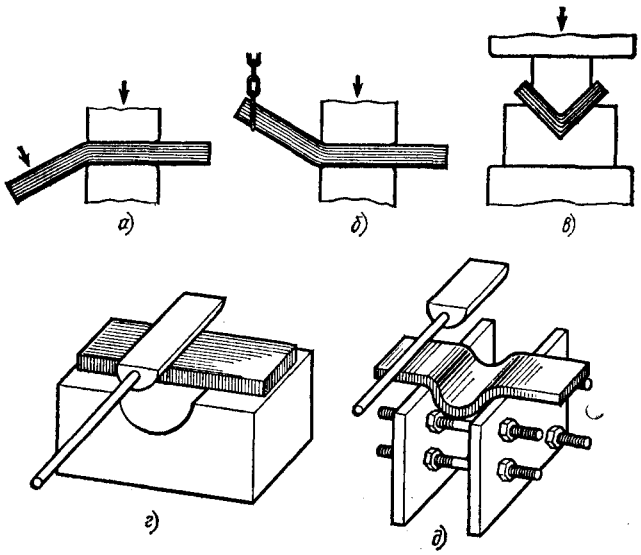


Рис. 7.28. Способы гибки заготовок на молотах

тонок сложной формы выполняют в подкладных штампах (рис. 7.28, г) или в быстропереналаживаемых приспособлениях (рис. 7.28, *д)* с применением односторонних подбоек различной формы (см. рис. 3.9, *а)*.

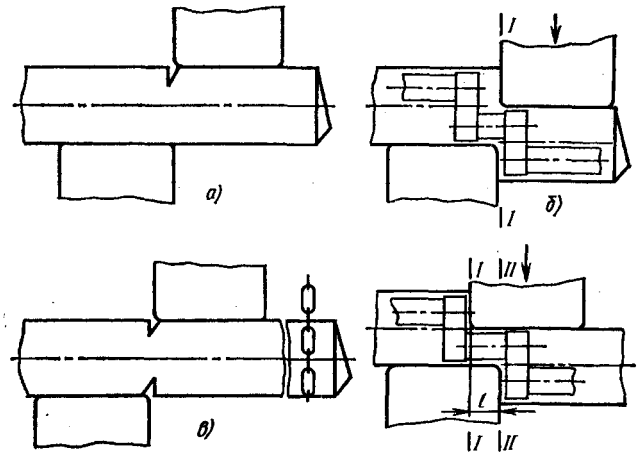


Рис. 7.29. Способы передачи частей заготовок на молотах

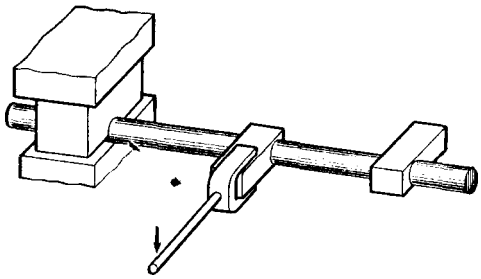


Рис. 7.30. Способ скручивания заготовки с применением вилки

Передачу частей заготовки на молотах выполняют в одной плоскости или в двух параллельных плоскостях. Перед выполнением операции передачи на заготовках необходимо сначала сделать надрубки (рис. 7.29, а, б). Передача в одной плоскости (рис. 7.29, б) выполняется при сдвинутых относительно друг друга бойках или с применением специальных подкладок. При этом сдвиг одной части заготовки относительно другой происходит в узкой зоне, прилегающей к плоскости /—/, с которой совпадают торцовые поверхности бойков. Эту передачу применяют для получения деталей с короткой промежуточной шейкой.

Передачу в двух плоскостях применяют при изготовлении поковки для детали, имеющей длинную промежуточную шейку. На заготовке делают нарубки с противоположных сторон (см. рис. 7.29, *в)*. Бойки сдвигают относительно друг друга с оставлением перекрытия бойков, равного размеру / (рис. 7.29, г). При действии верхнего бойка на заготовку сдвиг одной части заготовки относительно другой происходит в зоне между плоскостями /—/ и //—//.

При выполнении этих операций длинный конец заготовки следует поддержать краном, а также с помощью стоек (см. рис. 4.5, а) или подкладок. Для предотвращения перерезания волокон металла в местах сдвига деформирующий инструмент должен иметь большие радиусы округления рабочих кромок.

Скручивание заготовок на молотах выполняют путем зажатия одного конца их между нижним и верхним бойками, свободный конец скручивается вилкой (рис. 7.30) или с помощью специальных приспособлений.

ГЛАВА 8

Завершающие операции, контроль и дефекты поковок

8.1. Охлаждение поковок

Охлаждение поковок после ковки является таким же важным процессом, как и их нагрев. Охлаждение поковок начинается сразу же после выемки их из очага горна или нагревательной печи и происходит постоянно в процессе ковки и после ковки до температуры окружающей среды.

Поковки, получаемые ручной ковкой из углеродистых сталей обыкновенного качества (см. табл. 2.2), после ковки в основном охлаждают на спокойном воздухе. Иногда охлаждение их ускоряют с помощью струй воздуха

Табли ца 8.1 Скорость охлаждения в различных закалочных средах

Охлаждающая среда	Скорость охлаждения, градус/С в интервале температур, °С	
	650 ... 550	300 ... 200
10%-ный водный раствор едкого натра при 18°С	1200	300
10%-ный водный раствор поваренной соли при 18°С	1100	300
10%-ный водный раствор соды при 15 °С	800	270
Вода при: 18°С	600	270
28 °С	500	270
50 °С	100	270
74 °С	30	200
Мыльная вода	30	200
Минеральное машинное масло	150	30

или окуная в воду после предварительного охлаждения до температуры 700 °С (темно-вншпевый цвет каления). При термической обработке скорость охлаждения поковок можно регулировать, используя различные среды (табл. 8.1). Поковки со сложной конфигурацией и больших размеров из углеродистых качественных, инструментальных и легированных сталей (см. табл. 2.2) нужно охлаждать медленно, так как у*них меньше теплопроводность и при быстром охлаждении в них могут образоваться трещины. Уменьшать скорость охлаждения поковок можно зарывая их в песок или шлак сразу же после ковки.

8.2. Очистка поковок от окалины

Окалина, образовавшаяся на поверхности поковок в процессе нагрева на воздухе и перед термической обработкой, скрывает внешние дефекты поковок. При последующей механической обработке окалина действует как абразив и вызывает быстрое изнашивание режущего инструмента, загрязнение станков и увеличивает скорость изнашивания соприкасающихся с ней деталей. Поэтому окалину с поверхностей поковок удаляют различными способами.

Простейшим способом очистки поковок от окалины является способ *сбивания окалины молотком с* помощью зубила и металлической щетки. Он применяется при изготовлении единичных поковок и при отсутствии в кузницах специального оборудования для очистки поковок от окалины. Другие способы очистки поковок от окалины требуют специального оборудования и редко применяются в кузницах немашиностроительных предприятий.

Голтовка состоит в том, что поковки несложной формы массой не более 20 кг загружаются в цилиндрический барабан. Барабан закрывается и вращается. Поковки в нем ударяются друг о друга, и окалина с них сбивается. Для смягчения ударов и активизации очистки в барабан часто добавляют специальные металлические звездочки, шарики, гравий, щебень, фарфоровую крошку и др. В таком барабане не очищаются от окалины поверхности отверстий, впадины, различные сопряжения переходов и т. п., а тонкие ребра и острые грани скругляются. Кроме этого, ребра могут деформироваться. В принципе такая установка несложна и может быть изготовлена силами

любой ремонтной мастерской. Работает установка с боль":
шим шумом.

Дробеметная очистка заключается в использовании кинетической энергии чугунной или стальной дроби диаметром 0,5...2 мм, которая из дробеметного″ аппарата вылетает с большой скоростью, сильно ударяется ' о поверхности поковок и сбивает окалину. Способ эффективен даже при очистке поковок сложной конфигурации.

Дробеструйная очистка состоит в том, что дробь направляется на поковку потоком сжатого воздуха. Этим способом очищают окалину с поверхностей поковок любой формы.

Травление — химическое воздействие водных растворов соляной и серной кислот на окалину и металл, находящийся под слоем окалины. При травлении окалина растворяется и стравливается основной металл под слоем окалины. Для травления углеродистой стали используют следующие составы: *первый* — 200 г серной кислоты, 50 г поваренной соли и 10 г кровяной соли [гексациано-феррат (III) калия] на 1 л воды, *второй* — 150 г соляной кислоты и 10 г кровяной соли на 1 л воды. Наилучшие результаты получают при подогреве первого состава до 50...60°С, второго до 30...40°С. После удаления окалины поковки промывают в горячей воде при 85...90 °С, нейтрализуют в щелочном растворе и снова промывают в воде.

8.3. Термическая обработка

Неответственные детали и детали из мягких сталей (СтО...Ст5) можно изготовлять из поковок, не подвергавшихся термической обработке. Для них бывает достаточно охлаждения на воздухе. После охлаждения и очистки от окалины они могут использоваться как готовые детали **или** подвергаться механической обработке с целью получения готовой детали требуемой формы. Однако многие поковки необходимо подвергать термической обработке, так как она является важной операцией, предшествующей механической обработке и улучшающей эксплуатационные качества деталей машин.

Термической обработкой называется процесс нагрева и охлаждения металла с определенной скоростью с целью изменения механических свойств его. Нагрев может сочетаться с химическим, деформационным, магнитным и другими воздействиями, при которых воз-

можно получение металлов с отличающимися от прежних свойствами. При тепловом воздействии химический состав металлов и сплавов не изменяется, а химическое и другие виды воздействия, в сочетании с тепловым, позволяют изменять и химические составы металлов и сплавов.

Металлы и сплавы имеют зернистое строение. В зависимости от температуры нагрева, выдержки при этой температуре и скорости последующего охлаждения изменение зерен протекает неодинаково, за счет чего зерна измельчаются по-разному и могут иметь различную ориентацию и связь между собой. На этом процессе и основана термическая обработка металлов и сплавов, а при химико-термической обработке дополнительно изменяется химический состав поверхностных слоев металлов и сплавов.

Различные скорости охлаждения металлов и сплавов получают за счет применения разнообразных охлаждающих-сред, в которые помещают изготовленные из металлов и сплавов нагретые поковки или детали машин и охлаждают их с определенной скоростью (см. табл. 8.1).

Из табл. 8.1 видно, что теплая вода и масло охлаждают сталь медленнее. Наиболее быстро сталь охлаждается в ледяной воде, но при этом почти неизбежно образование в стали трещин. Следует иметь в виду, что минеральное масло сохраняет свою способность быть охлаждающей средой при температурах 20...250 °С, однако для охлаждения стали лучших результатов достигают при температуре 60 °С. С течением времени масло теряет способность быть охлаждающей средой и его следует заменять. Другие охлаждающие среды будут охарактеризованы ниже, при описании видов термообработки, для которых они применяются.

Термическую обработку применяют с целью устранения отрицательных последствий от нагрева в виде внутренних напряжений, перегрева и др.; повышения пластичности, улучшающей обработку металлов в холодном состоянии путем деформирования и резания на металлорежущих станках; увеличения прочности, твердости и износостойкости готовых деталей машин; подготовки структуры металла к окончательной термообработке, при которой получают готовые детали с требуемой структурой и механическими свойствами; защиты металла от коррозии и других целей.

8.4. Виды и режимы термической обработки сталей

В зависимости от химического состава сталей, размеров поковок и требований, предъявляемых к готовым деталям машин, в кузницах немашиностроительных предприятий возможно применение следующих видов термической[1] обработки сталей.

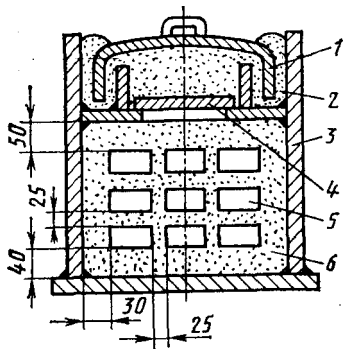
Отжиг состоит в нагреве сталей до определенной температуры, выдержке и затем очень медленном охлаждении, чаще всего вместе с горном или печью. |

Нагрев стали для отжига проводится в кузнеч-1 ном горне или печи. Для того чтобы при нагреве в горне | не допустить выгорания углерода с поверхности стали,;
поковки укладывают в металлические ящики Срис. 8.1), • пересыпают их сухим песком, древесным углем или металлической стружкой и нагревают до температуры, необходимой для отжига данной марки стали. Продолжительность нагрева принимают в зависимости от размеров поковок, примерно по 45 минут на каждые 25 мм наибольшей толщины поперечного сечения. Нагрев выше температуры для отжига и длительная выдержка при этой температуре недопустимы, так как возможно образование крупнозернистой структуры, что резко уменьшит ударную вязкость металла.

Охлаждение поковок можно осуществлять несколько быстрее, чем вместе с горном и печью, если воспользоваться следующими рекомендациями. Углеродистые качественные конструкционные стали следует охлаждать приблизительно до 600 °С на воздухе с целью получения мелкозернистой структуры, а затем, чтобы избежать возникновения внутренних напряжений, охлаждение осуществлять медленно в печи или в ящике с песком или золой, установленном в горне. Инструментальные углеродистые стали следует охлаждать в печи или горне до

Рис. 8.1. Ящик с песочным затвором для термической обработки поковок и деталей:

/ — крышка; *2* — песок; *3* — ящик;
4 — поддон; *5* — поковка; *6* — песок или древесный уголь



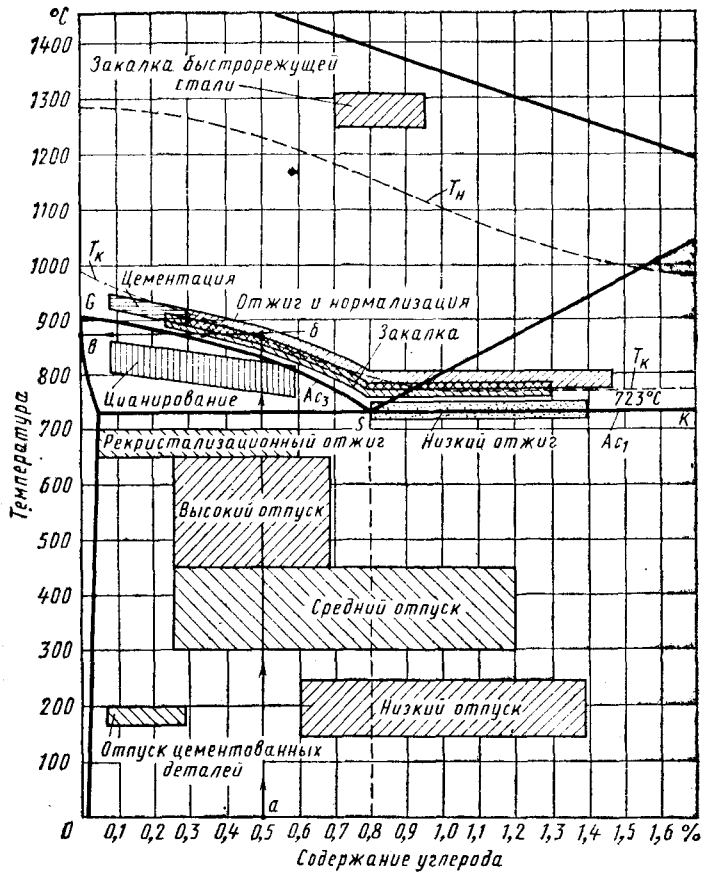


Рис. 8.2. Диаграмма состояния железо—углерод (Fe—C) для определения температуры нагрева сталей при термической обработке

670 °C, а затем скорость охлаждения можно ускорить, открыв заслонки печи и удалив топливо из горна.

В зависимости от цели изменения структурных превращений (диаграмма состояния показана на рис. 8.2) применяют следующие разновидности отжига.

Полный отжиг состоит в нагреве сталей, содержащих углерода до 0,8%, до температуры выше линии *SG* на 30...50°C, что отражено на диаграмме состояния железо—углерод (рис. 8.2), т. е. *Ac*$_3$ + (30...50°C), а сталей с содержанием углерода больше 0,8% до температуры

выше линии *SK* на 30...50^{0}С, т.е. *Ad* + (30...50°С)\ выдержка при этой температуре до полного прогрева поковки и последующем медленном охлаждении вместе с горном или печью. Поковки из углеродистых сталей охлаждают со скоростью 50... 150 градус/ч, а из легированных сталей—20...60 градус/ч. В результате в металле снимаются внутренние напряжения, он становится более мягким и пластичным, но менее твердым.

Низкий отжиг состоит в нагреве поковок до температуры, немного превышающей критическую 723 °С (примерно до 740...780 °С), с периодическим изменением температуры ниже и выше точки S и медленном охлаждении до 670 °С, после чего охлаждение можно ускорить. Такой отжиг применяют для уменьшения твердости, увеличения пластичности и улучшения обрабатываемости поковок из инструментальных сталей.

Рекристаллизационный отжиг состоит в нагреве сталей до температуры 650...700 °С и охлаждении на воздухе. С помощью этого отжига снимают наклеп и исправляют структуру сталей, нарушенную во время ковки при низких температурах.

Нормализационный отжиг (нормализация) состоит в нагреве поковок до температуры 780... ...950°С, непродолжительной выдержке при ней и последующем охлаждении на воздухе. Нормализацию, как правило, применяют для устранения крупнозернистой структуры, образовавшейся в результате вынужденного или случайного увеличения времени нахождения заготовок в печи для исправления структуры перегретой стали (перегрева), измельчения зерна, смягчения стали перед обработкой резанием и получения при резании более чистой поверхности, а также общего улучшения структуры перед закалкой. В результате нормализации сталь получается несколько тверже и менее пластичной, чем после низкого отжига. Нормализация по сравнению с отжигом более экономичная операция, так как не требуется охлаждения вместе с горном или печью.

Закалка состоит в нагреве углеродистых сталей, содержащих углерода до 0,8%, до температуры выше линии SG на 20...40 °С (рис. 8.2), т. е. *Асз* + (20...40 °С), а сталей с содержанием углерода более 0,8% —до температуры выше линии *SK* на 20...40°С. т.е. *Aci* + (20...40 °С), выдержке при этих температурах и охлаждении в охлаж-

дающей среде с соответствующей скоростью охлаждения (см. табл. 8.1).

Стали с содержанием углерода меньше 0,25% в результате закалки свои свойства изменяют незначительно, поэтому обычно их не закаливают.

Закалку применяют для увеличения твердости, прочности и износостойкости деталей, получаемых из поковок. В практике обычно закаливают рабочие части различного технологического инструмента (резцов, сверл, напильников, зубил, молотков, кувалд, плоскогубцев, отверток и др.), мерительного инструмента (скоб, калибров, циркулей и др.), тяжелонагруженные и работающие на истирание детали машин (клапаны, шатуны, коленчатые валы, лемехи плугов и др.).

Нагрев стали под закалку осуществляют в горнах или нагревательных печах. Детали в горны укладывают так, чтобы холодное дутье воздуха не попадало непосредственно на сталь. Нужно следить, чтобы нагрев происходил равномерно. Чем больше углерода и легирующих элементов содержит сталь, чем массивнее деталь и сложнее ее форма, тем медленнее должна быть скорость нагрева под закалку. Продолжительность выдержки при закалочной температуре ориентировочно принимается равной 0,2 от времени нагрева. Слишком длительная выдержка при вакалочной температуре не рекомендуется, так как при этом интенсивно растут зерна и сталь теряет прочность.

Охлаждение является исключительно важной операцией закалки, так как от него практически зависит получение требуемой структуры в металле. Для этого должно быть достаточное количество охлаждающей жидкости, чтобы температура во время нахождения в ней детали повышалась незначительно. Для достижения равномерной закалки нагретую деталь надо быстро погрузить в охлаждающую жидкость и перемешать ее в жидкости до полного охлаждения. Если закаливают только конец или часть изделия (например лезвие топора), те его опускают в закалочную жидкость на требуемую глубину и перемещают вверх-вниз, так чтобы не было резкой границы скорости остывания между закаливаемой и незакаливаемой частями изделия и не появились трещины в переходной части. Способы погружения некоторых деталей в жидкость и движения в ней показаны на рис. 8.3.

Выбор охлаждающей среды зависит от марки стали, величины сечения детали и требуемых свойств, которые

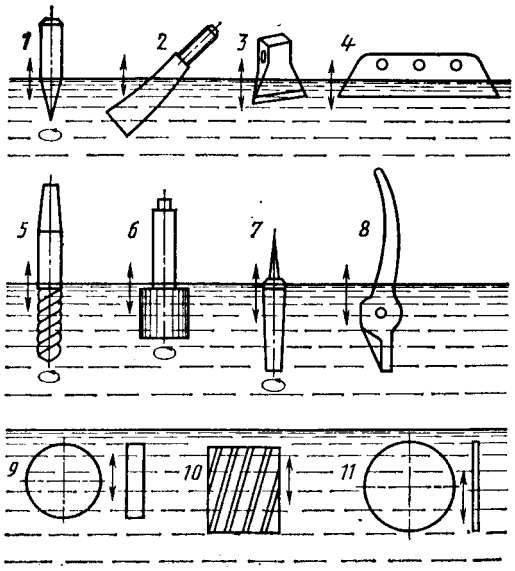


Рис. 8.3. Способы погружения деталей в охлаждающую жидкость; *1* — зубило; *2* — зуб барабана молотилки; *3* — топор; *4* — лемех; 5 —• сверло; *6, 9, 10* — фрезы; *7* — напильник; *8* — ручка плоскогубцев; /; — дисковой пилы

должна получить сталь после закалки. Стали с содержанием углерода от 0,3 до 0,6% обычно охлаждают в воде, а с большим содержанием углерода — в масле. При этом следует учитывать конфигурацию деталей и их сечение. Детали со сложной конфигурацией, с резкими переходами от малого сечения к большому и массивные детали охлаждать в воде опасно, так как на них могут появиться трещины.

При закалке стали сложным является получение желаемого двухскоростного охлаждения ее. В интервале температур 650...450°С требуется быстрое охлаждение со скоростью 20...30°С/с. Это позволяет избежать коробления и трещин.

Из табл. 8.1 видно, что лучшей закалочной средой была бы двухслойная жидкость, в которой верхний слой — вода с температурой 18...28°С, а нижний—машинное масло. Но, к сожалению, такую двухслойную жидкость получить нельзя, потому что масло всплывает на поверхность.

При определенном навыке можно применять следующий режим охлаждения. На несколько секунд погрузить деталь в воду, а затем быстро перенести ее в масло. Ориентировочное время охлаждения в воде до переноса в масло составляет 1...1,5с на каждые 5...6 мм сечения детали. Такой способ охлаждения получил название «через воду в масло» или прерывистой закалки» Ее применяют для закалки инструмента из углеродистой стали.

При большом сечении детали наружные слои охлаждаются быстрее, чем внутренние, и поэтому твердость на поверхности получается больше, чем в середине. Углеродистые стали, например стали 40 и 45, закаливаются на глубину 4...5 мм, а глубже будут частично закаленная зона и незакаленная сердцевина. Легирующие элементы — марганец, хром, никель и др. способствуют более глубокой закалке. Например, сталь ЗОХ закаливается на глубину б...9 мм, сталь 40СХ — на глубину 12 мм и сталь ЗОХНЗ —
на глубину 10 мм.

Некоторые детали (режущая часть сегмента сенокосилки, рабочая часть зуба барабана молотилки, лезвие лемеха плуга, палец звена гусеницы трактора и др.) нуждаются в большой прочности на поверхности при сохранении мягкой и вязкой сердцевины. Такие детали рекомендуется подвергать *поверхностной закалке.* Один из самых простых способов такой закалки состоит в загрузке детали в печь с высокой температурой (950...1000 °С), быстром нагреве поверхности до закалочной температуры и охлаждении с большой скоростью в проточной охлаждающей среде (см. табл. 8.1).

Часто закалку выполняют сразу после ковки без дополнительного нагрева, если температура поковки после ковки будет не ниже закалочной температуры.

Закалка может быть *сильной, умеренной* и *слабой.* Для получения сильной закалки в качестве охлаждающей среды применяют воду при 15...20 °С до погружения в нее детали и водные растворы поваренной соли и соды (карбоната натрия). Умеренная закалка получается при использовании воды со слоем масла толщиной 20...40 мм, нефти, мазута, мыльной воды, жидкого минерального масла, а также горячей воды. Слабая закалка получается, если применять в качестве охлаждающей среды струю воздуха или расплавленный свинец и его сплавы.

Закалка требует внимания и умения. Плохая закалка может испортить почти готовые детали, т. е. привести к

образованию трещин, перегреву и обезуглероживании?! поверхности, а также к желобленню (короблению), которое в значительной степени зависит от способа и скорости^ погружения детали в охлаждающую жидкость.

Закалка—не окончательная операция термической обработки, так как после нее сталь становится не только прочной и твердой, но и очень хрупкой, а в поковке возникают большие закалочные напряжения. Эти напряжения достигают таких значений, при которых в поковках появляются трещины или детали из этих поковок разрушаются в самом начале их эксплуатации. Например, только что закаленный кузнечный молоток нельзя использовать, так как при ударах им о металл от него будут откалываться кусочки металла. Поэтому для уменьшения хрупкости, внутренних закалочных напряжений и получения требуемых прочностных свойств стали после закалки поковки подвергают отпуску.

Отпуск состоит в нагревании закаленной стали до температуры ниже *Aci* (см. рис. 8.2), выдержке при этой температуре некоторое время и быстрого или медленного охлаждения, как правило, на воздухе. В процессе отпуска в металле структурных изменений не происходит, однако уменьшаются закалочные напряжения, твердость и прочность, а пластичность и вязкость увеличиваются. В зависимости от марки стали и от предъявляемых к детали требований по твердости, прочности и пластичности применяют следующие виды отпусков.

Высокий отпуск состоит в нагреве закаленной детали до температуры 450...650°С, выдержке при этой температуре и охлаждении. Углеродистые стали охлаждаются на воздухе, а хромистые, марганцовистые, хромо-кремниевые — в воде, так как медленное охлаждение их приводит к отпускной хрупкости. При таком отпуске почти полностью ликвидируются закалочные напряжения, увеличивается пластичность и вязкость, хотя заметно уменьшается твердость и прочность стали. Закалка с высоким отпуском по сравнению с отжигом, создает наилучшее соотношение между прочностью стали и ее вязкостью. Такое сочетание термообработки называют *улучшением* Улучшению подвергают сильнонагруженные детали машин, такие, как коленчатые валы, шатуны, диски плугов и борон, оси и др., изготовленные из углеродистых сталей с содержанием углерода 0,3...0,5%

Средний отпуск состоит в нагреве закаленной

детали до температуры 300...450°С, выдержке при этой температуре и охлаждении на воздухе. При таком отпуске увеличивается вязкость стали и снимаются внутренние напряжения в ней при сохранении достаточно большой твердости. Он применяется для деталей машин, работающих в условиях трения и динамических нагружений, таких, как лемехи плугов, лапа культиваторов, зубья барабана молотилки, оси тракторных плугов, пружины, рессоры
и др.

Низкий отпуск состоит в нагреве закаленной детали до температуры 140...250 °С и охлаждении с любой скоростью. При таком отпуске почти не уменьшается твердость и вязкость стали, но зато снимаются внутренние закалочные напряжения. После такого отпуска детали нельзя нагружать динамическими нагрузками. Чаще всего его используют для обработки режущего и измерительного инструмента из углеродистых и легированных
сталей.

При изготовлении слесарного, кузнечного или измерительного инструмента ручной ковкой кузнецы часто применяют закалку и отпуск с одного нагрева. Такую операцию называют *самоотпуском* и выполняют следующим образом. Нагретую под закалку поковку охлаждают в воде или масле не полностью, а до температуры несколько выше температуры отпуска, которую можно определить при извлечении поковки из закалочной среды, по цвету побежалости на предварительно обработанной на наждачном круге поверхности поковки. После этого поковку окончательно охлаждают путем погружения ее в воду или
масло.

При отсутствии измерительных приборов температуру нагрева поковки определяют по цвету побежалости. Для этого перед нагревом поковки для отпуска на ней, в нужном месте, зачищают небольшой участок наждачной бумагой или другим абразивом. Нагревают поковку и наблюдают за изменением цвета металла по зачищенной поверхности. При этом цвета побежалости будут соответствовать следующим приблизительным температурам нагрева поковки!

Цвет побежалости Температура, °С Светло-желтый 220
Соломенно-желтый (золотистый) 240
Коричнево-желтый 255
Красно-коричневый 265
Пурпурно-красный 275
Фиолетовый 285

Темно-синий ..... 295...310
Светло-синий ..... 315 ... 325
Светло-голубой 320
Светло-серый ..... 330 ... 350

i

При более высокой температуре поверхность стали темнеет» и остается такой до температуры 600 °С, когда появляются цвета каления (см. гл. 5).

Режимы термообработки сталей необходимо соблюдать очень строго, так как только правильная термообработка позволяет получать детали машин с заданной прочностью, износостойкостью, обрабатываемостью, пластичностью и т. п.

Приближенные режимы нагрева поковок при термообработке можно устанавливагь по диаграмме на рис. 8.2. Например, кузнец отковал поковку из углеродистой стали, содержащей 0,5% углерода. Требуется определить по диаграмме температуру нормализации. Для этого на горизонтальной оси находят точку *а,* соответствующую 0,5% углерода. Из точки *а* проводят вертикальную линию до пересечения ее в точке *б* с кривой для нормализации. Из точки *б* проводят горизонтальную линию влево до пересечения с вертикальной осью диаграммы в точке *в.* Точка *в* указывает, что температура нагрева поковки для нормализации приближенно будет равна 880 °С.

Верхние критические точки нагрева сталей находятся на линии *Асу (SG)* и *Aci (SK.)*- Поэтому можно сначала определять критические температуры нагрева на линиях *Асу* или *Aci* (рис. 8.2), а затем прибавлять к ним указанные выше величины температур и получать требуемые значения температур нагрева сталей для того или другого вида термической обработки.

Следует иметь в виду, что после нагрева стали под закалку их можно охлаждать на воздухе до критических точек охлаждения *Ас^* и *Aci, а* затем погружать в охлаждающую среду. Точки *Агу* и *Аг^* обозначают температуру ниже температуры на линиях *Асу* и *А',i,* примерно в пределах Ю...50°С.

Режимы термообработки некоторых конкретных углеродистых и легированных сталей приведены в табл. 8.2.

Следует отметить, что в кузницах чаще используются различные виды отжига и отпуска поковок, как подготавливающие их для последующей обработки резанием.

Для пружин и рессор, как очень ответственных деталей, воспринимающих циклические и динамические нагрузки,

Таблица 8.2

Режимы термической обработки некоторых углеродистых и легированных сталей

Марка стали	Температура критических точек °С		Виды и режимы термической обработки •', температура °С, время выдержки и	Твердость	
	Лс,	*Ас,*		НВ	HRC
10	732	874	Н, 920, воздух; 3, 900, вода 4- + Он, 200, 2	101 ... 156 *[2]	
15	735	863	Н, 900, воздух; 3, 880, вода + + Он, 200, 2	101 ... 156	
20	735	854	Н, 890,воздух; 3, 870, вода + + Ов, 600, 1	123 ... 167	
25	735	840	И, 890, воздух; 3, 870, вода + + Ов, 600, t	143 ... 179	
30	732	813	*11,* 880, воздух; 3, 860, вода + + Ос, 400, воздух	179	
35	730	802	Н, 880,воздух; 3, 850, вода + 4- Ос, 400, воздух	209	
40	730	790	Н, 870, воздух; 3, 840, вода + 4- Ов, 620, воздух	167... 217	
45	730	755	Н, 860, воздух; 3, 830, вода -(- 4- Ов, 600, воздух	175... 217	
50	725	760	От, 820; Н, 850, 0,5, вода; 3, 830, 0,5 вода; 3, 830, 0,5, вода -)- Ов, 600, 1, вода (или Он, 200, 2, вода)	200 ... 217	
65Г	724	745	От, 820; 3, 800, масло + Ос, 400 воздух	229	
15Х	735	870	Н, 890; 31, 880, вода или масло 4- 311. 770 ... 820. вода или масло 4- Он, 180, воздух или масло	179	
20Х	765	830			
35Х	740	815	От, 850; 3, 860, масло + Он, 200, воздух	197	56 *[3]
40Х	743	815	От, 820 ... 840; 3, 860, масло + Он, 200, воздух	217	45
45Х	735	770	От, 780 ... 840; 3, 860, масло-f- Он, 200, воздух	229	42... 58

Продолжение табл. 8.2

Марка стали	Температура критичек,"С		Виды и режимы термической обработки температура, "С,		
	Ас,	*Ас.*		нв	HRC
50ХГ	750	755	От, 850 ... 860; 3, 840, мас ло + Ос, 440, воздух	269	
50С2	775	840	От, 860...900; 3, 870, мас	241	
60С2	850	820	ло или вода + Ов, 460, воздух	269	
У7	730	760	От, 750 ... 780; 3, 790 ... 830,		
У8А			вода Ос, 400, воздух		^firt
У9А			От, 750 ... 780; 3, 780 ... 810, через воду в масло + Ос, 400, воздух		
У10А	730		От, 750 ... 780; 3, 770 ... 790, через воду в масло + Ос, 400, воздух		62
У12А	—	—	От, 750 ... 780; 3, 760 ... 780,		
viia			через воду в масло + Ос, 400, воздух	—	62

•' Приняты следующие обозначения: 3 — закалка, 31 — закалка пер' вая, 311 — закалка вторая, Н — нормализация, Ов — отпуск высокий, Он — отпуск низкий. Ос — отпуск средний. От — отжиг.

•' Твердость после нормализации, отжига или отпуска.

•' Твердость после закалки и низкого или среднего отпуска.

рекомендуются специальные режимы термообработки (табл. 8.3).

8.5. Химико-термическая обработка сталей

Химико-термической обработкой называют процесс, сочетающий термическое и химическое воздействие на поверхностный слой стальных деталей с целью увеличения твердости и прочности этого слоя при сохранении мягкой сердцевины детали. Применяют химико-термическую обработку для повышения износостойкости деталей, работающих в условиях трения. Из многих видов химико-термической обработки в кузницах не машиностроительных предприятий обычно применяют цементацию и цианирова-ние.

Таблица 8.3

Марка стали	Температура, °С		Твердость НВ
	закалка в масле ——————к	отпуска	
	Пружина		
65	840	480	OOQ
70	830		
85	820		269
65Г	830		241
60Г	840		
70Г	830		
55С2*	850 ... 870	420 ... 460	341 ... 445
60С2 '		430 ... 460	338 ...477
70С3А	860	460 ...470 388 ...445	
Рессора			
55С2	860 ... 870	480 ... 500 364 ... 410	
60С2	850 ... 870 850 ... 870	400 ... 460 400 ... 460)	387 ... 418 387 ... 418

* Для стали 55С2 закалочной средой может быть и вода.

Цементация состоит в диффузионном насыщении углеродом поверхностных слоев деталей, изготовленных из мягкой и вязкой углеродистой или легированной стали с содержанием углерода меньше 0,25%, которые по характеру использования должны иметь твердые наружные слои и вязкую сердцевину. Например, зубчатые колеса, червяки червячных передач, поршневые пальцы, ролики подшипников качения, трущиеся о землю детали сельскохозяйственных машин и др.

В основном цементации подвергают следующие марки стали: 10, 15, 20, 25, 15Г, 20Г, 15Х, 20Х3, 15ХГ, 18ХГМ, 12ХМ, 15НМ, 20НМ, 20ХН, 12Х2Н4, 20Х2Н4-

Науглероживание наружного слоя происходит при нагреве готовых деталей в материалах, легко отдающих 171

Таблица 8.4

Составы заводских карбюризаторов

Соста в-ляющая	Сосгаи карбюризаторов по номерам								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Древесный уголь	74 ... 78	65	87	85 ... 90	90		60	45	98
Углероди стый барий	15... 12	10	—		10		40	12	2
Кальцини рованная сода	1 ... 1,5	1	10	15... 10		15... 10			—
Углекислый кальций	3,5	1	3						
Кокс		20						43	.
Торфяной кокс	—	—	—	—	—	85 ... 90	—		—
Мазут	5... 4,5	3	—	—	—	—	—	—	—

углерод, которые называют *карбюризаторами.* При этом сталь нужно нагревать до температуры выше линии *SG* (см. рис. 8.2). Карбюризаторы могут быть твердыми, жидкими и газообразными. В кузницах не машиностроительных предприятий возможно применение цементации в твердых карбюризаторах, как наиболее простом способе.

Цементация твердым карбюризатором состоит в размещении детали в этом карбюризаторе, нагреве до температуры 920...950°С, выдержке при этой температуре и охлаждении с карбюризатором без доступа воздуха. В результате наружные слои детали насыщаются углеродом до 0,8...1,0% на глубину 0,5...2,4 мм.

Твердые заводские карбюризаторы представляют собой твердую смесь, содержащую от двух до шести элементов (табл. 8.4). В кузницах же можно приготовить заменители карбюризаторов, при использовании которых получают качество цементации не хуже, чем заводскими карбюризаторами. Составы заменителей карбюризаторов могут быть следующими.

Первый — торф с влажностью не более 10%, измельченный и просеянный через сито.

Второй — опилки различных древесных пород (лучше березовые или дубовые).

Третий — опилки твердых пород дерева 92...95% и кальцинированная сода 5...8%.

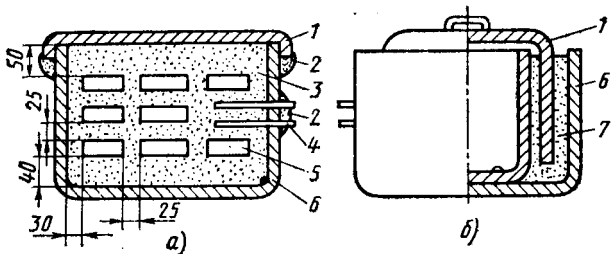


Рис. 8.4. Ящик для химико-термической обработки деталей:
1 — крышка; *2* — глиняная обмазка; *3* — цементационная смесь; 4 — «свидетель»; *5* — цементуемые детали; *6* — ящик; *7* — песок

Четвертый — подсолнечная шелуха 95% и кальцинированная сода 5%.

Опилки и шелуху следует хорошо просушить. Карбюризаторы можно применять повторно с добавлением к ним 25...30% свежего карбюризатора.

Процесс цементации в твердом карбюризаторе выполняется следующим образом. Детали, подлежащие цементации, промывают в керосине, бензине или 5%-ном растворе каустической соды и укладывают рядами в стальной цементационный ящик (рис. 8.4, *а)*. Одновременно с деталями в этот ящик укладывают два прутка диаметром 10. -.20 мм из одинаковой с деталями стали, так чтобы концы их выходили наружу, а один пруток кладут ниже деталей на 10... 15 мм. Эти прутки называют «свидетелями» и применяют их для контроля процесса цементации. Между рядами деталей и «свидетелями» насыпают карбюризатор и утрамбовывают. Ящик закрывают стальной крышкой и щели замазывают замазкой, состоящей из двух частей огнеупорной глины и одной части речного песка, разведенных водой до тестообразного состояния.

Подготовленный таким образом ящик устанавливают в (печь или горн, засыпают коксом (углем) и разводят огонь. Температура нагрева ящика и деталей должна быть не менее 900...950°С, потому что при 880 °С цементирующая способность опилок уменьшается, а при 820 °С происходит обратный процесс — выделение углерода из стали. Продолжительность выдержки при температуре 900... ...950°С зависит от желаемой глубины цементационного слоя и может быть следующей:

Глубина слоя, мм ..... 0,4 ... 0,7 0,6 ... 0,9 0,8 ...1,2
Продолжительность выдержки, ч ..... 4,0 ... 5,0 5,5 ... 6,5 6,2 ... 10

Глубина слоя, **мм .....** 1,2 ... 1,6 1,6 ...2,0 2,0 ... 2,4
Продолжительность выдержки, ч ..... 10 ... 1,4 14 ... 19 19 ... 24

Время нагрева ящика и деталей до температуры цементации (2...4 ч) не учитывается. Отсчет времени выдержки начинают с момента нагрева ящика и деталей до температуры 900 °С. Глубину цементации определяют по пруткам — «свидетелям». Ко времени предполагаемого конца цементации прутки по очереди вынимают из ящика и вакаливают в воде. На прутке по излому определяют глубину цементационного слоя, отличающегося от сердцевины более светлой окраской и более мелким зерном. По Прутку, уложенному ниже деталей, определяют окончательную ширину цементированного слоя в деталях.

После достаточной выдержки ящик с деталями и карбюризатором охлаждают на воздухе, не нарушая замазки, Затем детали вынимают из ящика, закаливают и подвергают низкому отпуску. Температура закалки—800... ...830°С, отпуска—160...200°С. Поверхность правильно цементированной детали должна иметь матово-серебристый цвет. Наличие цветов побежалости или окалины указывает на некачественность цементации.

Чтобы не замазывать глиной соединение ящика с крышкой, для цементации можно применять ящик с песочным затвором (рис. 8.4, б). Детали в него укладывают так же, как показано на рис. 8.4, *а*.

Места деталей, которые не требуется цементировать, омедняют или покрывают слоем огнеупорной смеси, например, состоящей из следующих компонентов; первая смесь—огнеупорная глина с 5...10%-ной примесью извести или асбеста; вторая смесь — 30% огнеупорной глины^ 20% песка и 50% измельченной до порошка окалины. , Цианирование состоит в одновременном насыщении поверхностных слоев деталей углеродом и азотом. При этом стойкость деталей против истирания увеличивается еще в большей степени, чем после цементации.

Наиболее простой способ цианирования мелких деталей (болтов, гаек, губок ключей и плоскогубцев, измерительного инструмента, напильников и др.) состоит в следующем. Деталь нагревают в печи или горне до температуры 780...850 "С. После некоторой выдержки при этой температуре деталь вынимают **из** печи или горна и места, подлежащие цианированию, равномерно со всех сторон посыпают порошком синькалн [гексацианоферрат (II) калия 3-вод-

ный1 или кровяной соли. Деталь снова нагревают, да температуры 800...850°С для расплавления порошки, Повторение этой операции несколько раз обеспечивает насыщение поверхности стали азотом и углеродом на глубину до 0,2 мм. После этого детали закаливают и подвергают низкому отпуску. Твердость поверхности детали после цианирования получается такой, что напильник по ней будет скользить.

Для более глубокого цианирования используют пасту следующего состава: 40% голландской сажи или торфяного кокса (малосернистого), 15% углекислого бария, 20% углекислого натрия, 20% синькали и 5% песка. Все компоненты разводят в 15%-ном водном растворе технической патоки или канцелярского клея до густоты, какую имеют краски. Пасту наносят на детали слоем З...4мм для получения глубины цианированного слоя I...1,5 мм. Детали загружают в пустые цементационные ящики с песочным затвором (рис. 8.4, б), нагревают их до температуры. 920...930°С, выдерживают 1...1,5ч, охлаждают, закаливают и подвергают низкому отпуску.

Для цианирования инструментальной и быстрорежущей сталей применяют пасту, состоящую из 50% порошка древесного угля, 25% соды и 25% синькали, которые разводят в 15%-ном водном растворе патоки. Пасту намазывают, на инструмент слоем б...8 мм. После просушки слоя пасты инструмент укладывают в цементационный ящик (рис. 8.4, б), пересыпая детали чугунной стружкой, нагревают до температуры 780...820°С, выдерживают при этой температуре 2...3 ч, охлаждают, закаливают и подвергают низкому отпуску.

Инструменты из быстрорежущей стали могут быть подвергнуты низкотемпературному цианированию в газовой, жидкой или твердой стредах. Твердая среда состоит из 60...80% древесного угля с зерном 3...6 мм и 40...20% желтой кровяной соли 1гексацианоферрат (II) калия!. измельченной в порошок. Инструменты укладывают в ящик, пересыпая их цианирующей смесью, нагревают до температуры 550... 560 °С, выдерживают l..-Зч в зависимости от толщины инструмента и охлаждают ящик вместе с инструментом до температуры 200...100°С. Однако применение жидкой и газообразной сред требует ср&-циального оборудования и в кузницах применять их сложно.

Режим химико-термической обработки некоторых ста-

лей и твердость их после такой обработки приведены Bj табл. 8.5.

Таблица 8.5 Твердость некоторых сталей после химико-термической обработки

Марка стали	при температуре, °С	поверх- I?RC	сердце вины НВ
0,8	Цнр, 820 ... 860 + 3, 820 ... 860, во да + Он, 160 ... 180, воздух	56 ... 62	Не менее 137
10.	То же		
15	Ц, 900 ... 920, воздух + 3, 760 ... 780, вода + Он, 160 ... 200, воздух		146... 136
20	Ц, 920 ... 950, воздух + 3, 800 ... 820, вода + Он, 180 ... 200, воздух	54 ... 62	Не более 156
25	Ц, 920 ... 950, воздух + 3, 820 ... 840, вода + Он, 180 ... 200, воздух		Не менее
20Г	Цнр, 840 ... 860 + 3, 820 ... 840, мас ло + Он, 180 ... 200, воздух		170

Примечание. Ц— цементация, Цнр — цианирование, остальные, как в табл. 8.3.

8.6. Термическая обработка цветных металлов и сплавов

Цветные металлы и сплавы подвергают термической обработке с целью изменения твердости и прочности, увеличения вязкости и др.

Медь отжигают с целью снятия наклепа. Режим: нагрев до температуры 500...700 °С, охлаждение на воздухе или в воде. Замачивание в воде способствует отслоению окалины, при этом твердость не меняется.

Латунь отжигают с целью предохранения от рас-трескивания. Режим отжига: нагрев до температуры 250...300°С и охлаждение на воздухе.

Бронзу отжигают для уменьшения внутренних напряжений после отливки. Режим отжига: нагрев до температуры 600...750 °С в зависимости от марки и охлаждение вместе с печью (горном) или на воздухе. Режим закалки: нагрев до температуры 780...950 °С и охлаждение в воде. Режим отпуска: нагрев до температуры 300... 176

...500°Св зависимости от марки и охлаждение на в[03]"

ДУхе. Режим Алюминий отжигают после наклепа, г"""[1]

отжига: нагрев до температуры 370...400°С и.охД-[1]*^[11116] на воздухе. Закалке алюминий не поддается.

8.7. Защита поверхностей деталей от корро[3]"**

Для предохранения от коррозии (окисления) поверхностей некоторых деталей (винтов, шайб, декорз[тм"1121] изделий и др.) иногда применяют *воронение.*

Простейший способ воронения состоит в нагреве стальных деталей до температуры 600...650 °С и быстром погружении в машинное масло. При этом на поверхностях деталей образуется пленка магнитного оксида железа, защищающая сталь от коррозии.

Если деталь ранее была подвергнута закалке и нагрев ее до температуры 650 °С недопустим, то хорошие результаты по защите деталей от коррозии можно получить путем кипячения их в течение одного часа в раств[0]?® [сле]" дующего состава: едкий натр 650 г, натриевая селитра 200 г и перекись марганца 200 г на 1 л воды. Дополнительные сведения о защите поверхностей от коррозии имеются в работе (121.

8.8. Контроль и дефекты поковок

В кузницах не машиностроительных предприягии, [как] правило, нет контролеров. Поэтому кузницы сами должны уметь контролировать качество выполняемых ими поковок и обнаруживать хотя бы внешние дефекты на них.

Контроль поковок состоит в том, чтобы н любой стадии изготовления поковок обнаруживать отклонения или дефекты, которые приводят к искажению форм и размеров, ухудшению прочностных показателей и обрабатываемости поковок резанием. Для этого необходимо осматривать заготовки с целью обнаружения внешних дефектов в виде трещин, волосовин, закатов, плен, подре-вов и др. При этом можно использовать лупЫ.

Нужно следить за устранением заусенцев после отрубки заготовок, за режимами нагрева и правильностью выполнения каждого перехода, прохода, кантовки, силы и частоты ударов кувалдой или молотком.

Требуется контролировать размеры и форму горячих поковок измерительным инструментом и шаблонами в 177

процессе ковки и проверять правильность выбранного^
режима охлаждения.

Необходимо проводить внешний осмотр поковок на отсутствие окалины, особенно с поверхностей, которые будут обрабатываться резанием, и с целью обнаружения внешних дефектов, получающихся после ковки, в виде трещин, расслоений, раковин, рванин, зажимов и др.
(см. ниже).

Контроль за правильностью выполнения операций термической и химико-термической обработки поковок или деталей следует выполнять особенно тщательно, так как неправильная термообработка резко снижает работоспособность деталей.

Нужно осматривать поковки с целью обнаружения внешних дефектов в виде трещин и короблений после термической обработки.

После термической обработки следует проводить окончательный контроль размеров и формы поковок.

Контроль нагрева металла следует выполнять специальными приборами и только при отсутствии их пользуются визуальными способами по цветам каления и цветам побежалости. В кузницах можно применять следующие приборы и устройства.

Оптический пирометр предназначен для замера температуры нагрева металла 700...2000 °С. Этим пирометром можно определять температуру нагрева металла в горне и в печи. Так же можно использовать фотоэлектрические и радиационные пирометры.

Термопара (термоэлектрический пирометр) является стационарным прибором и в основном используется в нагревательных печах. В зависимости от пары спаянных металлов термопары позволяют определять температуру до 800.1300, 1600 °С.

Ртутные термопары позволяют измерять температуру до 500 °С и используются для определения температуры жидкостей в закалочных баках, нагрева металла для низкого отпуска и скорости охлаждения деталей после термической обработки.

Твердость термически обработанных деталей приближенно можно определять с помощью напильников. Для этого в тисках зажимают деталь с сухими и чистыми поверхностями и опиливают ее плавными движениями, достаточно сильно нажимая напильником на деталь. Если

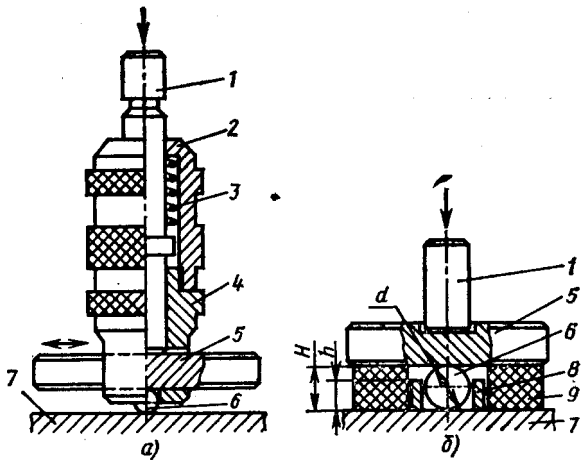


Рис. 8.5. Приборы для приближенного определения твердости металла

напильник скользит по поверхности детали, то она имеет большую твердость, если напильник только слегка «берет» 'поверхность детали — деталь менее твердая, а если напильник опиливает деталь — она имеет еще меньшую твердость. Следует иметь в виду, что узкую поверхность опиливать легче, чем широкую.

Для оценки твердости деталей применяют специальные напильники двух групп твердости. Напильники I группы обеспечивают сцепление (напильник слегка «берет») с контрольной пластинкой из стали У 10, имеющей твердость HRC 57...59, и не имеют сцепления с контрольной пластинкой твердостью HRC 59...61. Напильники II группы обеспечивают сцепление с пластинкой твердостью HRC 59...61 и не сцепляются с пластинкой твердостью HRC 61...63. Сравнивая взаимодействие напильника с контрольными пластинками, а затем с деталью, можно приближенно судить о твердости детали.

Прибор Польди (рис. 8.5, а) переносной и может быть использован непосредственно в кузницах. Он состоит из бойка /, корпуса *2,* пружины *3,* гайки *4* эталона *5* (прямоугольной пластины) и шарика *6.* Твердость эталона заранее известна. Пользуются прибором так. Эталон надевают на гайку и прибор устанавливают на шарик, положенный на деталь 7. Затем молотком наносят удар по бойку и получают отпечатки шарика на поверх-

ностях эталона и детали. Сила удара была одинаковой для эталона и детали,отпечатки от шарика будут не одинаковыми при различной твердости эталона и детали. Чем тверже металл, тем меньше площадь отпечатка на нем. Сравнивая площади отпечатков на поверхностях эталона и детали и пользуясь специальными таблицами, определяют твердость детали. Используя принцип прибора Польди, твердость можно определять приспособлением, изображенным на рис. 8.5, б. Берется боек /, эталон *5* известной твердости, шарик *6,* цилиндрик *8* и резиновая прокладка *9* в виде шайбы. При этом можно использовать шарик из подшипника качения. Цилиндрик должен иметь внутренний диаметр больше диаметра шарика на 0,5... ...1,5мм, а высоту, примерно, "/з диаметра шарика, т. е. А == (0,6...0,7) *d.* Резиновая прокладка должна быть из очень мягкой резины или из губчатого поролона, высота прокладки должна быть равна диаметру шарика или незначительно больше его, т.е. H = (1...1,2) *d.* При ударе молотком по бойку твердость детали будет определена так же, как при использовании прибора Польди.

Твердость по Бриннелю и по Рок-в е л л у (см. гл. 2) проверяют в лабораторных условиях на специальных прессах и приборах, что практически недоступно для кузниц. Однако при необходимости ее можно определить на ближайших машиностроительных предприятиях или в крупных механических мастерских, имеющих такое оборудование.

Механические свойства (предел выносливости, предел текучести, ударную вязкость и др.) также проверяют на специальном оборудовании.

Внутренние дефекты в поковках можно определять только в лабораториях на специальном оборудовании. При этом используются следующие методы:
ультразвуковой, рентгенодефектоскопия и гамма-дефектоскопия, капиллярная дефектоскопия и др.

Химический состав проверяют в случаях, когда заготовки с одинаковыми размерами перепутались и на них отсутствует клеймо или бирка. Для определения химического состава сталей используют следующие методы.

Искровой контроль (см. рис. 2.1) является весьма приближенным, но его можно выполнять очень быстро (за смену до 1000 образцов) без какого-либо специального оборудования.

В лабораториях химический состав металлов определяют *спектральным* или *химическим анализами.*

Дефекты могут быть независящие и зависящие **от** кузнеца, исправимые и неисправимые.

К независящим от кузнеца относятся дефекты исходного металла (см. гл. 6). Внешние из них могли быть не обнаружен^! при осмотре заготовок или были невидимыми, например волосовины, а в процессе ковки раскрылись. Внутренние, например, флокены или неметаллические включения находятся в середине металла и обнаруживаются только при разрезке его. Однако они не всегда могут попасть в плоскость разреза.

К зависящим от кузнеца относятся дефекты, получающиеся в результате несоблюдения режимов нагрева и охлаждения заготовок и поковок, применения неисправного инструмента и нарушения приемов ковки на различных операциях, нарушения режимов термообработки и др.

К исправимым дефектам относятся небольшие трещины, зажимы, складки, вмятины, плены с глубиной в пределах припусков на механическую обработку, а также перегрев и небольшие коробления.

К неисправимым дефектам относятся глубокие трещины, крупные складки и зажимы, вмятины глубже припусков, пережог металла, получение поковок с уменьшенными размерами относительно заданных на чертеже, растрескивание после термообработки и др. Поковки с такими дефектами перековываются или бракуются и отправляются на переплавку.

Сведения о дефектах и мерах предупреждения их, приведенные в гл. 5, 6 и 7, можно дополнить следующим.

Заусенцы, образовавшиеся при разделке металла на торцах заготовок, надо обязательно удалять, так как об них можно поранить руки, а при последующей ковке заготовки их можно заковать внутри поковки или снаружи может образоваться дефект в виде плен и других поверхностных дефектов.

Вмятины чаще всего являются результатом неаккуратной работы кузнеца, например, из-за заковки в тело заготовки окалины, ударов кувалдой или молотком по гладкой поверхности поковки и др. Вмятины увеличивают припуски на механическую обработку или приводят к окончательному браку, если глубина их будет превышать припуск.

Р а сел о С н и е чаще всего возникает при ковк< исходного Металла с низким качеством, недостаточном нагреве и интенсивной деформации. Расслоение, как правило, охватывает большой объем металла и имеет зна-Я чительную глубину. Этот дефект практически неисправим, |

Размеры поковки могут получиться с боль-' шими отклонениями от чертежных из-за неточного опре-| деления исходной заготовки или недостаточного умения кузнеца.

Способы исправления внешних дефектов можно разделить на три группы. К первой группе относятся способы, j исправляющие дефекты снятием значительного слоя ме-э талла с поверхностей поковок или нанесением дополнительного слоя металла на них. Ко второй — способы, исправляющие дефекты дополнительным пластическим деформированием. К третьей — способы исправления структуры металла термической обработкой.

К способам исправления дефектов первой группы относятся следующие.

Зачистку выполняют вручную напильником или бруском, на наждачных станках или зачистных машинах. При этом устраняют заусенцы, вмятины, зажимы и другие внешние дефекты, обнаруженные на поверхностях заготовок и холодных поковок. При устранении внешних дефектов зачисткой на заготовках снимаемый слой металла может быть достаточно большим, а поковки считаются годными для последующей механической обработки, если этот слой будет не более ^з припуска.

Вырубку и отрубку выполняют зубилом, специальными кузнечными топорами, обсечками, пневматическими зубилами и другими инструментами. Вырубкой устраняют все, перечисленные выше, внешние дефекты. Вырубку и отрубку можно выполнять как в холодном, так и в горячем состоянии заготовок и поковок. Примеры отрубки заусенцев показаны на рис. 7.20, *д—ж.* Следует иметь в виду, что полученная при вырубке выемка тоже является повреждением металла, но это повреждение при ковке не будет распространяться внутрь него и не останется в виде пустоты, трещины или другого дефекта. Это достигается при выполнении операции удаления дефектов, когда получают плавные переходы и закругления кромок у выемок, а в начале ковки выемку расковывают;

вширь, чтобы не создать нового дефекта в виде зажима[3] или складки.

Если внешние дефекты начали появляться в процессе ковки, то их необходимо устранять немедленно, не дожидаясь конца ковки и охлаждения поковки, так как продолжение ковки с дефектом может привести к увеличению дефекта или скрыть его.

Заварку выемок после вырубки глубже припуска применяют преимущественно для исправления дефектов на поковках из низко углеродистых сталей. При этом подготавливаемые для заварки места должны быть зачищены до блеска. По окончании заварки эти места очищают от шлака и зачищают напильником или на наждаке. После этого поковку подвергают термической обработке (нормализация, отжиг, отпуск) с целью снятия внутренних напряжений, образовавшихся во время заварки.

К способам исправления дефектов второй группы относятся следующие.

Проглаживание выполняют с целью выравнивания поверхностей поковок и доведения формы и размеров поковок до чертежных.

Правку применяют для устранения различных видов кривизны, образующейся чаще у длинных поковок. Правят поковки в холодном и горячем состояниях на наковальнях, кузнечными молотами или на правильных плитах (см. рис. 7.12, е).

Перековку применяют тогда, когда поковка получилась с отклонениями формы и размеров от заданных чертежом. Ее перековывают на одну-две поковки меньших размеров или протягивают и раскатывают на большую поковку.

К способам исправления дефектов третьей группы относятся различные виды дефектов термической обработки, при которых получают направленное изменение структуры металла, например, исправление структуры поковки из перегретого металла и различных дефектов, образовавшихся в результате нарушения режимов термической обработки.

Дефекты при термической обработке могут быть следующими.

Малая твердость металла, т.е. меньше установленной чертежом, получается из-за неправильно выбранного или проведенного режима термообработки. Например, нагрев под закалку не доведен до требуемой температуры и не было выдержки при закалочной температуре, завышена температура отпуска.

Чтобы правильно выбрать режим нагрева термообра ботки, требуется знать содержание углерода в стали с точ ностью до 0,1% и правильно выбрать охлаждающую среду'3 Массивные поковки надо охлаждать только в проточноЯ жидкости.

Малая твердость на отдельных местах объясняется! местным обезуглероживанием поверхности поковки или детали или неправильным положением их при охлаждении в жидкости. Этот дефект можно исправить повторной закалкой и отпуском.

Закалочные трещины появляются вследствие внутренних напряжений, которые возникают в детали при быстром охлаждении ее. Эти напряжения тем" больше, чем больше разница толщин у детали и чем резче переходы от больших сечений к меньшим. Закалочные трещины являются причиной разрушения деталей. Этого дефекта можно избежать, изменяя режим тремообработки, например, повышая температуру охлаждающей жидкости, обмазывая резкие переходы или увеличивая плавность переходов.

При закалке деталей сложной формы с малыми сечениями вместо воды применяют масло или обычное охлаждение заменяют прерывистой закалкой—«через воду в масло».

Если деталь, имеющая отверстия, изготовлена из углеродистой стали и ее надо закалить в воде, то перед закалкой отверстие забивают сухим асбестом. Это предохраняет деталь от растрескивания.

Если деталь не имеет трещин после закалки, но возможно образование их, то появление трещин можно предупредить проведением отпуска немедленно после закалки с достаточной выдержкой при температуре для отпуска.

Коробление появляется при быстром нагреве деталей сложной формы и неравномерном поверхностном нагреве плоских деталей, а также при неправильном положении детали в охлаждающей жидкости. Например, при нагреве лемехов плуга более прогретая сторона увеличивается в объеме больше, чем другая, менее прогретая. Поэтому такие детали следует нагревать с малой скоростью или ступенчато с выдержкой на каждой ступени для выравнивания температуры по всему сечению детали.

При закалке тонких деталей их необходимо погружать в жидкость вертикально. Очень тонкие детали с большой площадью желательно охлаждать в специальном приспособлении, Зажатыми между плитами.

ГЛАВА 9

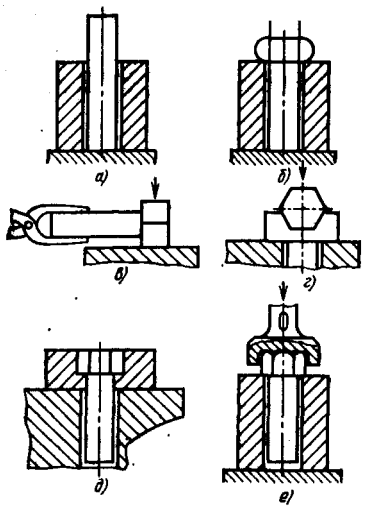
Примеры ковки типовых деталей

9.1. Болты

Болты представляют собой стержень с головкой на одном конце и резьбой — на другом. Они очень широко используются в машинах и чаще других деталей их приходится изготовлять в кузницах. При ковке поковок для болтов следует различать их по форме головок, которые могут быть шестигранными, квадратными, цилиндрическими, коническими, в виде отогнутого конца или проушины и др. Длина стержней может быть самой различной, это зависит от размеров соединяемых деталей. Предназначаются болты для соединения деталей небольшой толщины (пластин, фланцев и др.); для соединения деталей из дерева, пластмасс и др., не обеспечивающих достаточную прочность резьбы в них и непозволяющих соединять их, например, сваркой; в случаях, когда требуется сборка и разборка сборных единиц машин; для крепления машин на фундаментах и других целей.

Болты диаметром до 20 мм и длиной до 200 мм изготовляют в следующей последовательности. Заготовку диаметром, равным диаметру стержня и требуемой длины, отрубают кузнечным зубилом на наковальне. Конец, из которого будут формировать головку болта, нагревают в горне до ковочной температуры. Холодным концом заготовку вставляют в кольцевую подставку (рис. 9.1, а) и высаживают нагретый конец заготовки (рис. 9.1, б). Затем заготовку вынимают из подставки и на наковальне ударами молотка или кувалды формируют цилиндрическую головку (рис. 9.1, б). После этого головку вторично нагревают до ковочной температуры и оформляют ее грани с помощью обжимок—нижника и верхника (см. рис. 3.5, б и 9.1, г) или в гвоздильне (рис. 9.1,3). Углы головки болта скругляют с помощью специальяой

JL



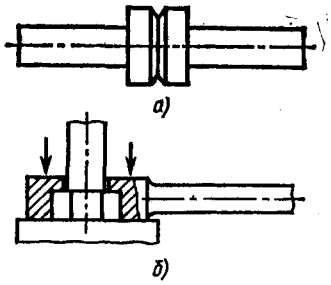


Рис. 9.2. Ковка болтов больших размеров

Рис. 9.1. Ковка болта с шестигранной головкой

обжимки (рис. 9.1, *е).* По окончанию ковки стержень болта выправляют и измеряют. Если он окажется длиннее требуемого размера, то конец стержня нагревают и отрубают. У головки болта контролируют калибром размер
под ключ.

Болты с квадратной головкой изготовляют аналогично.

Болты больших диаметров с длиной стержня до 400 **мм** можно делать из заготовок, диаметры которых равны диаметрам головок болтов. В этом случае заготовку отрубают длиной на два болта, которую определяют по методике, изложенной в гл. 6. Концы заготовки протягивают до диаметра, равного диаметру стержня болта (рис. 9.2, *а),* а посередине заготовку разрубают зубилом и кувалдой или топором на молоте и получают заготовки для двух болтов. После этого из непротянутой части у каждой заготовки с помощью гвоздильни формируют головку болта требуемой формы (рис. 9.2, *б).*

Поковки болтов большой длины изготовляют следующим образом. Заготовку отрубают от проката диаметром, равным диаметру стержня болта. Один конец заготовки нагревают до ковочной температуры и слегка высаживают его ударами о наковальню (см. рис. 7.6, *г, д).* На высаженный конец надевают кольцо,

согнутое из стали квадратного сечения, когда выезженного металла не хватает для формирования головки. Затем этот конец заготовки вместе с кольцом нагревают в горне до сварочной температуры и выполняют кузнечную сварку кольца с концом заготовки. Требуемую форму и размеры головки получают с помощью кузнечной формы (см. рис. 3.4, *д)* и гладилки. *

Поковку для болта с очень длинным стержнем можно получить и так. Нагреть и высадить конец заготовки для формирования головки болта, как показано на рис. 7.6, *г, д.* Затем высаженный конец подогреть до ковочной температуры, на заготовку надеть гвоздильню с холодного конца, поставить высаженным концом на наковальню и оформить головку болта, как показано на рис. 9.2, б.

Практически все указанные выше болты можно ковать любым из перечисленных способов, а в качестве заготовки лучше использовать шестигранный пруток.

Ковку болта с проушиной выполняют в следующей последовательности. Выбирают заготовку с диаметром, равным диаметру стержня. Один конец нагревают, высадкой и осадкой получают головку с размерами, близкими к наружному диаметру готовой головки (рис. 9.3, *а).* Затем в проушине пробивают отверстие, как показано на рис. 7.8, б—*г.* Диаметр отверстия увеличивают с помощью оправки *1,* а после этого проушину вместе с оправкой в отверстии проковывают до требуемых размеров на наковальне (рис. 9.3, б). Стержень болта окончательно отделывают с помощью обжимок — нижника и верхника (рис. 9.3, в).

Если в кузнице установлен кузнечный молот, то болты можно изготовлять с помощью различных штампов, что увеличивает производительность и уменьшает затраты.

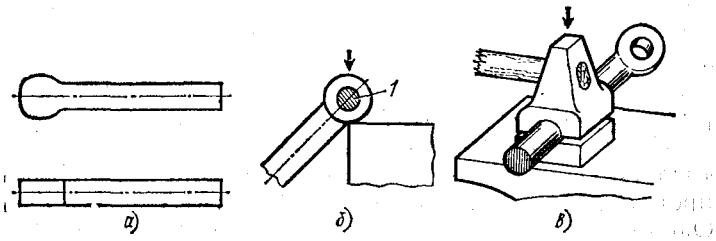


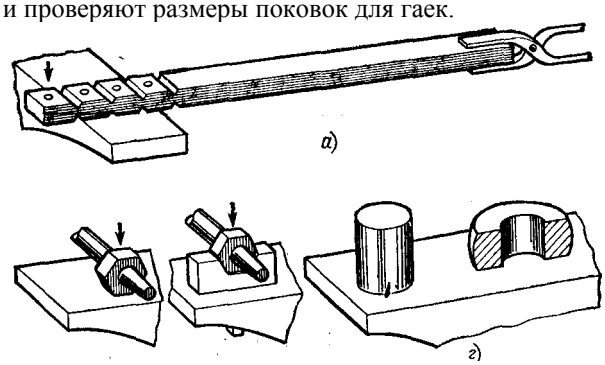
Рис. 9,3. Ковка болта с проушиной

9.2. Гайки

Гайки для болтов диаметром до 25 мм| рационально изготовлять из полосы. Для этого исполь-j зуют полосовую сталь с размерами, приближенно равными 0,8—по толщине и 2—по ширине от диаметра болта, или же полосу отковывают длиной около 1 м из круглого, или квадратного проката. Полоса должна быть из стали обыкновенного качества (см. табл. 2.2).

На полосе намечают места для отверстий и отрубки заготовок на гайки (рис. 9.4, *а).* Потом полосу нагревают в горне и пробойником в намеченных местах пробивают отверстия. Диаметр отверстия должен быть меньше диаметра болта с припуском на резьбу. По местам, намеченным для отрубки, полосу надрубают с двух сторон на Уз ее толщины с каждой стороны и погружают в воду, чтобы быстрее остыла заготовка и стала хрупкой. По надрубкам полоса легко ломается от ударов молотка (рис. 9.4, а).

Дальнейшее формирование поковок для гаек состоит в окончательном оформлении граней на квадрат или шестигранник и придании отверстию правильной формы и размера. Для этого на тонкий прут надевают по восемь—десять заготовок и нагревают их в горне. Нагретые заготовки подают на наковальню, надевают их на оправку и придают форму граням (рис. 9.4, б). Окончательно грани гаек, Также на оправке, оформляют в нижнике (рис. 9.4, *в).* Углы гайки скругляют так же, как у головки болта (см. рис. 9.1, *е).* При необходимости, грани гайки прогла-бкивают и проверяют размеры поковок для гаек.



s) ^ *е)* - — г) Рис. 9.4. Ковка гаек с шестью гранями

Готовые гайки отжигают, чтобы получить мелкозернистую структуру стали и предотвратить поломку метчиков при нарезании резьбы в гайке.

Гайки для болтов диаметром больше 25 мм куют кузнечным молотом. Заготовку выбирают из круглого проката (рис. 9.4, *г),* нагревают и осаживают до высоты гайки, затем в заготовке пробивают отверстие, как показано на рис. 7.27, б, в, г и 9.4, г. Далее, на оправке оформляют грани и отверстие так же, как для небольших гаек (см. рис. 9.4, б, б и 9.1, *е),* отделывают, проверяют размеры и отжигают.

При изготовлении большого количества гаек рекомендуется применять штампы.

9.3. Костыли

Костыли изготовляют из углеродистых сталей обыкновенного. качества (см. табл. 2.2). Заготовку подбирают из проката квадратного сечения с размерами, соответствующими размерам стержня костыля, или отковывают из другого профиля.

Конец заготовки нагревают в горне и кладут на наковальню, так чтобы нагретый конец выступал на длину, требуемую для формирования головки. Затем этот конец отгибают ударами молотка (рис. 9.5, *а).* Если требуется подогрев, то заготовку снова нагревают до ковочной температуры и устраняют утяжку, образовавшуюся в месте изгиба, т. е. получают прямой угол (рис. 9.5, б). После этого нагревают второй конец заготовки, протягивают и отковывают его на наковальне сначала накоротко (на

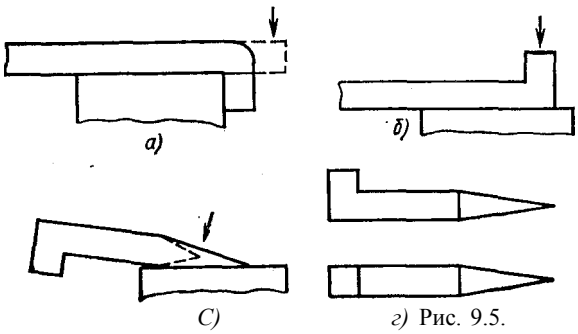


Рис. 9.5.

Ковка костыля

рис. 9.5, в показано пунктиром), а затем по размеру *щ* чертеже. После этого выправляют костыль на наковалы| до получения формы, показанной на рис. 9.5, *г* н размера! по чертежу.

9.4. Заклепки

Для получения заклепок используют сталь Ст2 и СтЗ, медь и другие мягкие металлы. Изготовление заклепо! состоит в образовании головок высадкой холодным споса бом с диаметром стержня до 10 мм и горячим — боле< 10 **мм.** Высадку головок осуществляют в гвоздильне или в кузнечной форме (см. рис. 3.4, *г, д}*, а также в специаль' ных приспособлениях.

Одно из таких приспособлений показано на рис. 9.6, Оно состоит из стальной колодки / и накладки *6.* В колодк(просверлены глухие отверстия, соответствующие диаметр) заклепок, а длина этих отверстий короче заклепок на толщину накладки. В накладке сквозные отверстия выполнень так, чтобы они совпадали с соответствующими отверстиями в колодке. Кроме этого, отверстия в накладке имеют дополнительное расширение, соответствующее форме головки ваклепки.

Заклепки в холодном состоянии изготовляют в следующей последовательности. Отрубают заготовку от круглой проволоки (прутка) с учетом формирования головки и диаметром, равным диаметру стержня заклепки. Длину заготовки на заклепку определяют по методике, изложенной в гл. 6. Заготовку вставляют в соответствующее отверстие колодки через накладку. Ударами молотка формируют головку заклепки, например круглую *3,* произвольной формы *4* и потайную 5. После формирования головок накладку поднимают, заклепки вынимают из отверстий колодки, а затем и из отверстий накладки.

У заготовок под заклепки диаметром больше 10 **мм** нагревают один конец до ковочной температуры, холодным концом вставляют в отверстие колодки и оправкой *2*

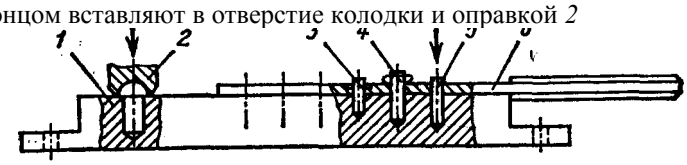


Рис. 9.6. Приспособление для изготовления заклепок

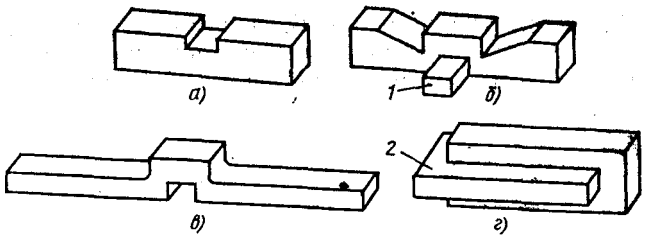


Рис. 9.7. Получение поковки для деталей в виде скобы, серьги **ил«**| вилки '3

формируют головку заклепки. В этом случае холодный] конец не деформируется и после формирования головой' заклепку свободно удаляют из отверстия колодки. Если же заготовка нагревалась полностью, то готовая заклепки легко удаляется из отверстия в колодке после остывания^ Если будет затруднительно извлечь заклепки из отверстйЦ колодки, то можно применять накладку, так же как npll изготовлении залепок холодным способом.

Описанное выше приспособление можно применять длр изготовления различных заклепок или использовать для получения заклепок одного типоразмера.

9.5. Скобы, серьги или вилки

Скобы, серьги или вилки куют в следующей последовательности. В нагретой заготовке соответствующих размеров посередине оформляют выемку (рис. 9.7, а) при помощи оправки *1* (рис. 9.7, б), которая на рис, 9.7, *а* не показана. Не вынимая оправки, заготовку переворачивают и с другой стороны заготовки односторонней треуголь-ной пережимкой (см. рис. 3.9, а) получают углубления, как показано на рис. 9.7, б. Концы заготовки протягивают (рис. 9.7, в). Затем, в полученную ранее выемку вставляют брусок 2, на нем загибают концы заготовки, как показано на рис. 9.7, *г.* Если требуется, то, не вынимая бруска, наружную часть поковки отделывают до требуемых размеров и формы.

9.6. Вилка с хвостовиком

Заготовку из проката прямоугольного сечения пережимают (рис. 9.8, в). Один конец протягивают для образования хвостовика (рис. 9.8, б). На другом конце пробивают

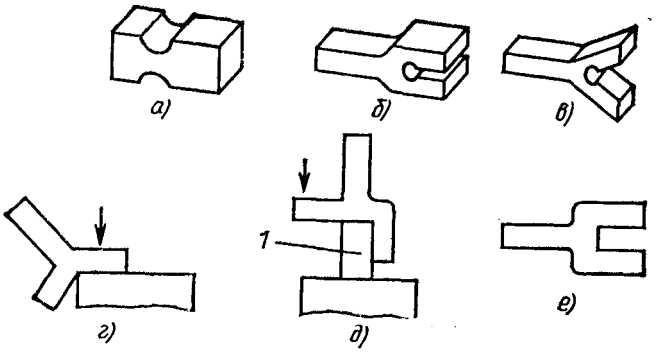


Рис. 9.8. Ковка вилки с хвостовиком

отверстие и оформляют паз (рис. 9.8, б), а затем по этому пазу раздвигают конец (рис. 9,8, *в)*. На наковальне отковывают проушины вилки (рис. 9.8, *г)*. Затем на оправке / отгибают проушины вилки (рис. 9.8, *д)* и, не вынимая оправки, отделывают проушины вилки (рис. 9.8, *е)*.

9.7. Рычаг с бобышкой

Рычаг с бобышкой можно отковать двумя способами. Первый Способ — из заготовки толщиной, равной высоте бобышки вместе с рычагом. Нагретую заготовку надрубают (рис. 9.9, *а)* и протягивают оДин конец по сече

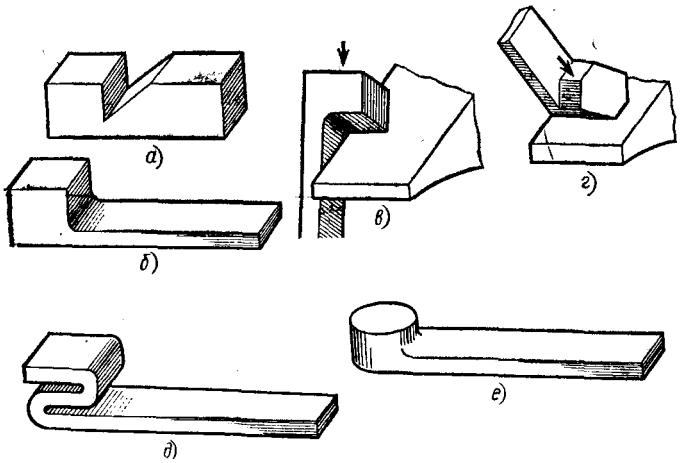


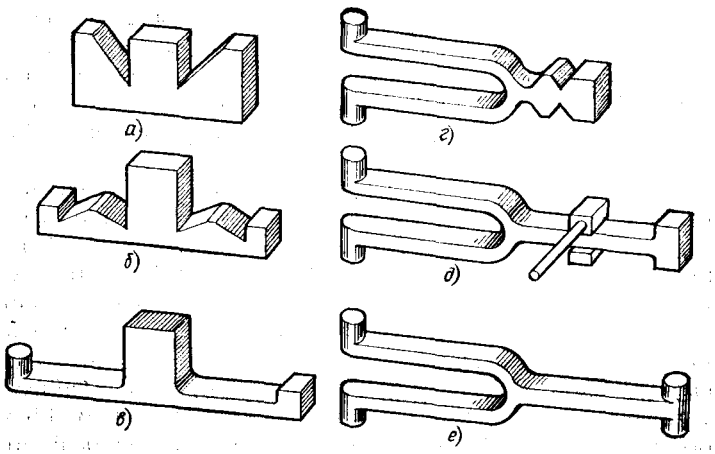
Рис. 9.9. Ковка рычага с бобышкой

нию и длине до размеров, близких к размерам рычага (рис. 9.9, б). Образовавшимся при этом выступом на другом конце заготовку кладут на наковальню и оформляют в бобышку требуемой формы (рис. 9.9, б, *г).* Затем бобышку и рычаг доводят до чертежных размеров (рис. 9.9, ***ё).***

Второй способ — из полосы, толщина которой меньше высоты бобышки с рычагом. В этом случае подбирают полосу с размерами*по ширине и толщине, равными размерам рычага или близкими к ним, и длиной, обеспечивающей получение выступа изгибом. Один конец заготовки нагревают и дважды его изгибают (рис. 9.9, *д).* Затем этот конец сваривают кузнечной сваркой. При этом надо соблюдать все требования, необходимые для получения качественной сварки. Полученный сваркой выступ формируют в бобышку так же, как в первом случае (см. рис. 9.9, *в,* г), и в конце ковки получают готовую поковку для рычага с бобышкой (рис. 9.9, е).

9.8. Вилка с хвостовиком и бобышками

В нагретой до ковочной температуры заготовке оформляют две выемки, как показано на рис. 9.10, *а.* Затем с обеих сторон от выступа, оставленного для хвостовика, заготовку протягивают для образования проушин вилки так, чтобы на концах остались выступы по высоте, близкие к высоте бобышек (рис. 9.10, б, *в).* Концевые выступы на



;і Рис..9.10. Ковка вилки с хвостовиком и бобышками 7 в. г. Шмаков

.Ча3

наковальне оформляют в бобышки, как показано рис. 9.9, в, *г,* и концы заготовки отгибают на полукруг.» оправке /, как показано на рис. 9.7, *г.*

После этого приступают к ковке хвостовика вилки; Сначала в выступе для хвостовика образуют впадины (рис. 9.10, г), а затем с помощью гладилок хвостовик протягивают так, чтобы на его конце остались выступы с обеих сторон для формирования бобышки (рис. 9.10, *д).* Эту бобышку формируют так же, как на концах проушин, сначала с одной стороны, а затем с другой. По окончании ковки выполняют отделочные операции и получают вилку с хвостовиком и бобышками (рис. 9.10, *е).*

9.9. Рычаг с бобышками и вилкой

Ковку такого рычага с бобышками и вилкой на концах выполняют в следующей последовательности. Заготовку квадратного сечения (рис. 9.11, а) надрубают с двух сторон так, чтобы на одном конце остался выступ для формирования бобышки (рис. 9.11, *б).* Затем заготовку протягивают **по** сечению примерно до наружных размеров вилки, которая будет на другом конце, а выступ, образованный ранее, формируют в бобышку с обеих сторон рычага (рис. 9.11, *в).* **От** конца, на котором будет вилка, делают надрубы с четырех сторон, среднюю часть протягивают до размеров стержня (рис. 9.11, г). Вилку отковывают так же, как пока-

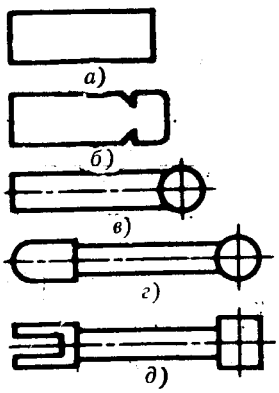


Рис. 9.11. Ковка рычага с бобышками и вилкой

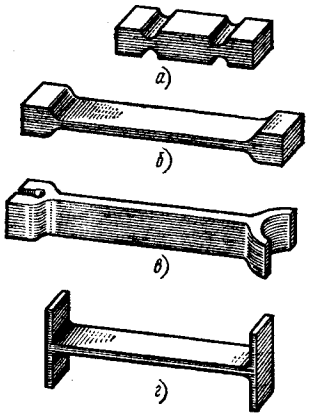


Рис. 9.12. Ковка стойки в виде двутавровой балки

зано на рис. 9.8. После отделочных операций получают готовый рычаг с бобышками и вилкой на концах (рис. 9.11,5).

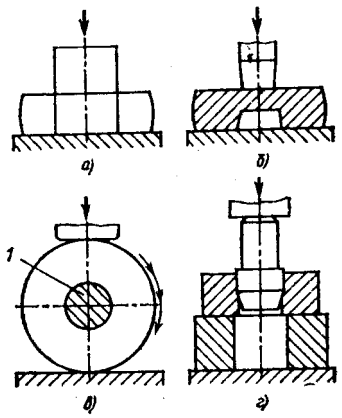
9.10. Высокая стойка

Нагретую заготовку пережимают в двух местах, оставляя на концах выступы для образования полок балки (рис. 9.12, а). Среднюю часть протягивают до требуемых размеров (рис. 9.12, б). В оставленных выступах пробивают отверстия и прорубают их, как показано на рис. 9.12, а, слева. По прорубленному пазу раздвигают части, предназначенные для формирования полок (рис. 9.12, *в,* справа), затем эти части выправляют и формируют в полки. После этого выполняют отделочные операции и получают готовое изделие в виде высокой стойки двутаврового сечения (рис. 9.12, *г).*

9.11: Шестерни

Заготовку шестерни с отверстием для вала, нагретую до ковочной температуры, устанавливают на наковальню и осаживают (рис. 9.13, а). Затем в ней пробивают отверстие несколько больше требуемого по чертежу на поковку (рис. 9.13, б). При этом заготовка приобретает бочкообразную форму, а отверстие имеет уклоны с обеих сторон к середине заготовки по высоте. Заготовку снова нагревают до ковочной температуры, в отверстие вставляют оправку / (рис. 9.13, е) с диаметром, равным диаметру отверстий по чертежу на поковку. Заготовку вместе с оправкой кладут на наковальню так, чтобы ось была расположена горизонтально, и кувалдой наносят удары, поворачивая заготовку после каждого удара. При этом выправляют поверхность заготовки и отверстие в ней.

Рис. 9.13. Ковка шестерни с отверстием для вала



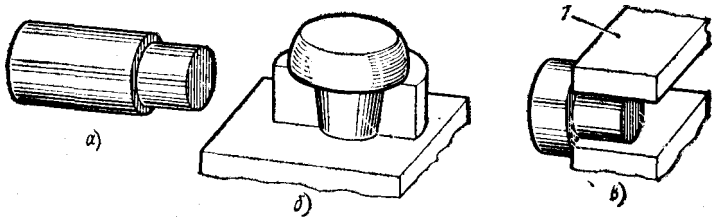


Рис. 9.14. Ковка шестерни со ступицей

При необходимости калибруют отверстие (рис. 9.13, **г) и** получают готовую поковку для шестерни с отверстием для вала.

Ковкушестерни со ступицей выполняют в следующей последовательности. У нагретой до ковочной температуры заготовки протягивают один конец примерно до размеров ступицы (рис. 9.14, *а).* Этим концом нагретую заготовку вставляют в оправку и ее часть, предназначенную для нарезания зубьев, осаживают (рис. 9.14, б). После этого заготовку нагревают, кладут на наковальню и ударами кувалды, через подкладку / (рис. 9.14, *в),* выправляют обе части заготовки до формы цилиндров требуемых размеров.

Поковки для аналогичных шестерен больших размеров можно изготовлять на молотах с применением таких **же** операций.

9.12. Хомуты

В качестве заготовки можно использовать стальной Прокат прямоугольного сечения. После отрубки Заготовки требуемой длины и нагрева ее до ковочной температуры на концах заготовки делают па два углубления на каждом конце (рис. 9.15, *а).* Среднюю и концевые части заготовки протягивают до ширины и толщины, равных ширине и толщине хомута (рис. 9.15, б), при этом оставляют выступы, требующиеся для компенсации утяжки при последующей гибке заготовки.

Затем один конец заготовки нагревают и изгибают под прямым углом с помощью нижника с прямоугольным вырезом и верхника с прямым углом в сечении (рис. 9.15, и). Удерживая заготовку клещами, нагретую часть ее изгибают на роге наковгльни по радиусу, равному радиусу

•КЮ

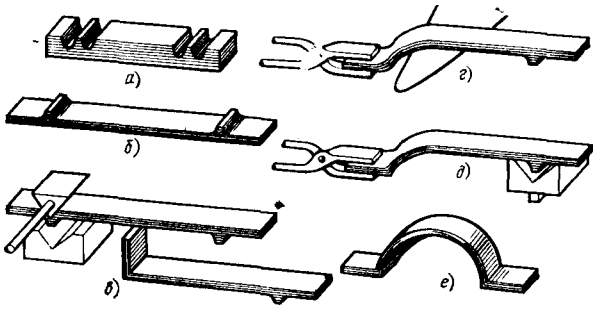


Рис. 9.15. Ковка хомута

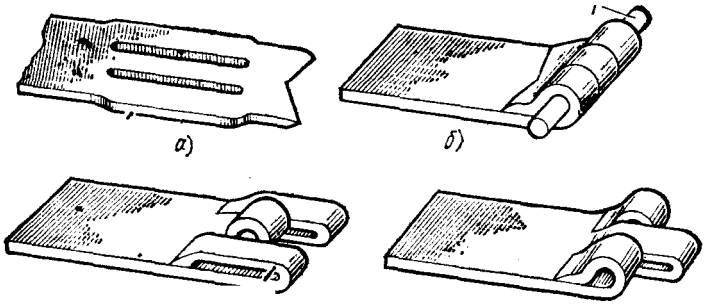
хомута (рис. 9.15, г). Нагревают прямой конец заготовки и оформляют его аналогично описанному, вначале под прямым углом (рис. 9.15, *д),* а затем по радиусу хомута и получают поковку, являющуюся половиной хомута (рис. 9.15, *е).* Вторую половину хомута изготовляют аналогично.

Можно отковать поковку для хомута, состоящую из ' одной детали. При этом выполняют операции, показанные на рис. 9.15, а—*в,* а затем среднюю часть заготовки изгибают на оправке или роге наковальни до замкнутого круга и получают поковку для хомута, состоящую из одной детали.

9.13. Шарнирные петли

Наиболее простой способ изготовления шарнирных петель состоит в следующем. Для заготовки выбирают полосовой прокат с размерами по толщине и ширине, равными толщине и ширине хвостовика шарнирной петли. Нагревают один конец заготовки до ковочной температуры, оттягивают для кузнечной сварки лацканы в виде двух зубьев и делают два разруба, разделяющие заготовку на три равные части по ширине (рис. 9.16, *а).* Будущие ушки загибают на оправке /, подготавливают это место для кузнечной сварки, нагревают петлю до сварочной температуры и выполняют все операции кузнечной сварки (рис. 9.16, б).

Затем вынимают оправку, отгибают крайние ушки для получения внутренней петли (рис. 9.16, *в)* и отрубают их,



В) —— *г)* Рис. 9.16. Ковка шарнирной петли

а для получения наружной петли отгибают среднее ушко (рис. 9.16, *г)* и отрубают его. После отделочных операций петли готовы для сборки в шарнир.

9.14. Однорогий крюк

Грузовые крюки необходимо изготовлять только из мягких сталей, которые не ломаются, а гнутся, так как внезапная поломка крюка может привести к аварии или травме, а разгибающийся крюк можно во время заметить и восстановить или заменить его другим. Можно, например, использовать сталь 20. Если стали 20 нет, то крюки можно изготовлять из сталей 10; 15 и обыкновенного качества (см. табл. 2.2) с несколько увеличенными размерами.

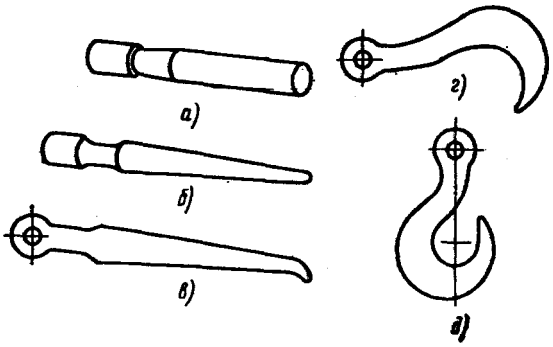


Рис. 9.17. Ковка небольшого однорогого крюка

Исходная заготовка для крюка может быть круглого или квадратного сечения. Вначале делают круговой пережим заготовки на конус с оставлением короткого конца для формирования проушины крюка (рис. 9.17, а). Длинный конец протягивают на конус (рис. 9.17, б). После этого заготовку расплющивают, на одном конце формируют проушину и в ней пробивают отверстие для крепления крюка (рис. 9.17, в), а другой конец загибают на плите с помощью штырей либо на роге наковальни (рис. 9.17, г). Окончательно откованный и отделанный крюк показан на рис. 9.17, *д.* Готовый крюк следует обязательно отжечь, чтобы получить вязкую структуру металла.

9.15. Ушки и кольца

Ушко из круглого проката получают путем гибки» Последовательность операции при получении таких ушков изложена в гл. 7 и показана на рис. 7.11.

Кольцо из проката прямоугольного сечения изготовляют в следующей последовательности. Заготовку (рис. 9.18, а) нагревают и концы протягивают с образованием выступа для хвостовика или проушины (рис. 9.18, б). Затем заготовку дополнительно протягивают и при этом концы ее готовят для кузнечной сварки, а выступ проковывают до требуемых размеров хвостовика (рис. 9.18, *в).* Подготовленную заготовку изгибают на роге наковальни, затем концы нагревают до сварочной температуры и соединяют кузнечной сваркой (рис. 9.18, г). Если требуется, то в хвостовике пробивают отверстие и оформляют проушину (рис. 9.18, г), а потом выполняют отделочные операции и получают готовое кольцо с хвостовиком или проушиной. Кольца без хвостовика или проушины проще, так как не требуется операций по формированию их. Изготовление кольца без хвостовика или проушины показано на рис. 7.4, *а.*

9.16. Кольца для цепи

Кольца для цепи изготовляют из сталей с

содержанием углерода до 0,3...0,4% (см. табл. 2.2). Преимущественно используется круглый прокат.

У подготовленной заготовки поочередно нагревают концы и высаживают их (рис. 9.19, а). После вторичного нагрева концы заготовки готовят под сварку внахлесг

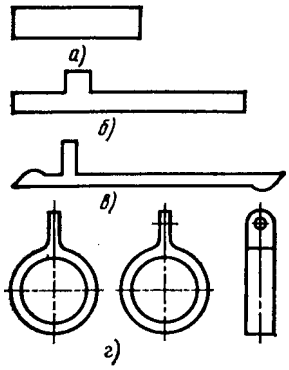


Рис. 9.18. Ковка кольца с проушиной

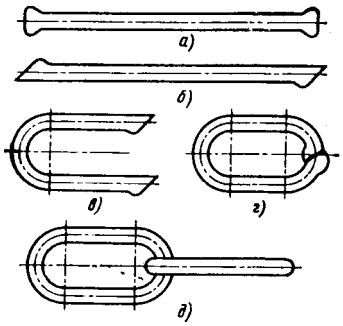


Рис. 9.19. Приемы и операции при изготовлении звеньев круг-лозвенной цепи

(рис. 9.19, б), а затем ее изгибают на роге наковальни (рис. 9.19, в) и концы сводят для сварки (рис. 9.19, г). Место, где сведены концы, нагревают до сварочной температуры и на роге наковальни ударами молотка выполняют кузнечную сварку и получают одно звено цепи. При этом следует соблюдать правила, изложенные в гл. 7. После отделки сварного шва и проверки звена по шаблону куют? второе звено так же, как первое, до получения полуфабриката (рис. 9.19, *в),* а перед сведением концов у второго звена на него надевают первое звено, сводят концы второго звена, нагревают их до сварочной температуры, сваривают, отделывают и получают неразъемно сцепленные два звена (рис. 9.19, *д).* И так поступают до получения цепи определенной длины или бесконечной цепи, если первое и последнее звенья соединить таким же образом. Цепи с небольшими звеньями сваривают на приспособлении *10* (см. рис. 3.4).

9.17. Пружины

Заготовки на пружины диаметром до 16 мм можно свивать в холодном состоянии, а большего диаметра — нагретыми. Материал для пружин выбирают по табл. 2.3.

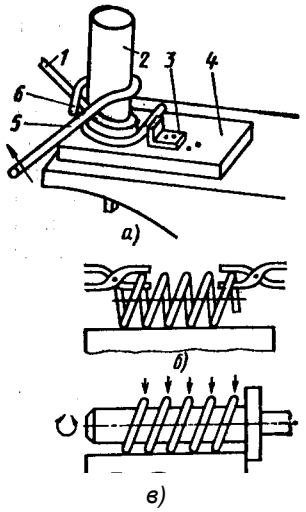
Универсальное приспособление для изготовления пружин показано на рис. 9.20. Оно состоит из оправки 2, упора *3,* основания *4* и крюка 5. Оправка имеет хвостовик с квадратным сечением подОтверстие в наковальне. Осно-

вание не соединено с оправкой и имеет квадратное отверстие с размерами, равными размерам отверстия в наковальне. Универсальность приспособления состоит в том, что в отверстия основания и наковальни можно вставлять оправки различных диаметров, т. е. использовать для навивки пружин с разными внутренними диаметрами. Упор можно перемещать и закреплять на основании в зависимости от диаметров пружины и заготовки на пружину. Крюк для гибки заготовки на оправке имеет зацеп *6* (отогнутый конец).

Холодные заготовки свиваются в пружину так. Конец заготовки / закладывают между оправкой и упором (рис. 9.20, *а).* На оправку надевают крюк так, чтобы своим зацепом он зацеплял заготовку. При вращении крюка вокруг оправки, в требуемом направлении, заготовка зацепом будет изгибаться вокруг оправки.

Навитую пружину кладут на наковальню или плиту и растягивают ее до требуемых шагов между витками и длины (рис. 9.20, б), а затем пружину надевают на оправку и выправляют на равномерность округлости витков и прямолинейность (рис. 9.20, в).

' Кузнец В. В. Шахно навивает пружины в холодном состоянии из заготовки диаметром 12 мм с внутренним



Рис, 9.20. Универсальное приспособление для изготовления пружин

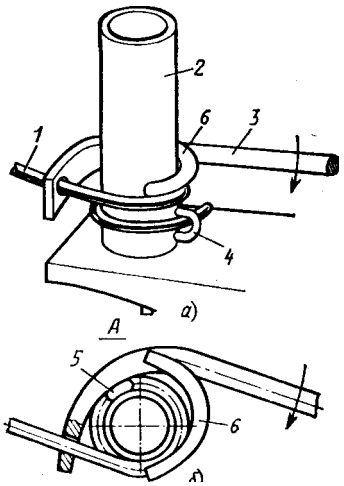


Рис. 9.21. Приспособление кузнеца В. В. Шахно для изготовления пружины

диаметром около 100 мм и высотой готовой пружин» более 500'мм. При этом он применяет изготовленное *тл'* приспособление, показанное на рис. 9.21. *Оно* состоит *из* оправки *2* и крюка *3.* Оправка изготовлена из трубы с хвостовиком для квадратного отверстия в наковальне. В месте оправки в хвостовик к ней приварена петля *4.* Крюк выполнен из арматурной стали диаметром около 40 **мм** и длиной 1,6м. Загнутый конец крюка расплющен и в нем имеется отверстие для заготовки. Оно несколько больше диаметра заготовки. К крюку приварены бобышка *5* и направляющая *6.* Прямой конец крюка откован в ручку.

В этом приспособлении пружину навивают так (рис. 9.21, *а).* Конец заготовки / предварительно изгибают до диаметра, близкого к диаметру оправки, и продевают в отверстие в крюке. Крюк вместе с заготовкой надевают на справку и загнутый конец просовывают в петлю. Затем крюк вращают в требуемом направлении и заготовку свивают в пружину. При этом бобышка 5 (рис. 9.21, б) трется об оправку. Применение бобышки позволяет уменьшить трение между крюком и оправкой, так как в этом случае будет меньшей площадь соприкосновения двух тел и потребуется меньшее усилие для вращения крюка. Направляющая скользит по ранее навитому витку пружины и придает направление крюку.

При горячей свивке заготовки в пружину сначала нагревают до температуры 1200 °С одну половину заготовки и так же, как при холодной свивке, получают одну часть пружины. Затем заготовку снимают с оправки, нагревают вторую половину ее и получают пружину. В случае затруднения нагрева заготовки в два приема ее можно нагревать по частям и свивать в пружину за три и более приемов. Для выполнения операций растяжки до требуемых шагов и длины, правки витков и получения прямолинейности (см. рис. 9.20, б, в) пружину нагревают до 800 °С. После этого пружины подвергают термической обработке (см. табл. 8.3).

ГЛАВА 10

Примеры изготовления инструмента

10.1. Плоские продольно-поперечные клещи

Для изготовления одной клещевины продольно-поперечных клещей применяется заготовка из круглого проката сталей 15, 20 или 25 диаметром 35 и длиной 145 мм. Их также можно ковать из проката квадратного или прямоугольного сечения.

Один из концов заготовки, предназначенный для формирования губки клещевины, нагревают до ковочной температуры и протягивают до размеров, указанных на рис. 10.1, а. Кон тролируют размеры.

Переворачивают заготовку на 90° и протягивают оставшуюся цилиндрическую часть на полосу с размерами 30х10 мм (рис. 10.1,6). Контролируют размеры.

Намечают шарнирную часть клещевины, пережимают **ее** по намеченному месту до размера 30 мм (рис. 10.1, *в),* затем протягивают ручку, начиная с размеров в сечении 18х10 и уменьшая его к концу до размеров 10х10 (рис. 10.1, в). Контролируют размеры.

Намечают и пробивают пробойником отверстие для оси шарнира. Подгибают губки, шарнирную часть и рукоятку по размерам на поковку и проверяют **их** по шаблону. Отделывают рукоятку и обрубают концы по размерам. Длину проверяют линейкой. Готовая клещевина показана на рис. 10.1, *г.*

Аналогично отковывают вторую клещевину. Насаживают обе клещевины на подготовленную ось шарнира диаметром 10 мм. Концы оси расклепывают до плотного прилегания клещевин, но со свободным движением их относительно друг друга. Нагревают губки клещей и окончательно подгоняют их, доводя захватную часть до требуемых форм и размеров.

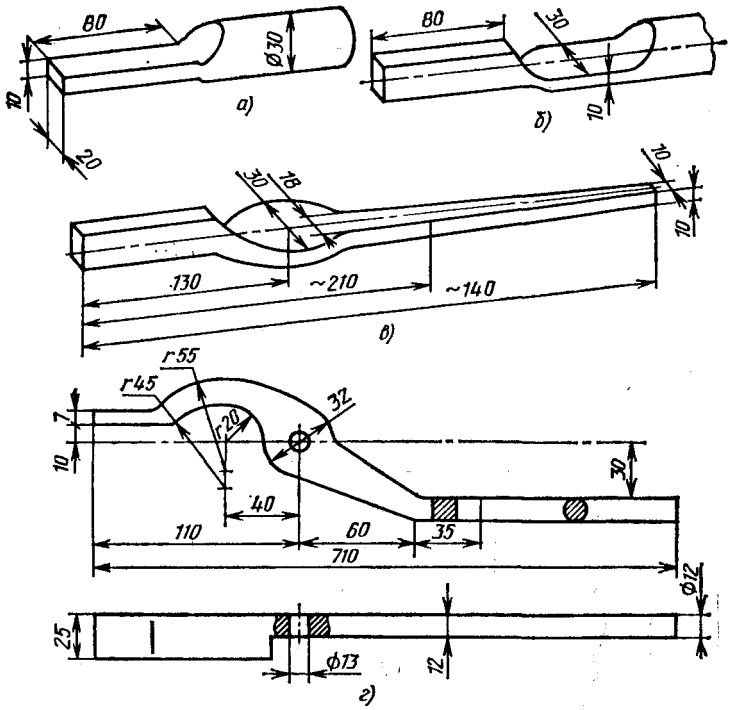


Рис. 10.1. Ковка клещевины для продольно-поперечных клещей

Так можно ковать любые кузнечные клещи. Разница в основном будет в форме губок. Следует помнить, что губки можно формировать и отделывать с использованием заготовки, для которой предназначаются клещи. В этом случае заготовка используется как оправка.

10.2. Кузнечный инструмент для ручной ковки

Сведения о материалах, термической обработке, массе и формах готового кузнечного инструмента имеются в гл. 3, а изготовляют его следующим образом.

Зубило можно изготовить из заготовки круглого сечения диаметром 60мм или с квадратным сечением 50 х50 мм. Причем длину заготовки можно принимать большей, примерно на два-три зубила. Потом, в процессе ковки, отрубать непосредственно от проката полуготовое зубило. Это позволяет уменьшить расход металла.

Конец заготовки нагревают до ковочной температуры и протягивают на квадратное сечение 40 х40 (рис. 10.2, *а),* формируют головку зубила (рис. 10.2, б) и пробивают отверстие (рис. 10.2, в), а затем формируют в нем уклоны 1 : 10 (рис. 10.2, *г)* с обеих сторон. После этого отрубают заготовку требуемой длины (рис. 10.2, *д}*. Формируют рабочую часть зубила и отрубают излишки металла (рис, 10.2, *е, ж}*. Вставляют в отверстие зубила оправку и отделывают все грани (рис. 10.2, з). Готовое зубило должно соответствовать размерам, указанным на рис. 10.2, *и.* После этого затачивают лезвие зубила под требуемым углом (см. рис. 3.3, а) и подвергают его термической обработке (см. гл. 8).

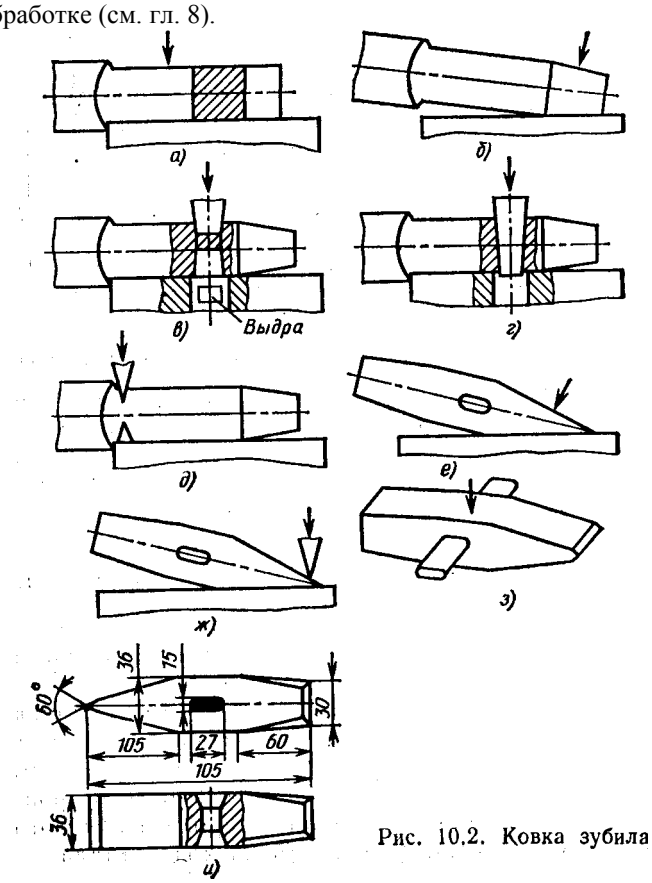


Рис. 10.2. Ковка зубила

Молоток изготовляют точно так же, как зубилбЗ до операции отрубки заготовки от проката, т. е. включая операции, показанные на рис. 10.2, *а—д.* При последуют щей ковке молотка его грани формируют в соответствие с чертежными размерами, я

Накладной инструмент (см. рис. 3.3, б—**8^1** рекомендуется изготовлять с отверстиями для ручек бе» уклонов, а остальное можно ковать по аналогии с зубилом и молотком, так как рабочие части имеют не сложную» форму и каждый кузнец сумеет найти способ, как **их** сформировать. |

Подкладной инструмент (см. рис. 3.4) | проще накладного инструмента. В нем не требуется про-1 бивать отверстия. Рабочие части его и головки аналогичны ;
накладному инструменту, а хвостовики для постановки :
в отверстие наковальни просты по форме и не представ- ' ляют каких-либо затруднений при ковке.]

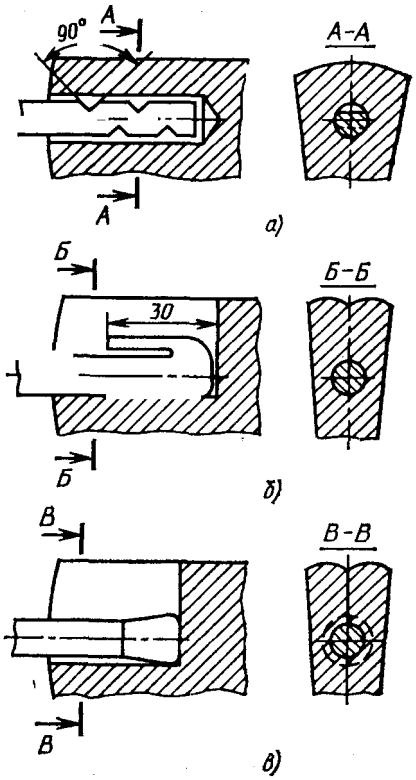
10.3. Кузнечный инструмент для ковки на молотах

Способы заделки и крепления ручек накладывают некоторые особенности изготовления кузнечного инструмента для ковки на молотах (см. рис. 3.8—3.14). Дело в том, что ручки к этому инструменту приваривать электродуговой сваркой нельзя, так как возможно разрушение сварного шва и ручка может оторваться от инструмента. За одно целое с инструментом изготовляют ручки только ;
для инструмента, используемого при ковке небольших ' поковок. Во всех остальных случаях ручки делают отдельно от инструмента, а затем их заделывают на глубину 50. -.100 мм в инструмент. Заделку ручек в инструмент можно осуществлять тремя способами.

Первый способ (рис. 10.3, а) состоит в том, что на конце ручки делают по две надрубки под углом 90° с противоположных сторон и глубиной до 0,25 от диаметра ручки. Этот конец вставляют в глухое отверстие, образованное в инструменте сверлением или прошивкой, а затем инструмент обжимают или проковывают в горячем ;
состоянии. ;

Второй способ (рис. 10.3, б) состоит в том, что ' конец ручки раскатывают и гнут, а затем закладывают 1 в паз, образованный путем разрубки части инструмента, 1 и заковывают в горячем состоянии, i

Рис. 10.3. Заделка ручек в кузнечный инструмент



Третий способ-^^^Ш (рис. 10.3, *в)* состоит в том, что конец заготовки высаживают, а затем заковывают в инструмент, как при втором способе.

10.4. Гаечные ключи

Двусторонний, гаечный ключ можно изготовлять из полосовой стали с сечением большего размера, чем у ручки, и последующей протяжкой ручки или из полосы меньше ширины с высадкой головок.

Заготовку нагревают и пережимают (рис. 10.4, а), а затем протягивают место для ручки с образованием выступов для формирования головок ключа (рис. 10.4, б). Поочередно нагревают концы заготовки, формируют головки ключа (рис. 10.4, е) и пробивают отверстия в них (рис. 10.4, г). Опять, поочередно, нагревают головки и вырубают зубилом зевы для гаек (рис. 10.4, *д).* После этого, поочередно, каждый зев ключа надевают на скобу с размерами по толщине несколько меньше размера гайки под ключ, отделывают зевы и головки ключа по внешнему диаметру (рис. 10.4, *е).* Скоба устанавливается на наковальне. Отделывают плоскости головок (рис. 10.4, *ж),* выправляют и отделывают ручку ключа (рис. 10.4, з).

Торцовый гаечный ключ изготовляют из круглой заготовки диаметром 50 и длиной 230 мм. Нагревают один конец заготовки на длине 100...120 мм. Заготовку ставят на наковальню холодным концом и в горячем конце прошивают пробойником / квадратное отверстие с размерами, несколько меньшими в сечении и большими

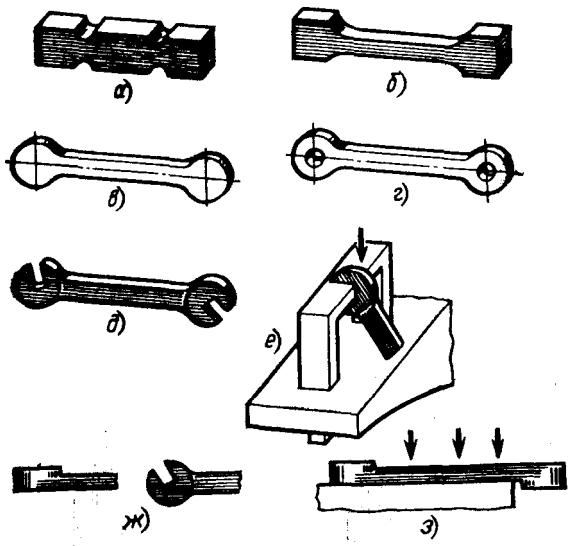


Рис. 10.4. Ковка двустороннего гаечного ключа

по длине, чем требуется для готового ключа (рис. 10.5, а).| Затем в отверстие забивают оправку *2* с размерами в сече-] нии, соответствующими размерам гайки под ключ;
(см. рис. 10.4,6). Вместе с оправкой заготовку кладут между, обжимками — нижником и верхником и ударами кувалды| устраняют выпуклость в заготовке, образовавшуюся при] забивке оправки (рис. 10.5,6, в), до диаметра, равного | размеру ключа по чертежу. , д

После этого из заготовки вынимают оправку, заготовку > нагревают на всю длину и в ней делают пережимки -(рис. 10.5, г) с образованием уступов для формирования
головки, стержня и ручек ключа. Протягивают середину;
ключа в стержень (рис. 10.5, *д).* Нагревают конец заго-'товки, предназначенный для ручек, разгоняют его в плос-, кую полосу толщиной до диаметра стержня. В этой полосе пробивают отверстие и разрубают ее (рис. 10.5, *е).* Затем половины полосы отгибают, изгибают стержень ключа,' как показано на рис. 10.5, *ж* в обжимках, поочередно, .половины полосы отковывают в ручки. Затем элементы (ключа выправляют, отделывают и получают ключ i (рис. 10.5, з). Остается выполнить операции закалки и ;
отпуска.

10.5. Плоскогубцы

Ручку плоскогубцев можно изготовить из заготовки диаметром 22 и длиной 80 **мм.** Материал — инструментальная сталь. Куют ее в следующей последовательности.

Заготовку нагревают и протягивают до размеров, указанных на рис. 10.6,,. *а.* Намечают, пережимают и предварительно протягивают ручку с уклоном от 10 до 5 мм (рис. 10.6, б). Ручку протягивают окончательно со округлением охватываемых граней (рис. 10.6, *в).* После этого делают фаски наклонных граней на губке и скругляют участок, предназначенный для образования шарнира, до диаметра 24 мм (рис. 10.6, *г).* Заготовку изгибают до получения криволинейной ручки (рис. 10.6, *д).* При

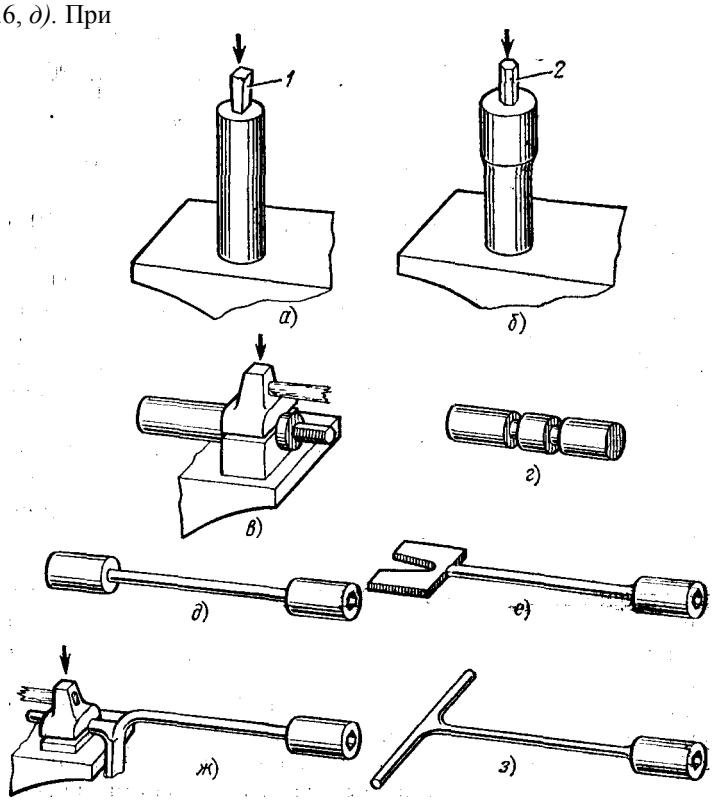


Рис. 10.5. Ковка торцового гаечного ключа

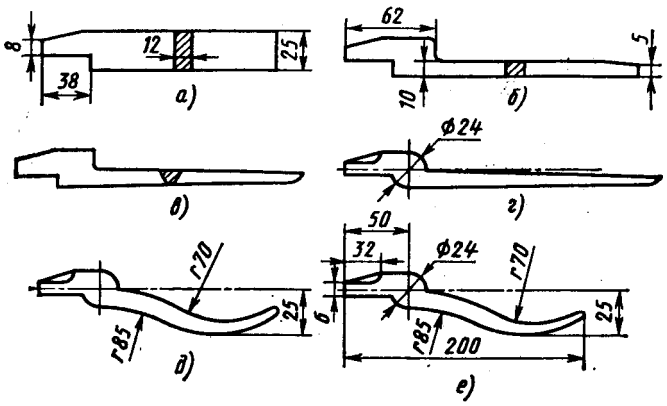


Рис. 10.6. Ковка ручки плоскогубцев

завершении работы ручку правят и отделывают до получения необходимых размеров (рис. 10.6, *е).* Аналогично Отковывают вторую ручку. Затем сверлят отверстия в ручках, оформляют риску на губках и выполняют другие операции. Губки закаливают или цементуют (см. гл. 8), а потом соединяют заклепкой — осью и получают готовые плоскогубцы.

Заготовки на ручки плоскогубцев можно подбирать и из других профилей, например, с квадратным сечением. Технология изготовления их может быть различной.

10.6. Резцы

В кузницах нередко приходится делать токарные и строгательные резцы. Их обычно куют из быстрорежущих сталей по образцу, а при необходимости можно изготовить шаблоны из тонкой листовой стали.

Быстрорежущая сталь имеет сравнительно низкую теплотворность, она очень чувствительна к пережогу и поверхностному обезуглероживанию. Температура ковки быстрорежущей стали Р18 800 ... 1200 °С. Из-за низкой теплопроводности быстрорежущую сталь следует нагревать медленно (ступенчато), особенно при прохождении через две зоны температур 300 ... 400 и 800 ... 850 °С. Только после этого можно быстро нагревать сталь до температуры ковки или закалки. Для нагрева быстрорежущих сталей лучше использовать древесный уголь. Нагре-

вать их в очаге, применяя каменный уголь, можно, когда уголь хорошо прогорит, выгорит сера и пламя будет не окислительным.

Ковать быстрорежущую сталь следует частыми и легкими ударами. При ковке сильными ударами или при температурах ниже 900...850°С на поверхности стали могут образоваться небольшие поверхностные трещины. При ковке следует избегать излишние нагревы быстрорежущей стали, чтобы не допустить выгорания углерода, избежать осадку заготовки и предупредить расслоение металла.

Резцы из быстрорежущей стали стойки против изнашивания только после закалки их. Многие кузнецы считают, что «самокал», как называют быстрорежущую сталь, не требует особой закалки. Это ошибочное представление. Быстрорежущая сталь марок Р18 и Р9 имеет наибольшую твердость только после закалки с нагревом до температуры 1250 ... 1285 °С. При такой температуре начинается оплавление кромок резца. Поэтому нагрев выше 850 °С следует осуществлять быстро и при температуре для закалки выдерживать на огне не более минуты.

Нагретый резец быстро охлаждают в струе воздуха. Для этого можно иметь специальный отвод от воздуходувной системы горна. Охлаждать также можно в масле, погружая в него весь резец. Охлаждение в воде не рекомендуется, так как при этом возможно образование трещин в металле. Быстрое охлаждение следует вести только до температуры 850 °С, после этого резец можно охлаждать на воздухе.

Закаленный резец из быстрорежущей стали следует 3—4 раза подвергнуть отпуску с температурой нагрева до 550 ... 620 °С и выдержкой при этой температуре 30 ... 50 мин, а затем охлаждать на воздухе.

Главное достоинство быстрорежущей стали — высокая теплостойкость. Она при нагреве, в процессе работы, до температуры 600 °С, т. е. до темно-красного цвета каления, не теряет своейбольшой твердости. Поэтому такую сталь называют *красностойкой.* У обычных же сталей твердость резко уменьшается при нагреве их до температуры 200 ... 250 °С.

Целиком из быстрорежущих сталей обычно изготовляют резцы только небольших размеров. Обычные резцы 211

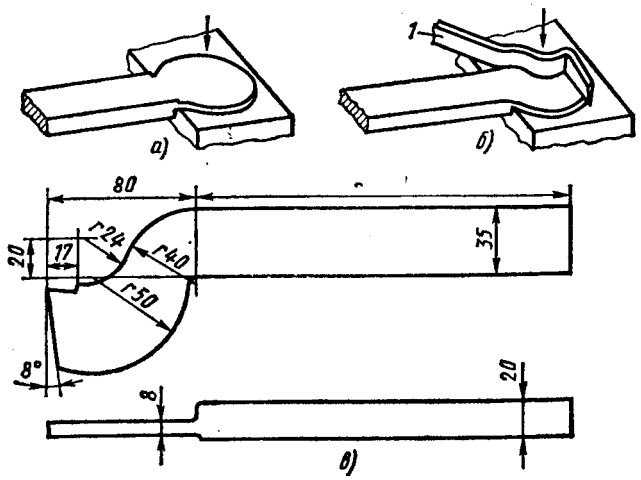
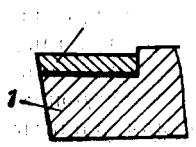


Рис. 10.7. Ковка державки отрезного резца

делают из двух частей — державку из обыкновенной углеродистой стали, а на кромку режущей части прикрепляют пластинку из быстрорежущей стали.

Например, державку для отрезного резца изготовляют в следующей последовательности. Вначале заготовку нагревают и протягивают. Потом один конец ее несколько смещают в сторону параллельно большей плоскости. Затем заготовку пережимают и разгоняют, как показано на рис. 10.7, *а.* После этого специальным топором / (рис. 10.7, б) отрубают конец по форме пера резца. Заготовку выправляют и отделывают до готовой поковки для державки отрезного резца (рис. 10.7, в).

Пластинки из быстрорежущей стали бывают различной формы **и их** *к* державке крепят газовой, электрической или кузнечной сваркой и путем пайки. При кузнечной сварке обе свариваемые детали нагревают приблизительно до температуры 1000 °С. Потом очищают от окалины и свариваемую поверхность на державке / (рис. 10.8) покрывают слоем сварочного *г* порошка. Пластинку *2* за^ хватывают клещами, накладывают на выемку в державке



212

Рис. 10.8. Резец с пластинкой из бы" ' уі^f<^"»+—"———-1

строреЖущей стали

и слегка прижимают молотком. Затем их осторожно вводят в горн, чтобы не сдвинуть конец державки с пластинкой. Снова нагревают до сварочной температуры (1225 ... 1300 °С) и, хорошо прогрев обе свариваемые детали, сильно прижимают одну к другой под ручным прессом или в тисках, избегая толчков и ударов. Такой резец закаливают сразу же после сварки в струе воздуха.

Сварочный порошок состоит из мелких опилок чугуна или высокоуглеродистой стали. Для растворения окалины применяют порошок буры, предварительно прокаленной в стальном черпаке до темно-красного цвета каления и измельченной в порошок после охлаждения. Соотношения массы опилок к массе буры от 1 ; 1 до 1 ; 2. Кроме этого, в состав порошка желательно ввести 0,05...0,1 части ферромарганца, который увеличивает прочность соединения.

10.7. Топоры

Существует несколько технологий изготовления топоров: кузнечной сваркой, цельнокованые и с соединением тела топора с лезвием заклепками.

С помощью кузнечной сварки топор делают из двух частей. Для тела топора от полосы сечением 60х35 мм из стали обыкновенного качества, например СтЗ, отрубают заготовку длиной 170 мм. Для лезвия берут инструментальную сталь, например У7.

В нагретой заготовке делают два углубления с оставлением по середине уступа для формирования обуха топора (рис. 10.9, *а)*. Заготовку протягивают примерно до размеров, указанных на рис. 10.9, б, и разгоняют (рис. 10.9, *в)*. После этого заготовку изгибают на роге наковальни или специальной оправке так, чтобы в образовавшееся после гибки отверстие — «всад» входила оправка, по сечению равная сечению топорища в месте насадки (рис. 10.9, *г)*. Из инструментальной стали отковывают клин с размерами, указанными на рис. 10.9, *г*. Готовый клин вставляют между оттянутыми и пригнутыми концами заготовки и забивают его между ними (рис. 10.9, *д)*. Нагревают до сварочной температуры заготовку вместе с клином и выполняют кузнечную сварку взамок. По окончании сварки заготовку надевают на стальную оправку и на этой оправке выполняют следующие операции. Надрубают и отгибают бородку для защиты 213

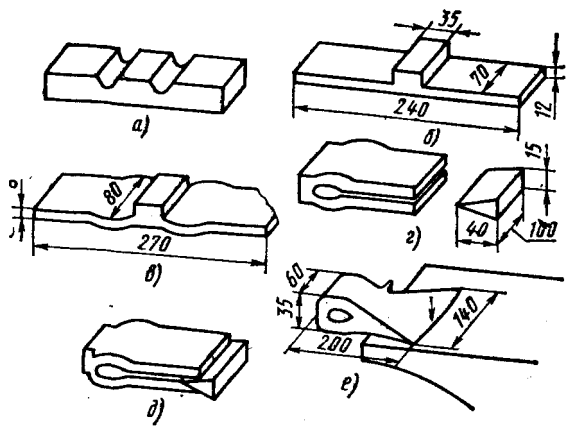


Рис. 10.9. Изготовление топора кузнечной сваркой

топорища, доводят размеры топора примерно до указанных на рис. 10.9, *е,* отделывают поверхности топора, аатачивают лезвие, закаливают и отпускают только лезвие по режимам термообработки для инструментальных сталей (см. табл. 8.2).

Цельнокованый топор изготовляют из углеродистых качественных или легированных сталей, например из стали 45 или 35Г (см. табл. 2.3). Массу заготовки на тело топора увеличивают на величину клина (рис. 10.9, г), что можно определить по методике, изложенной в табл .6.3. Топор куется так же, как сварной, до образования «всада» (рис. 10.9, г). Затем щеки топора сваривают кузнечной сваркой и отковывают их до требуемых размеров и формы (рис. 10.9, е), лезвие обрубают и затачивают на наждачном круге, а затем закаливают по режимам, указанным в табл. 8.2 для выбранной стали на топор.

У цельнокованого топора лезвие менее стойкое и быстрее затупляется, чем у топора, изготовленного кузнечной сваркой с лезвием из инструментальной стали.

Соединение тела топора с лезвием заклепками сложнее и применяется редко.

ГЛАВА 11

Ковка лошадей

11.1. Сведения о ковке, копытах, постановке ног и ходе лошадей

Ковка лошадей. Копыта защищают мягкие чувствительные части ног от различных повреждений. У неработающих лошадей копыта изнашиваются примерно настолько, насколько они отрастают за это же время у работающих — рост копыт не успевает компенсировать износ их. Поэтому рабочих и беговых лошадей подковывают, что позволяет предохранить копыта от повреждений и истирания при работе на твердых грунтах.

Ковка лошадей требует от кузнеца больших знаний и умения, так как каждая лошадь требует правильного обращения с ней при ковке, а также индивидуального изготовления и закрепления подков в зависимости от строения копыт, постановки ног и др. Если ковка будет выполнена не правильно, то это приведет к порче рогового покрова копыт, изменению формы копыта и заболеванию чувствительных частей ног и в результате лощадь может на некоторое время, а иногда и окончательно, потерять работоспособность.

Для правильной ковки копыт кузнец должен уметь обращаться с лошадью при постановке ее в специальный станок или ковать лошадь без станка, иметь необходимый инструмент для правки готовых (покупных) подков и для самостоятельного изготовления подков и гвоздей, которыми крепят подковы к копытам, а также инструмент, требующийся для подготовки копыт к закреплению подков и для выполнения операций по закреплению их к копытам. Он должен хорошо знать строение копыт, уметь подгонять подковы индивидуально для копыт каждой лошади и не допускать возможных ошибок при ковке лошадей.

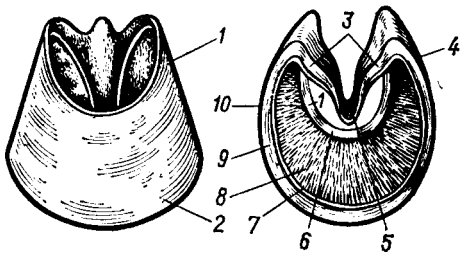


Рис. 11.1. Роговой башмак копыта лошади:
/ — венчиковый край роговой стенки; *2* — подошвенный край роговой стенки? 3 — заворотные стенки; *4* — заворотные углы; 5 — соединительный угол;
6 — венчиковый желоб; 7 — белая линия; *8* — внутренний слой роговой стенки; *9* — средний (трубчатый) слой роговой стенки; *10* — наружный (глазурный) слой роговой стенки

Копыто лошади состоит из рогового башмака и чувствительных частей, которые он защищает от повреждения.

В роговом башмаке (рис. 11.1) можно выделить следующие элементы: *роговую стенку, роговую подошву* и *роговую стрелку* и др.

Роговая стенка предохраняет чувствительные части копыта спереди, с боков и сзади. Она состоит из внутреннего, среднего и наружного слоев. Внутренний слой роговой стенки переходит в белую линию (см. рис. 11.1)» которая является уже чувствительной частью копыта и внедрение в нее посторонних тел недопустимо, так как это будет означать, что нога лошади травмирована (см. рис. 11.19). Подошвенный край роговой стенки выступает ниже роговой подошвы и является главной опорой тела лошади. На него накладывают подкову и закрепляют подковными гвоздями.

Роговая подошва является частью рогового башмака, обращенной к земле (или дно башмака). Она состоит из одного рогового слоя, расположенного между подошвенным краем роговой стенки спереди и заворотными стенками. Если смотреть на копыто снизу, то к середине еге роговая подошва переходит в роговую стрелку, что видно
на рис. 11.2.

Роговая стрелка ослабляет силу удара ноги лошади при наступании ногой на землю. Она состоит из очень мягкого, эластичного, как резина, рога.

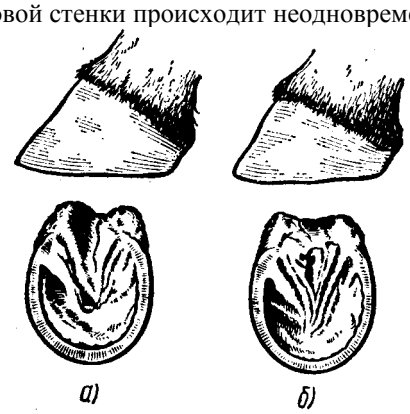
Геометрия, свойства и рост копытного рога. Если копыто разделить на две половины вдоль тела лошади, **то**

каждую из половин (рис. 11.3) разделяют на зацепную /, боковую *2* и пяточную части *3*. *У* здорового копыта зацепная часть по высоте больше пяточной на переднем копыте, примерно, в 3 раза, на заднем в 2,5 раза. В здоровом переднем копыте передняя часть роговой стейки относительно почвы наклонена в среднем на 45 ... 55°, а в заднем копыте этот наклон равец 55 ... 60°. Переднее копыто в зацепной части шире, чем в пяточной части, заднее наоборот, шире в пяточной части.

Белая линия 7 (см. рис. 11.1) дает возможность определять толщину роговой стенки. Спереди, в зацепной части, толщина роговой стенки копыта среднего размера равна 10 ... 12 мм. Предельные размеры толщины стенки 7 ... 16 мм. Толщина роговой стенки в зацепной части наибольшая, по бокам копыта она постепенно уменьшается (наружная боковая стенка до 7,5 мм и внутренняя до 6,5 мм), а ближе к пяткам снова увеличивается до 8 мм. Толщина роговой стенки зависит от роста и породы лошадей..

Рог стенки растет только сверху, поэтому всякие повреждения венчика / (см. рис. 11.1) приводят к искаженной форме роговой оболочки, которая, по мере роста рога, будет спускаться вниз до подошвы. Если появится трещина венчика, то ее нельзя исправить, пока она не сойдет до самого низа роговой стенки.

Роговая стенка от венчика растет равномерно. При благоприятных условиях она ежемесячно отрастает, в среднем, на 8 мм. Однако из-за разной высоты копыта замена роговой стенки происходит неодновременно, полностью



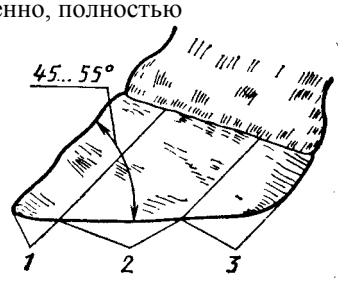


Рис. 11.3. Наружное строение копыта лошади

Рис. 11.2. Правильная форма копыт лошади

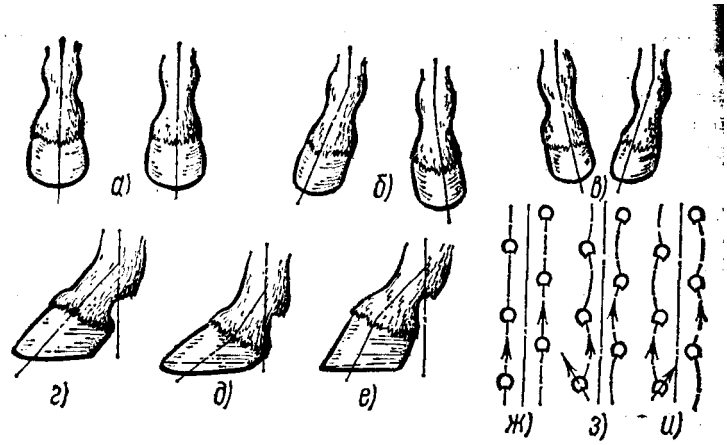


Рис. 11.4. Форма копыт и постановка ног лошади

она заменяется за счет роста: в зацепной части через 10 ... 13 месяцев, в боковой — 6 ... 8 месяцев и в пяточной — 3 ... 5 месяцев.

Роговые подошва и стрелка растут непосредственно по всей площади ступни копыта и рог у них нарастает относительно быстро. Нормальная толщина их у здоровы» копыт 8 ... 15 мм отрастает, примерно, за 1,5 месяца. Рот подошвы значительно мягче и легче режется, чем рог роговой стенки.

Копыта некованых лошадей следует своевременно заравнивать рашпилем, а отросшие копыта жеребят обрезать с целью предохранения подошвенного края роговой . стенки от заломов.

Правильное и здоровое копыто имеет твердый, упругий рог и блестящую ровную роговую стенку без трещин, расселин, наростов и больших кольцевых образований. На венчике не должно быть припухлостей, впадин, засечек, ссадин, гнойных ходов во внутрь и отслоений рога.

В здоровом копыте рог подошвы упругий, гладкий, без углублений и без пятен синего или красного цвета. Стрелка хорошо развита, полная, упругая, слегка прогибается при нажиме пальцем.

Постановкой ног лошади называют положение их по отношению к земле и туловищу. Она может быть правильной и неправильной.

Постановка ног считается правильной (рис. 11.4, а), когда при осмотре лошади спереди, сбоку и сзади ноги ее

стоят вертикально относительно туловища, а отвесная линия от плечевого сустава делит конечность примерно посередине. Бабки ног при этом должны быть наклонены вперед под углом 45 ... 50°. Всякие отклонения от этого указывают на неправильную постановку ног лошади.

Неправильная постановка ног может быть широкой (рис. 11.4, б), узкой (рис. 11.4, в), низкой (рис. 11.4,5) и высокой (рис. 11.4, е). "Лошади с неправильной постановкой ног менее работоспособны. Недостатки постановки ног до некоторой степени можно исправить, подковав лошадь.

Ход лошади также может быть правильным и неправильным. Правильный ход (рис. 11.4, *ж)* обычно имеют лошади с правильной постановкой ног. При широкой постановке ног ход лошади соответствует схеме (рис. 11.4,з), а при узкой—схеме (рис. 11.4, *и)*.

11.2. Инструмент, подковы и подковные гвозди

Для ковки лошадей кузнецу необходимо иметь специальный инструмент для ковки лошадей и изготовления подков.

Инструмент для ковки лошадей применяют при снятия старых подков, расчистке и обрезке копыт и креплении новых подков при ковке лошадей. Для этого применяют инструмент, показанный на рис. 11.5.

Ковочный молоток 5 делают массой 400 ... 450 г. Один конец круглый и имеет гладкую выпуклую поверхность, другой конец плоский, изогнутый и раздвоен

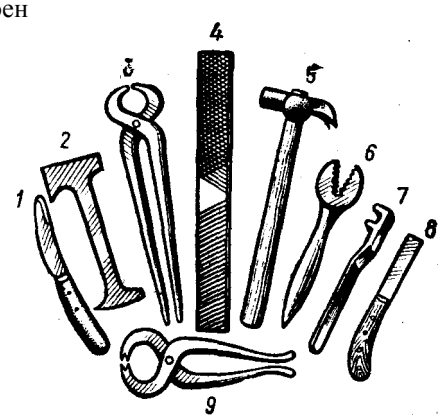


Рис. 11.5. Инструмент для ковки лошадей

для вытаскивания забитых в копыто гвоздей. Оба конц
закаливают.

Ковочные клещи *3* имеют стальные закален^
ные и изогнутые губки. Длина клещей около 350 **мм**| Края губок должны быть острыми, так как клещи пред^ назначаются для откусывания вышедших из копыт кон»|
цов гвоздей.

Копытный нож / применяют для расчистка подошвы и срезания подошвенного края роговой стенки.;
Лезвие ножа до половины длины оттачивают с обеих:
сторон, оставшуюся часть делают острой только с одной стороны, а другую оставляют тупой для нанесения по ней ударов молотком. Лезвие ножа выполняют из инструментальной стали, а рукоятку из дерева или пластмассы.

Тупая обсечка *2* изготовлена из стали и имеет два рабочих конца. Один конец в виде топорика предназначается для отгибания старых гвоздей при снятии подковы. Лезвие обсечки не должно быть острым, чтобы **не** обрубать, а только отгибать концы гвоздей. Другой конец имеет форму острого шипа и применяется для выбивания застрявших в роге копыта обломков от старых гвоздей.

Острая обсечка *8* представляет собой прямой: нож с толстой спинкой и острым лезвием. Изогнутую-рукоятку обшивают толстой кожей. Этой обсечкой обрезают подошвенный край роговой стенки. Лезвие обсечки^ приставляют к рогу копыта и наносят ло спинке обсечки^
легкие удары молотком. . Рашпиль *4* имеет
длину 300 ... 350 мм с крупной!
или мелкой насечкой. Он применяется для выравнивания и скругления подошвенных краев роговых стенок и для сглаживания неровностей подошвы после расчистки еei
копытным ножом.

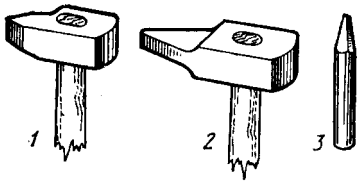
Лапа 7 применяется для предохранения подковы от сдвига
относительно копыта при завинчивании и сня-|
тии сменных шипов. ;

Ключ *6* применяют для завинчивания и вывинчивания сменных шипов.

Испытательные клещи *9* длиной 180 **мм** изготовляют из мягкой стали. Этими клещами определяют податливость рога в роговой стенке и подошве копыта и обнаруживают закованные или больные места в копыте.

Инструмент для **ковки подков.** При изготовлении подков вручную используют обычный кузнечный инструмент (см. гл. 3). Кроме этого, дополнительно применяют спе-

Рис. 11.6. Специальный инструмент для ковки подков



циальный инструмент, показанный на рис. 11.6. Дорожник / — для оформления гвоздевых дорожек. Пробойник *2,* имеющий прямоугольное сечение в рабочей части с размерами, соответствующими размерам шейки подковного гвоздя. Им пробивают отверстия для подковных гвоздей. Шпилька 3 используется для прочистки и правки гвоздевых отверстий в подковах.

Подковы делают разными для передних и задних ног лошадей. Их разделяют на нормальные для правильных копыт упряжных лошадей и специальные. К специальным относятся подковы: *гладкие, зимние, круглые,* с *резиной, для лошадей тяжеловозов, беговых* и с *больными ногами..* Подковы изготовляют для твердого и мягкого грунта, с постоянными и сменными шипами.

По форме, размерам и массе подковы должны строго соответствовать копытам лошади. При этом необходимо учитывать назначение подков.

У подковы (рис. 11.7) различают *верхнюю поверхность,* соприкасающуюся с копытом, и *нижнюю поверхность,* обращенную к почве. Подкову условно разделяют на две ветви: *наружную,* обращенную в правую или левую стороны от лошади, *внутреннюю,* обращенную ко второй ноге лошади. На каждой ветви можно выделить *зацепную 1, боковую 2* и *пяточную 3* части.

Ве рхняя поверхность подковы разделяется на горизонтальную часть *4,* расположенную по наружной части относительно подковы, и внутреннюю часть в виде скоса, называемую *бухтовкой* 5, а в зацепной части имеет выступ, называемый отворотом 9.

Наружная часть нижней поверхности подковы должна выполняться строго горизонтально и быть гладкой, особенно на концах подковы, так как на нее опирается подошвенный край роговой стенки копыта. При отклонениях масса лошади будет неравномерно распределяться на роговую стенку копыта, подковы будут часто отрываться и отламываться куски копытного рога. I

ЖМ

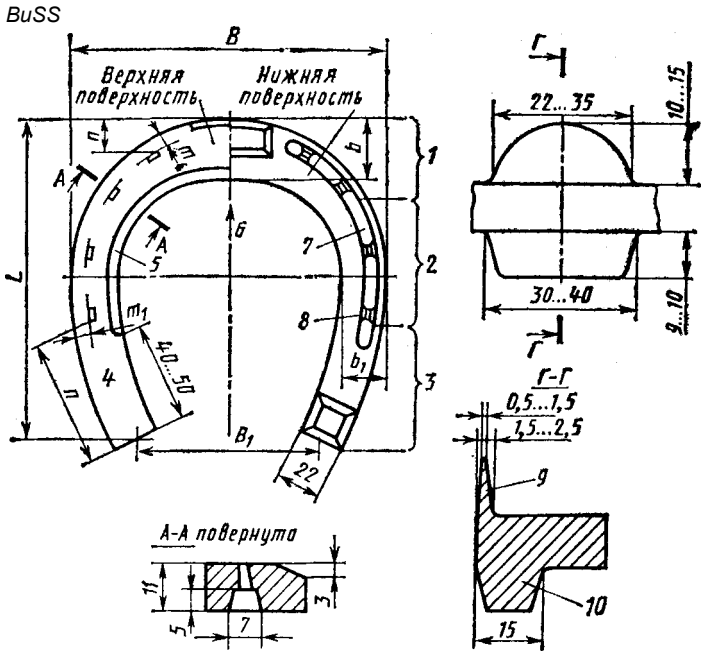


Рис. 11.7. Подкова для нормальных копыт j ,l

Бухтовку 5 (скос) обычно делают только на пе- • редних подковах на глубине не более 0,25% толщины!
подковы.

Нижняя поверхность подковы в основном имеет горизонтальную часть *6,* где оформлены углубления в тело подковы, называемые гвоздевыми дорожками 7, а в этих дорожках сквозные гвоздевые отвер-;
стия *S* и выступы, ~~называемые~~ подковными шипами *10.*

Гвоздевая дорожка должна проходить ближе к внешнему краю белой линии копыта, т. е. несколько ближе к наружному краю подошвы. В зацепной, части она проходит на 7 ... 8 мм от наружного края, а в пяточной части— на 5 ... 6 мм. Размеры дорожки должны быть такими, чтобы в ней целиком прятались головки
гвоздей.

Гвоздевые отверстия (обычно восемь) пробивают в гвоз-, девых дорожках. В больших подковах делают по 10;
и 12 отверстий, в небольших по шесть, а в подковах|

среднего размера семь (четыре в наружной ветви и три — во внутренней ветви подковы). Форма отверстия должна быть такой, чтобы в нем гвоздь не перемещался в разные стороны. В пяточной части отверстия не делают, чтобы копыто могло свободно скользить по подкове во время насту пания лошадью ногой на почву. Отверстие для каждого гвоздя должно иметь»наклон, соответствующий наклону той части роговой стенки копыта, в которую забивают данный гвоздь.

Подковные шипы увеличивают зацепляемость ноги лошади на скользком грунте, предохраняют подкову от быстрого истирания, позволяют исправить некоторые неправильности форм копыта и предохраняют роговую подошву и стрелку от ушибов в полных копытах. На подкове бывает от двух до четырех шипов, чаще — три. Шипы могут быть постоянными, выполненными за одно целое с подковой, и сменными. Заводские подковы изготовляют только со сменными шипами. При этом в подковах делают отверстия с резьбой для шипов, а шипы имеют хвостовики с резьбой. Виды сменных шипов показаны на рис. 11.8. Тупые шипы (рис. 11.8, а) применяют при летней ковке, острые (рис. 11.8,6, в)—для зимней, а чаще применяют шипы с Н-образной опорной частью (рис. 11.8, г). По мере изнашивания шипов их можно заменить без перековки лошади. При этом лучше сохраняется копытный рог.

Отворот облегчает пригонку и крепление подковы (не позволяет подкове перемещаться назад), защищает переднюю поверхность роговой стенки от ударов и препятствует смещению подковы во время движения лошади [21]. Отворот выполняют путем оттяжки части металла на наружном крае передней зацепной части подковы вертикально относительно верхней поверхности подковы.

Подковы для упряжных лошадей несколько тяжелее, чем для верховых. Они имеют по три или четыре шипа — по одному на концах каждой ветви и один-два в зацепной

Рис. 11.8. Съемные шипы для подков

части. Подковы для верховых лошадей делают облегчен| нымн с двумя шипами на концах каждой ветви или вообще

без шипов. 1 Для мягких и не скользких грунтов применяют под-^

ковы без шипов, так как подошва копыта лошади должна| испытывать некоторое давление от почвы и получать| питание в виде влаги, чтобы поддерживать соответству-1

ющую форму. [1] Формы подков зависят от формы копыт и для каждой

лошади требуется подгонка их по копытам. ,

Изготовление подков для нормальных копыт. Наиболее дешевыми являются подковы, изготовленные на заводе. В таких подковах все гвоздевые отверстия пробиты перпендикулярно к плоскостям подковы. Кузнец должен придать им требуемый наклон, пользуясь шпиль* [1] кой *3* (см. рис. 11.6). На заводах изготовляют подковы только с отверстиями, имеющими резьбу М12, для ввер* тывания съемных шипов. На бухтовке левой ветви каждой [?] подковы выбивают ее номер, а на бухтовке правой ветви ^ выбивают буквы П и 3, обозначающие переднюю и заднюю подковы. Заводские подковы часто требуют подгонки по копытам лошади.

При отсутствии готовых заводских подков или необ» ходимости применения подков для копыт, имеющих отклонения от нормального строения, кузнец должен уметь 'изготовить подковы ручным способом. Такие под" ковы в основном бывают с постоянными шинами.

Для изготовления подков применяют мягкую полосовую сталь марок Ст2 или СтЗ, которая не закаливается и хорошо сваривается. Профиль стали — полоса с раз-ɹ мерами в сечении: для легкоупряжных; лошадей 12 х25 мм^Ц для верховых — 10х25 мм, для тяжеловозов — 14 **хД**

х29 мм. Ц Перед: определением длины заготовок для подков на||

расчищенных и подрезанных копытах намечают точки-^ / .;. 5 на 'переднем (рис. 11.9, а) и заднем (рис. 11.9, б)' копытах. При этом размер между точками / и *2* является растоянием между заворотными углами *3* роговой стенки (см. рис. 11.1). Точки *3* и *4* на переднем копыте намечают посередине, а на заднем—на расстоянии Уз от задней| час^й копыта. Затем делают три измерения: первое —I между точками / или *2* и точкой 5 с припуском 3,5 **мм** для верховых и 4,8 мм—для упряжных лошадей; второе — между точками 3 и *4;* третье — между точками / и 2.

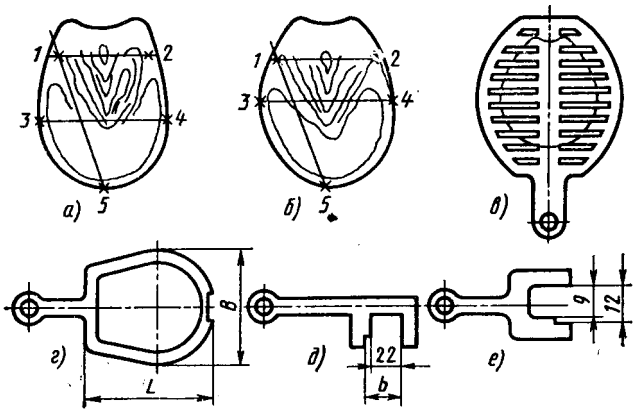


Рис. 11.9. Способ определения размеров заготовки на подкову (а, б) и шаблоны для измерения подков (в—*е)*

Сумма двух первых измерений, с припуском, будет равна длине заготовки на гладкую подкову без шипов. Для подков с шипами к полученной длине надо добавить по 30 мм на каждый шип. Например, если диагональ копыта (первое измерение) в сумме с припуском (4,8 мм) равна 154 мм, а ширина копыта (второе измерение) равна 138 мм, то для изготовления гладкой подковы требуется отрубить заготовку длиной 154 + 138 = 352 мм.

Третье измерение является шириной копыта и при изготовлении подковы к нему необходимо добавлять 3 ... 4 мм для того, чтобы готовая подкова выступала за роговую стенку на 1 ... 2 мм.

Для проверки формы при ковке новой и подгонке к копыту готовой подковы очень удобно пользоваться решетчатым шаблоном (рис. 11.8, в), изготовленным из листового металла толщиной 2 ... 3 мм. Этот шаблон также называют *подометром* или *копытомером.* Его прикладывают к расчищенному копыту и мелом или карандашом очерчивают на шаблоне контур подошвенного края роговой стенки копыта и обозначают расположение заворот-ных углов *3* (см. рис. 11.1).

В процессе ковки подков следует стремиться получать подковы с размерами, указанными на рис. 11.7, или в соответствии с размерами, приведенными в табл. 11.1. При этом подковы всех номеров должны иметь одинаковые следующие размеры: толщину ветвей 11 мм, ширину

ветвей на концах 22 мм, глубину бухтовки 3 мм, ширину дорожки не более 7 мм, глубину дорожки не более 5 **мм,** количество отверстий для гвоздей 8 шт. Одинаковыми для всех подков также являются размеры шипов и отворотов. Для упряжных лошадей длина шипа в зацепной части 30 ... 40 мм, ширина 15 мм, высота 9 ... 10 мм, задние шипы несколько выше, так»как высокий передний шип может быть причиной спотыкания лошади. У подков для верховых лошадей шип в зацепной части может совсем отсутствовать, а задние шипы быть несколько ниже, чем у подков для упряжных лошадей. Отворот представляет собой полукруглую пластинку с размерами:
по высоте 10 ... 15 мм, шириной около основания 22 ... 35 мм, толщиной около основания 1,5 ... 2,5 мм и вверху 0,5 ... 1 мм. Отверстия для подковных гвоздей при выходе на верхнюю поверхность подковы должны иметь ширину 2,5 ... 3,2 мм и длину 4,1 ...5,4 мм. Бухтовка заканчивается на расстоянии 40 ... 50 мм от концов ветвей." Переменные размеры в табл. 11.1.

Процесс ковки нормальной подковы состоит из операций и приемов, показанных на рис. 11.10 и 11.11.

По полученным размерам отрубают заготовку в холодном или горячем состоянии. Нагревают заготовку в горне до белого цвета каления (см. гл. 5) на *²ia* длины ее, клещами устанавливают заготовку на ребро (рис. 11.10, а) и ударами кувалды или молотка протягивают и изгибают одну ветвь подковы до требуемых размеров (рис. 11.10, *б, в).* Длина половины заготовки (ветви) после протяжки должна быть больше ветви подковы на 20 мм. Это требуется для изготовления шипа. Толщину ветви делают одинаковой, а ширину на конце ветви на 2 ... 4 мм меньше, чем в зацепной части подковы. Первую ветвь изгибают полукругом по форме подковы на роге наковальни (рис. 11.10, г), а конец ветви длиной 40 ...50 мм оставляют прямым для изготовления шипа. Затем дорожником прорубают гвоздевую дорожку для подковных гвоздей (рис. 11.10, *д).* При этом надо следить за тем, чтобы она не получилась наклоненной вправо или влево. Пробойником и кувалдой в дорожке первой ветви пробивают отверстия для подковных гвоздей (рис. 11.10, *ё).* Отверстия должны совпадать с белой линией копыта, а направление их должно соответствовать направлению роговой стенки. Сечение отверстия правильной формы показано на рис. 11.7 (сечение *А —А}.* Неправильно сделанные

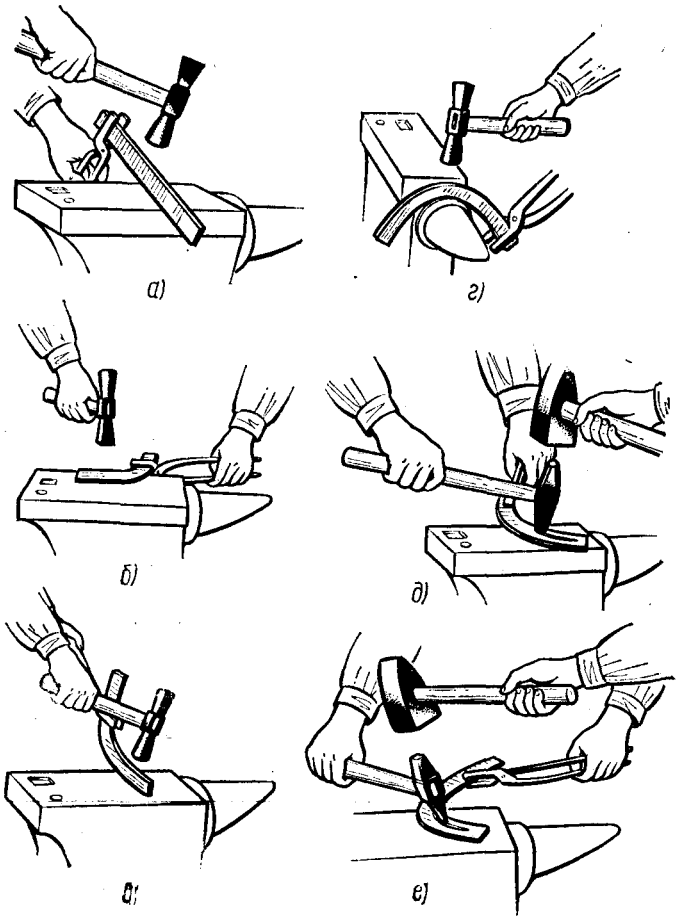


Рис. 11.10. Последовательность операций в начале ковки подковы

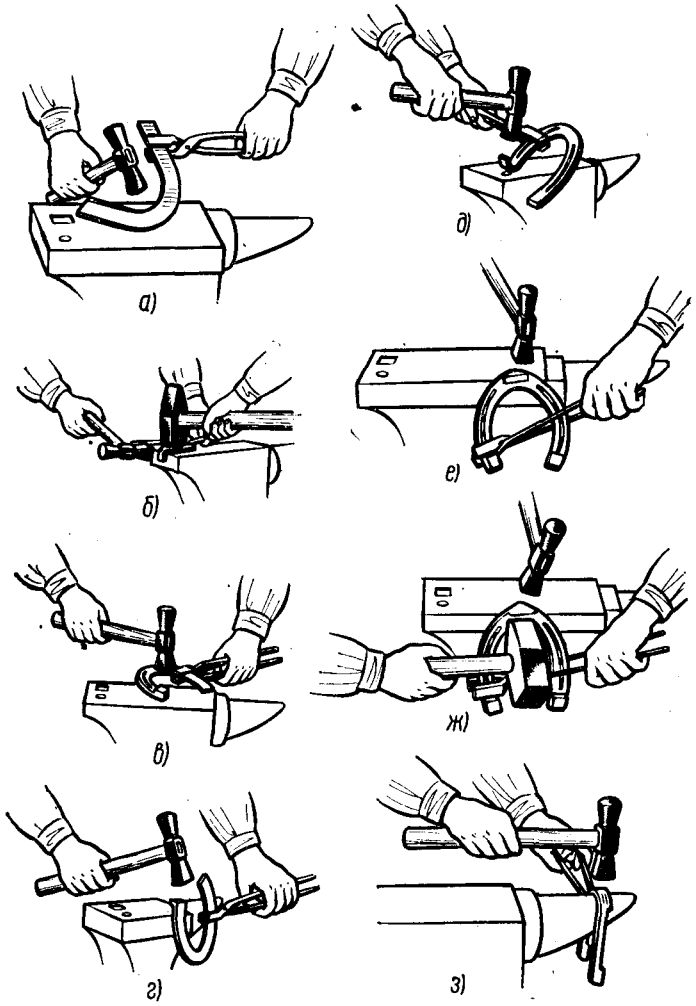


Рис. 11.11. Последовательность операций при окончании ковки подковы

отверстия препятствуют плотному прилеганию подков к копыту и часто являются причиной заковки лошал (см. ниже). Слабыми ударами молотка или гладил» правят верхнюю поверхность подковы, а потом делан бухтовку на первой ветви подковы (рис. 11.11, *а).*

Далее, заготовку нагревают до белого цвета каления! на ^ длины с другого конца, повторяют операции (см. рис. 11.10,а—*е,* рис. 11.11, а) по ковке второй ветви:

подковы и выравнивают концы обоих ветвей до одинаковой длины. Форму подковы проверяют педометром (см. j рис. 11.9, в) или шаблоном (см. рис. 11.9, г).

После этого нагревают до белого цвета каления конец; одной из ветвей на длине 45 ... 50мм и загибают его на \ краю наковальни под прямым углом (рис. 11.11,6) на расстоянии, требующемся для образования шипа. Ото- \ гнутый конец пригибают вплотную к нижней поверхности ;

подковы (рис. 11.11, *в).* Далее на краю наковальни при- | дают шипу требуемую форму: кубическую для летней! подковы или заостренную у шипа на конце наружной ветви для зимней подковы (рис. 11.11, *г, д).* Нагревают конец-второй ветви и повторяют операции (рис. ll.llr б—*д)* по формированию шипа на этой ветви.

Зацепной передний шип отковывают отдельно и приваривают его к подкове электросваркой. Если электросварку применять трудно, то в зацепной части подковы пробивают отверстие, нагревают подкову и шип до сварочной температуры, вставляют шип в отверстие и соединяют шип с подковой кузнечной сваркой. После приварки зацепного шипа, с этого же нагрева, подкову прикладывают к краю наковальни и в несколько приемов оттягивают отворот (рис. 11.11,е—з).

Если требуется, то подкову нагревают еще раз для отделки. Отделка заключается в выравнивании и прогла-живании верхней поверхности и бухтовки подковы, рас-правлений гвоздевых дорожек и прочистке шпилькой гвоздевых отверстий.

Шаблонами (см. рис. 11.9, в, г) окончательно проверяют контур подковы, скобой (см. рис. 11.9, *д)* проверяют ширину ветвей подковы в двух (размеры *Ь* и 22) или в трех (размеры *b,* l'i и 22) местах (см. рис. 11.7), скобой (см. рис. 11.9,е) проверяют толщину ветвей подковы, при этом размер 12 мм является проходным, а размер 9 мм — непроходной.

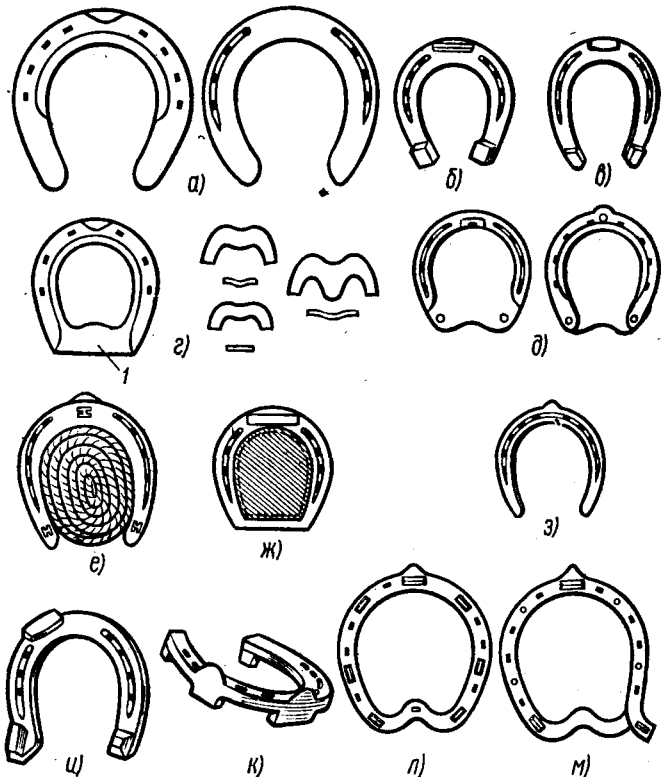


Рис. 11.12. Виды специальных подков

Изготовление специальных подков. Специальные подковы изготовляют с целью создания наиболее благоприятных условий для копыт лошади, при работе лошадей в различные времена года на разном грунте, для лошадей, выполняющих разную работу, и для лошадей с неправильными и большими копытами.

Гладкая подкова (рис. 11.12, о) не изолирует поверхность подошвы со стрелкой мякиша от почвы и функция стрелки не нарушается. Лошадь на гладких подковах движется более уверенно.

При изготовлении гладкой подковы зацепную часть и концы ветвей делают шире, чем боковые части. Переднюю зацепную часть подковы рекомендуется делать толще задней на $^1/_3$ толщины ветвей. Этим облегчается отталки-

вание ноги лошади от почвы, а подкова не подвергаете»., преждевременному изнашиванию. Гладкие подковы при-| меняют летом для верховых легкоупряжных лошадей.?

Зимние подковы изготовляют обязательно | с шипами. При этом на наружной ветви подковы отковывают или ставят острые шипы, а на внутренней — тупые. В оттепель снег нередко забивается между ветвями подковы, что затрудняет движение лошади. Чтобы избежать этого, применяют подошву, изготовленную из тугоспле-тенного пучка соломы, прошитого толстыми нитками. Этот пучок туго вставляют между ветвями подковы (рис. 11.12, *е).* Можно также пользоваться металлической подошвой, которую прикрепляют к подкове винтами сменных шипов (рис. *И.\2,д)* l4].

На рис. 11.12, б показана зимняя левая передняя подкова для упряжной лошади, а на рис. 11.12,6—летняя задняя подкова с постоянными шипами для упряжной лошади.

Круглые подковы (рис. 11.12, *г)* применяют наравне с обыкновенными подковами с шипами и без шипов. Эти подковы отличаются от обыкновенных наличием соединительной поперечной пластины *1* между концами ветвей. Применение таких подков особенно полезно для копыт с больной или слабой роговой стенкой при условии, что на стрелке, нет болезненных процессов.

Соединительная пластинка делается различной формы (рис. 11.12, г) в зависимости от формы и полноты стрелки. Если лошадь стоит, то между пластинками и валиками стрелки должен оставаться зазор 1 ... 2 мм.

При изготовлении круглой подковы заготовку для нее отрубают на 20 мм длиннее по сравнению с заготовкой для нормальной подковы с шипами. После изготовления подковы, загибания и разгибания двух концов, предназначенных для получения соединительной пластины, выполняют -кузнечную сварку этих концов внахлест и окончательно отделывают такую пластину. Толщина соединительной пластины 8 ... 10 мм, длина должна соответствовать ширине копыта в пятке.

Подковы с резиной (рис. 11.12, ж) рекомендуется применять для работы в зимних условиях на асфальтированных дорогах и твердой почве. Толщина такой подковы и соединительной пластинки равна 6 ... 8 мм. На зацепной части приваривают передний шип высотой 12 мм. На подкову накладывают толстую рези-

новую прокладку и вместе с ней прибивают подкову к копыту лошади.

Подковы для тяжеловозов должны быть очень массивными и прочными, толщиной 14 мм и шириной не меньше 27 мм. Пяточные части делают шире и длиннее, чем у обыкновенных подков, с целью увеличения площади опоры копыта на подкову. При узкой постановке передних ног лошади наружную ветвь подковы делают шире, и она больше выступает за подошвенный край, чем обычно. Чтобы не допускать смещения подковы, на ее наружной ветви делают дополнительный отворот. На рис. 11.12,и показана правая задняя подкова для тяжеловозов, а на рис. 11.12, *к*—правая передняя подкова с дополнительным шипом и отворотом.

Подковы для беговых лошадей должны быть предельно облегченными. Они куются для каждого вида состязаний и описание их потребует специальной главы. Некоторые из подков для беговых лошадей показаны на рис. 11.12.

Подковные гвозди предназначены для крепления подков к копытам лошадей. Их изготовляют из сталей СтО, Ст1, Ст2 и СтЗ. Подковные гвозди (рис. 11.13, а), имеющие разные номера, применяют для крепления разных подков (табл. 11.2). При изготовлении подковных гвоздей заводами на каждом из них четко выбивают или выштам-повывают номер гвоздя. По размерам, приведенным в табл. 11.2, подковные гвозди можно делать в кузницах. Подковные гвозди еще называют ухналями.

Ухналь, показанный на рис. 11.13, а, по технологии лучше подходит для изготовления на заводах в штампе, однако имеются затруднения со снабжением заводскими ухналями, поэтому кузнецы часто куют ухнали по собственной технологии из имеющегося материала 112], или, например, кузнец Н. Э. Штейнфельд кует ухнали по следующей технологии. В качестве исходного материала берет проволоку диаметром 6 мм из стали Ст2 или СтЗ и от нее отрубает заготовку длиной 500 ... 700 мм. Один конец заготовки нагревает до ковочной температуры (см. табл. 5.1) на длине 100 ... 120 мм. Левой рукой в рукавице берет заготовку за холодный конец, нагретый конец кладет на наковальню и протягивает его на квадрат на длине 35 ... 40 мм, а затем на клин до требуемой длины клинка (рис. 11.13,6) и одновременно формирует головку ухналя, как показано на рис. 11.13, в. После

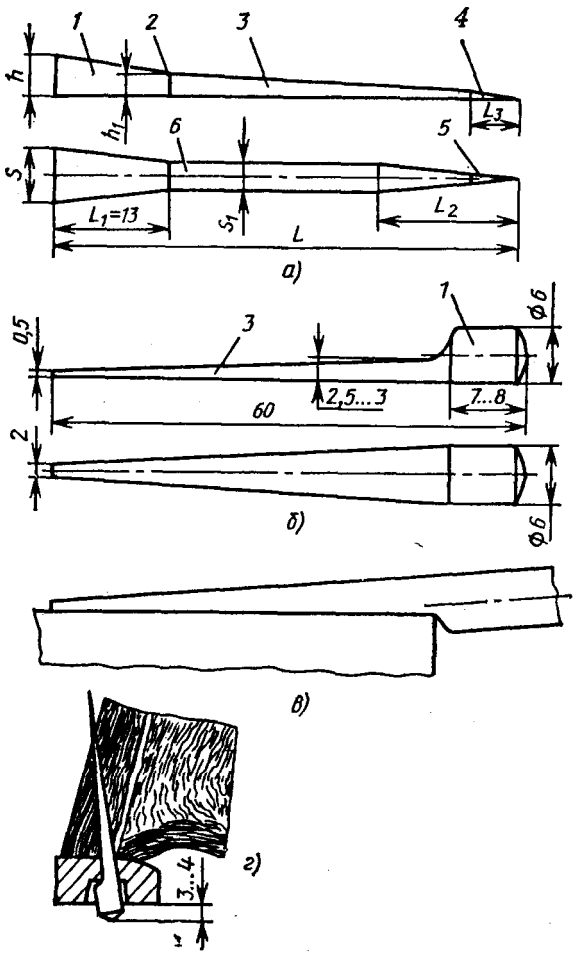


Рис. 11.13. Подковные гвозди:
1 — головка; 2 — шейка; *3* — клинок; *4* — жало (острие); *5* — наклепка; *S* — место для клейма

этого на подсечке *1* (см. рис. 3.4, *а)* отрубает готовый ухналь от заготовки так, чтобы размер головки по длине был равен 7 ... 8 **мм.** Повторно нагревает заготовку, отковывает следующий ухналь и т. д.

Ухналь он ставит выступом головки наружу относительно копыта и подковы (рис. 11.13, г) и объясняет это тем, что при такой забивке ухналь будет стремиться выйти

Таблица 11.2

Размеры и масса подковных гвоздей

Номер гвоздя	Номер подковы		Ра	зме. ы	по р	ИС. 1	1.13,	ММ		Масса 1000 гвоздей,
		L	*L,*	'-,	*h*	h,	*h,*	S	Sl	
5	1,2	52	16		•5	2,1	0,9	6,2	3,8	3,1
6	2,5; 3	55	17	5	5?	?Д	1 0	68	4 1	3.6
7	3,5; 4	59	21		5,6	2,4	1,1	7,4	4,4	4,1
8	4,5; 5	64	23	6	6,0	2,5	1,2	8,0	4.7	5,3
9	6; 7; 8	70	25		6,2	2,5	1.3	8,6	5,0	6,7

наружу копыта, а не уйти в белую линию. Он также считает, что когда ухналь будет забит в копыто, то его головка, должна выступать за нижнюю поверхность подковы на 3 ... 4 мм (рис. 11.13, г). Это позволяет при ослабевании крепления подковы ударять ручником по выступающей головке и плотно притягивать подкову к копыту.

Другая технология изготовления ухналя приведена в 1121.

11.3. Подготовка и техника ковки лошадей

Подготовка лошадей к ковке. Перед ковкой каждой конкретной лошади кузнец должен уметь осмотреть ее с целью определения правильности строения копыт и Определить ход лошади (см. рис. 11.4, *ж),* очищать и обрезать копыта, определить их размеры, подогнать готовые подковы к копытам, отковать подковы, выявить лошадей с неправильными и больными копытами, а также отковать подковы для неправильных копыт.

Осмотр лошадей. Вначале лошадь осматривают на ходу. Для этого ее проводят шагом и рысью по ровному, твердому и некаменистому грунту. Во время бега рысью устанавливают, не «засекает» ли лошадь, не «забивает» ли задними ногами передние, не хромает ли она. Затем осматривают спокойно стоящую лошадь спереди, сбоков и сзади. При этом проверяют постановку ног лошади *(см.* рис. 11.4).

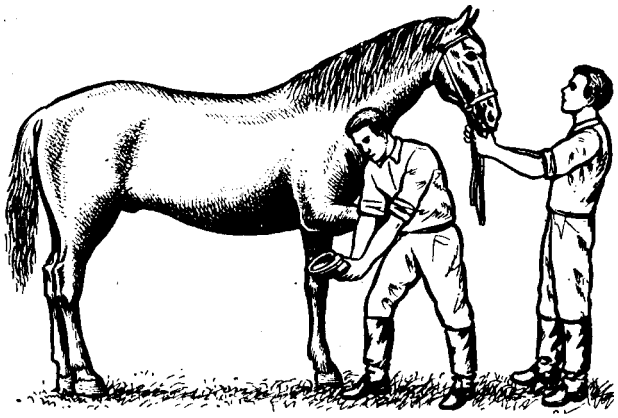


Рис. 11.14. Приемы подъема правой передней ноги лошади

После этого поочередно поднимают и опускают ноги лошади для обработки копыт. Чтобы она позволяла себя подковывать, ее следует приучать к этому с молодого возраста.

При работе с лошадью надо быть спокойным, ласковым и терпеливым. Прежде всего ее следует окликнуть, погладить и успокоить, а если и после этого она не слушается, то надо энергично дернуть поводья книзу. Бить кнутом и прибегать к закрутке верхней губы можно только в крайнем случае, так как лошадь запомнит это и будет бояться ковки в следующий раз.

Особенно внимательно надо обращаться со злыми лошадьми, следить за положением их ушей и выражением глаз. Готовясь к удару или укусу, лошадь прижимает уши и глаза у нее становятся злыми. Этот момент надо заметить, чтобы принять необходимые меры: прикрикнуть., замахнуться и даже ударить кнутом, в крайнем случае наложить на верхнюю губу лошади закрутку. Закрутка причиняет боль и лошадь становится послушной. Закрутку нельзя слишком сильно закручивать и держать на губе больше 5 ... 7 мин, чтобы избежать омертвения губы. После снятия закрутки губу необходимо осторожно промассажировать рукой.

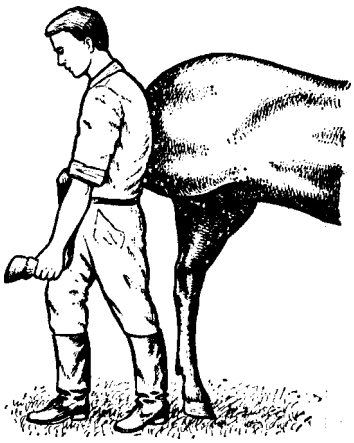
У спокойных лошадей снимают старые подковы, расчищают и подрезают копыта, прикрепляют новые подковы на поднятой и поддерживаемой кузнецом ноге без каких-либо устройств и приспособлений. При этом никогда не

следует поднимать ногу лошади внезапно. Подходить к лошади надо всегда спереди, предварительно ласково окликнув и погладив ее. Если требуется поднять правую переднюю ногу, то надо вначале положить ладонь правой руки на лопатку лошади, а левой рукой поглаживая ногу, охватить ее выше копыта и поднять ногу (рис. 11.14). Затем подтяную ногу кузнац кладет себе на бедро выше колена, предварительно заняв устойчивую позу. Если требуется поднять заднюю ногу, то кузнец становится спиной к голове лошади, кладет правую руку на круп лошади, а левой рукой поглаживает по крупу с перемещением руки на ногу. После этого обхватывает ногу вблизи копыта, сгибает ее (рис. 11.15) и кладет себе на правое бедро, выше колена. В обоих случаях лошадь должен держать под уздцы другой человек.

Достаточно часто для осмотра и ковки копыт лошадь устанавливают в специальный станок (рис. 11.16). Такой станок состоит из следующих основных частей: столбов 7, подставок *2* для задних ног, подставок *9* для передних ног, крюков / и *11* для закрепления ног веревками на подставках, продольной неподвижной балочки *6,* продольной подвижной балочки *12,* ремней 5, барьеров *4,* скоб *3,* фиксаторов *13,* крюков *14,* штыря *15,* колец *16* и *17,* пола *10* и крыши *8.*

Столбы из устойчивых против гниения пород дерева диаметром не менее 300 мм и длиной около 4 м ошкуривают, окантовывают, пропитывают составом, предохраняющим дерево от гниения, и закапывают в землю на глубину не менее 1,5 м. Иногда их заливают раствором бетона. Затем к столбам присоединяют все другие части. На рисунке поставлены ориентировочные размеры для изготовления частей станка. Следует отметить, что продольные балочки б и /2 можно выполнять металлическими, как показано на рис. 11.16,

Рис. 11.15. Приемы подъема правой задней ноги лошади



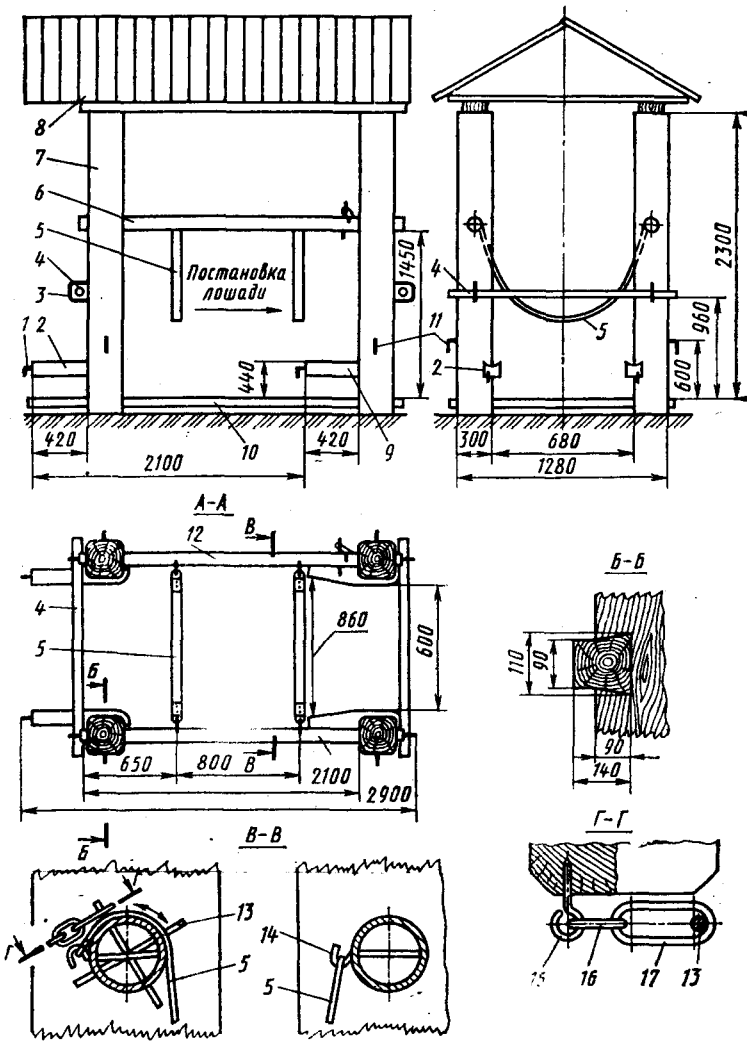


Рис. 11.16. Станок для ковки лошадей

а подставки *2* и 9 и пол /О нужно делать только из дерева.

Пользуются станком так. Перед постановкой лошади ремни 5 должны быть сняты с крюков *14* и убраны передний и задний барьеры *4.* После постановки лошади в станок в скобы *3* закладывают передний и задний барьеры. Пропускают под живот лршади ремни и петлями на концах крепят их на крюки подвижной балочки. Затем ремни накручивают на подвижную балочку (см, рис. 11.16,5—*В),* так, чтобы они провисали и между телом лошади и ремнями свободно проходила ладонь человека. С помощью кольца *17* и фиксатора *13* ремни фиксируют в требуемом положении. Лошадь готова к осмотру.

Для осмотра и ковки копыт ноги лошади поочередно поднимают, кладут на передние и задние подставки 2 и *9* и закрепляют на этих подставках веревками или мягкими ремнями. Применять жесткие и металлические гибкие канаты, цепи и др. нельзя. На закрепленной ноге расчищают и обрезают копыто, подгоняют к копыту подкову и закрепляют ее на копыте подковными гвоздями.

При осмотре и ковке лошади у нее одна нога закреплена, а другими тремя она стоит на полу. В случае, если она поднимет одну из этих трех ног, то зависнет на ремнях. Это предотвращает возможность травм. Однако опытные кузнецы предпочитают все операции по ковке лошади выполнять без станка, потому что при таком общении с лошадью он лучше чувствует поведение лошади.

Поднимая поочередно, на свободе или в станке, передние и задние ноги лошади, кузнец осматривает копыта, старые подковы, зачищает копыта, снимает мерку для подков, прикрепляет новые подковы и выполняет другие операции.

При осмотре копыт также проверяют положение старых подков по отношению к копытам, степень износа старых подков и положение старых гвоздей, вбитых в подковы. Слишком стертая нижняя поверхность одной из ветвей подковы указывает на то, что при прежней ковке, на стороне большего износа подковы, была оставлена слишком высокая роговая стенка или на противоположной — слишком низкая.

Снятие старой подковы. Прежде чем снять старую подкову, надо очистить копыто от грязи, если потребуется, обмыть его и вытереть тряпкой. Затем кузнец становится к лошади спиной и поднятую ногу ло-

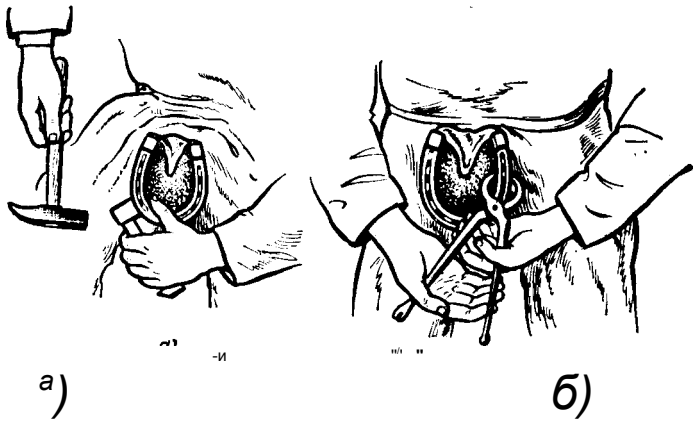


Рис. 11.17. Приемы при снятии старой подковы

шади размещает и зажимает своими ногами, как показано на рис. 11.17. Подкову следует снимать осторожно, чтобы не нарушить копытный рог. Делается это так.

Легкими ударами молотка по головкам гвоздей уменьшают прочность связи их с подковой. Затем при помощи тупой обсечки и молотка оттягивают все барашки (загнутые концы) гвоздей (рис. 11.17, а) и откусывают их клещами. Клещами же захватывают одну из ветвей подковы у пяточного шипа и немного оттягивают ее от копыта (рис. 11.17, *б).* Убрав клещи, слегка ударяют молотком по подкове, чтобы она встала на свое место. При этом головки гвоздей выходят из дорожки, их захватывают клещами и осторожно вытаскивают.

При вытаскивании гвоздей нельзя наклонять клещи наружу или внутрь подковы, так как можно сломать роговую стенку копыта или намять роговую подошву. Клещи можно наклонять только вдоль ветви подковы. Нельзя оставлять обломанные гвозди в копытном роге, их необходимо выбить острым шипом тупой обсечки *2* (см. рис. 11.5) или шпилькой *3 (см.* рис. 11.6).

При снятии старой подковы со съемными шипами сначала отвинчивают их, а затем снимают подкову, как описано выше. На рис. 11.18 показано, как правильно отвинчивать и завинчивать съемные шипы, пользуясь ключом и лапой.

Снятую подкову осматривают. На правильность предыдущей ковки указывают равномерная изношенность обеих ветвей подковы, а в зацепной части несколько брль-

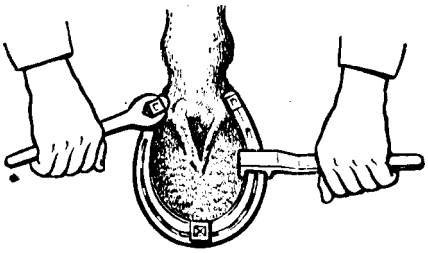


Рис. 11.18. Приемы при завинчивании и отвинчн-вании съемных шипов

ший износ, чем в пяточной, так как лошадь отталкивается зацепной частью подковы. Если одна ветвь подковы изношена больше другой, то в большинстве случаев это указывает на неправильную расчистку и подрезку копыта при предыдущей ковке. Поэтому при предстоящей расчистке и подрезке копыта следует это исправить.

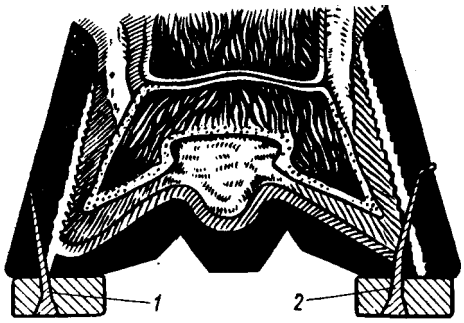
Подготовка копыта к ковке. Здоровое копыто за' время от предыдущей ковки отрастает. Для предстоящей ковки его расчищают и подрезают в следующей последовательности; роговую подошву, стрелку и, последним, подошвенный край роговой стенки.

С подошвы снимают, так называемый, мертвый рог. Омертвевшие края подошвы обрезают острой обсечкой, ударяя по ее тупому краю молотком, до тех пор, пока рог не перестанет крошиться и не появится живой рог темного цвета, после чего продолжают расчистку подошвы копытным ножом до тех пор, пока рог не станет срезаться целыми стружками. Чрезмерно утоньшать роговую подошву нельзя, так как это вызывает высыхание ее, кроме того, имеется риск прокола подошвы камнем или другим твердым и острым предметом. Поэтому лучше будет, если оставить тонкий слой мертвого рога.

На роговой стрелке надо срезать только отставшие и подгнившие куски рога.

Подошвенный край роговой стенки обрезают копытным ножом или откусывают ковочными клещами и зачищают рашпилем. Такую обрезку выполняют настолько, насколько указывает износ старой подковы или неправильная постановка ног лошади. Если одна ветвь подковы стерта больше другой, то эта сторона подковы испытывала большее давление, чем другая. Следовательно, с этой стороны необходимо несколько больше срезать подошвенный край роговой стенки. Точно также подправляют копыта при неправильной постановке ног лошади.

Рис. 11.19. Расположение подковных гвоздей в копыте лошади



Заворотные стенки не следует срезать вровень с подошвенными углами, так как от этого сужается копыто. Заворотные стенки должны образовывать возвышение — валик, который постепенно уменьшается от переднего конца копыта к заднему.

После расчистки и обрезки копыт надо опустить ноги лошади и сравнить оба передних и задних копыта, они должны иметь одинаковую форму при правильной постановке ног лошади. С подготовленных к ковке копыт снимают мерки, как показано на рис. 11.9, а, *б,* для подгонки имеющихся или ковки новых подков.

Подгонка подковы к копыту. Применяют горячий и холодный способы подгонки подковы к копыту. При горячем способе подкову нагревают до температуры 650 °С (темно-красный цвет каления) и прикладывают ее к торцовой поверхности подошвенного края роговой стенки не более чем на 2 с. При большей выдержке можно сжечь рог, сделать его сухим и хрупким и вызвать различные заболевания копыта.

Холодный способ подгонки подковы к копыту имеет недостаток, состоящий в том, что подкова не всегда плотно прилегает к торцу подошвенного края роговой стенки. Этот недостаток можно исправить дополнительной правкой подковы и зачисткой копыта рашпилем.

В процессе подгонки подковы к копыту смотрят, совпадают ли отверстия гвоздей с белой линией копыта (рис. 11.19), и ощупывают пальцами, везде ли подкова выступает из подошвенного края роговой стенки. Правильно подогнанная подкова должна плотно прилегать всей верхней поверхностью к торцу подошвенного края роговой стенки. В зацепной и боковых частях подкова должна выступать за роговую стенку настолько, чтобы

можно было по ней провести ногтем (0,5 ... 1 мм). В пяточной части каждой ветви, начиная от первого главного гвоздя, подкова должна выступать за роговую стенку **на** 2 мм. На задних копытах внутреннюю ветвь подковы подгоняют вровень с подошвенным краем, чтобы не допустить засечек ног лошади.

Перед прикреплением подковы к копыту проверяют, правильно ли сделаны отверстия и соответствуют ли **они** размерам примеряемых гвоздей. Головки гвоздей должны утапливаться в гвоздевых дорожках.

Прикрепление подковы к копыту. При наличии готовых подков и гвоздей кузнец поочередно поднимает ноги лошади, зажимает их между своих ног или закрепляет в станке на подставках и прикрепляет подковы к копытам, выполняя следующие операции.

Придерживая подкову на копыте в требуемом положении, первым забивают в роговую стенку гвоздь через первое зацепное отверстие внутренней ветви подковы с небольшим наклоном внутрь копыта. Надо не забывать, что *гвоздь обязательно вставлять наклепкой* (см. рис. 11.13) внутрь копыта, в противном случае он может принять направление внутрь копыта и поранить чувствительные части его. Забивают гвозди легкими ударами в зависимости от твердости рога. Если лошадь пытается вырвать ногу из рук кузнеца и дрожит, то следует немедленно вынуть забитый гвоздь, так как он попал в чувствительную часть копыта и причиняет боль лошади. Кроме того, вышедший конец каждого гвоздя сразу же надо пригибать к роговой стенке, чтобы не поранить лошадь или кузнеца. Вторым забивают гвоздь через первое зацепное отверстие наружной ветви подковы также с небольшим наклоном вовнутрь копыта. Не очень плотно загнув два первых забитых гвоздя, ногу лошади опускают на землю, чтобы проверить, правильно ли прилегает подкова к копыту. При небольшом смещении подковы ее положение на копыте исправляют легкими ударами молотка, а при значительном смещении вынимают один или оба гвоздя и операцию проводят заново.

Остальные гвозди забивают в направлении от зацепной части к пяточной части копыта, т. е. поочередно:

один через отверстие внутренней ветви подковы, другой через отверстие наружной ветви подковы. Через вторые главные отверстия гвозди забивают отвесно, через первые главные отверстия с небольшим наклоном наружу.

После того, когда все гвозди будут забиты, загнутые і концы откусывают клещами, при этом *откручивать или поворачивать их нельзя.* Затем подкову подтягивают к копыту. Сначала приставляют клещи к концам гвоздей и молотком ударяют по головкам, потом, наоборот, клещи приставляют к головкам и ударяют по концам гвоздей. При этом концы гвоздей слегка расклепываются и загибаются, образуя так называемые «барашки». Перед тем как выполнить эту операцию, на роговой стенке под каждым концом гвоздя рашпилем выпиливают желобки, в которых «барашки» утапливаются и не выступают над поверхностью роговой стенки копыта. Таким же способом подтягивают и старые подковы.

Заводские подковы также сначала подгоняют и прикрепляют к копытам, а затем ввертывают в подковы съемные шипы (см. рис. 11.18).

Подкованную лошадь проводят шагом и рысью. Если лошадь хромает, необходимо установить, какой гвоздь забит неправильно, немедленно удалить его и осмотреть раненое копыто. Слйды крови на вытащенном гвозде указывают на необходимость промывки и дезинфекции гвоздевого канала йодом или другими средствами. После дезинфекции гвоздь в этом месте не забивается, т. е. подкову оставляют прикрепленной одним гвоздем меньше.

Виды и время ковки. Ковка может быть летней и зимней. Для летней ковки применяют гладкие подковы или с небольшими шипами. Зимние подковы должны иметь заостренные шипы или заостренные головки подковных гвоздей. Для зимней ковки хорошо применять подковы со съемными шипами, их можно чаще заменять по мере затупления.

Необходимо помнить, что слишком частая и слишком редкая ковка вредны для лошади. Как правило, лошадь надо перековывать ^ереэ^ 30—40 дней. Однако при работ на каменистом грунте подковы изнашиваются быстрее. В дождливое время лошадь перековывают чаще. Лошадей, имеющих дефекты на копытах, перековывают как можно реже.

Для учета сроков перековки лошадей кузнецу желательно иметь журнал со списком лошадей, в котором отмечаются основные данные каждой лошади: кличка, размер копыт, особенности поставки ног, ход, состояние копыт при последней ковке, норовистость и др., а также время очередной ковки.

Ошибки при ковке и дефекты подков и гвоздей. Если у гвоздей отламываются головки и «барашки», то это означает, что они изготовлены из твердой стали, чего делать нельзя. Раскалывание роговой стенки происходит потому, что гвозди изготовлены слишком толстыми. Такие гвозди будут давить на чувствительную часть копыта, а «барашки» от» них будут велики и могут быть причиной засечек (см. ниже). Следовательно, гвозди необходимо делать из мягких сталей, а размеры их должны соответствовать размерам подков (см. табл. 11.1 и 11.2).

Подковные гвозди необходимо забивать в копыто легкими равномерными ударами молотка.

Сильное притягивание гвоздей клещами к копыту вызывает изгиб их, расширение отверстий в роговой стенке и ослабление крепления подковы.

Если подкова сдвинулась, то ее нельзя возвращать на место ударами молотка, чтобы не согнуть гвозди, которые могут расколоть роговую стенку. Кроме того, согнутые гвозди давят на чувствительную часть копыта.

Если при копке получился зазор между верхней поверхностью подковы и торцом подошвенного края роговой стенки, то в этот зазор будет набиваться грязь, которая будет способствовать разрушению белой линии и приводить к расщеплению роговой стенки.

Скошенная наружу верхняя поверхность подковы может привести к отрыву роговой стенки от подошвы, а скошенная внутрь — способствует образованию сжатого копыта, разрушению белой линии и может вызвать расщепление роговой стенки.

Направление гвоздей при забивании должно строго соответствовать направлению роговых стенок копыта, а концы гвоздей должны выходить наружу на одинаковом расстоянии от подошвенного края роговой стенки. Правильно забитый гвоздь не задевает чувствительных частей копыта (см. рис. 11.19). При смещении гвоздевой дорожки подковы внутрь от белой линии копыта гвоздь повреждает чувствительную часть копыта (см. рис. 11.19). Такой дефект называется заковкой.

Иногда заковку обнаруживают в момент забивания гвоздя, так как лошадь чувствует боль и отдергивает ногу. В таком случае надо вынуть гвоздь и не забивать его в это отверстие подковы, а рану продезинфицировать.

Часто заковку обнаруживают через два—три дня после ковки. В таком случае лошадь сначала очень осторожно

ступает на больную ногу, а затем начинает хромать.| При легком ударе молотков по головке гвоздя, который| вызывает заковку, лошадь отдергивает ногу. Его необ-;
ходимо удалить, а отверстие продезинфицировать. Если это не помогает, то лошадь надо расковать и обратиться к ветеринару.

Широкая и глубокая бухтовка подковы приводит к попаданию грязи и камешков между подковой и копытом, что является причиной разрушения рога подошвы и к наминкам.

Широкая подкова, сильно выступающая за подошвенный край роговой стенки, может оторваться и обломать рог копыта. Кроме этого, прикрепление широкой подковы требует неправильного наклона гвоздей, что ослабляет крепление ее или приводит к заковке.

Узкая подкова неполностью закрывает торец подошвенного края роговой стенки и может привести к обла-мыванию ее, а внутренний край подковы будет давить на подошву и стрелку, что приведет к наминке их. Подкова, зауженная в пяточной части, способствует образованию сжатого копыта.

Длинная подкова вызывает засекание и забивание.

Короткая подкова не защищает пяточные части копыт от ушибов и даже приводит к растяжению связок.

Тяжелая подкова с широкими и толстыми ветвями обременяет копыто. Под широкие ветви подковы забиваются камешки и в результате образуются наминки.

11.4. Ковка неправильных и больных копыт

Неправильные копыта. При неправильной постановке ног и неправильном ходе копыта лошади преобразовываются, становятся неправильными по форме. Это должно бычч» учтено *щт* подгон ке- подков с целью увеличения опоры для нагруженной части копыта.

При узкой постановке ног (см. рис. 11.4, в) с короткой и крутой наружной стенкой копыт наружная ветвь подковы должна выступать наружу больше обычного. Поэтому эту ветвь отковывают шире, а дорожку для гвоздей делают на своем месте по белой линии, т. е. размер *m* (см. рис. 11.7) от наружного края будет несколько больше. Внутренняя ветвь подковы делается как для правильного копыта.

При широкой постановке ног (см.

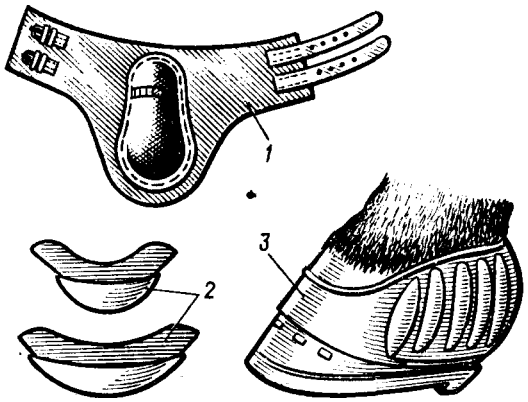


Рис. 11.20. Средства по защите ног лошади при забивании и засекании ногами

рис. 11.4,6) будет низкая и крутая внутренняя стенка копыта, поэтому следовало бы сделать подкову с широкой внутренней ветвью. Однако это можно делать только в том случае, если есть уверенность, что лошадь не будет засекать, в противном случае такие копыта подковывают обыкновенными подковами.

При выставленных вперед ногах лошади (см. рис. 11.4, *д)* применяют подкову с удлиненными ветвями с целью увеличения опоры более нагруженной задней половины копыта.

При отставленных ногах лошади назад (см. рис. 11.4, *е}* концы ветвей подковы должны быть укорочены.

Забивание ногами может происходить во во время движения лошади, особенно на рыси, когда лошадь задними ногами задевает передние. Некоторые из способов устранения забивания следующие.

В передних подковах для лошадей, забивающих ногами, концы ветвей не выпускают за заворотные углы копыта, а задние шипы у этих подков делают скошенными сверху вниз и вперед.

Если лошадь сильно ударяет зацепной частью роговой стенки заднего копыта о переднюю подкову, то для защиты этих стенок на зацепной части задних подков делают широкий и высокий отворот, так называемый капор.

Для защиты пяток от ранений при забивании применяют резиновые закладки 2 и кожаную ногавку3(рис. 11.20).

Засекание ногами происходит при движении некоторых' лошадей, когда они задевают одной ногой внутреннюю! поверхность другой ноги. Чаще лошади засекают задними ногами. Причины засекания следующие: слишком широкая и тяжелая подкова, «барашки» гвоздей много выступают за поверхность копыта, внутренняя стенка копыта срезана больше наружной, широкая или узкая постановка ног у лошади, переутомление лошади, крутые повороты из-за неправильного управления лошадью, хроническая хромота и др.

Если лошади засекают зацепной частью или боковыми частями копыта, то подковы в этих случаях делают уже и прямее, при этом край подковы на прямоугольном участке скашивается под копыто. Край роговой стенки не срезают, а только слегка скругляют рашпилем. Чтобы не уменьшить прочность подковки, в зауженной части дорожки не делают, их и отверстия для гвоздей переносят несколько ближе к концам ветвей подковы.

Если лошадь засекает пяточной частью, то шипы на наружной ветви подковы .лучше скосить вниз и внутрь, а на внутренней ветви подковы сделать полозок. Полозок образуется постепенным утолщением ветви выше внешнего шипа, начиная от первого главного гвоздевого отверстия. Полозок спиливают вниз и вовнутрь.

Если принятые меры не устранили засекание, то для защиты ноги лошади применяют ногавку / из кожи (рис. 11.20).

Копыто с сильно измененной формой бывают следующими: длинные, крутые, торцовые, сжатые, широкие, плоские полные и косые. Такие копыта всегда требуют специальных подков и особых приемов по прикреплению их к копытам. Лошадей с неправильными копытами могут ковать только кузнецы с большим опытом работы и обладающие хорошей смекалкей. Однако предполагается, что лошади с неправильными копытами обычно выбраковываются, поэтому в настоящей работе операции по ковке лошадей с неправильными копытами не рассматриваются. В редких случаях смекалистый кузнец найдет способ, как подковать лошадь с любыми копытами.

Больные копыта. Больные копыта обнаруживают при внешнем осмотре, когда лошадь стоит, затем при движении ее шагом и рысью и последующим исследованием копыта клещами (см. рис. 11.5). Наиболее часто встречаются копыта со следующими видами повреждений.

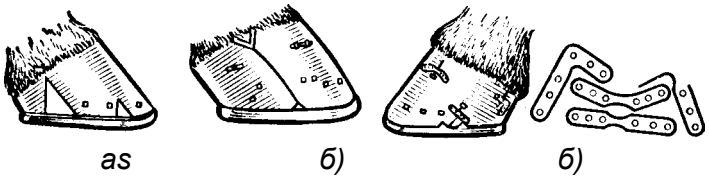


Рис. 11.21. Способы скрепления трещин на роге копыта

Наминка является результатом кровоизлияния в пяточной стенке, подошвенных углах и заворотной части копыта. Различают наминки сухие, гнойные и хронические. Причиной намипок чаще всего бывает неправильная расчистка и обрезка копыта и подгонка подковы к копыту. Вырезать наминки не следует. Если пяточные роговые стенки низкие, а стрелка здоровая, то рекомендуется применять круглую подкову (см. рис. 11.12, *г).*

За.сеч к а венчика / (см. рис. 11.1) возникает после ранения и, как следствие, является причиной образования свищей и нарушения формы рога при отрастании его. Лошадь, имеющую засечку венчика, следует перековать и подогнать подкову так, чтобы участок подошвенного края под засечкой не касался поверхности подковы. Это достигается дополнительной подрезкой подошвенного края роговой стенки.

Ранение подошвы можно защитить подковой с металлическим дном (см. рис. 11.12, *д).*

Гниение стрелки требует лечения. После лечения стрелки на копыто прикрепляют обычную гладкую подкову.

Трещиной рогового башмака является всякое расщепление рогового слоя (рис. 11.21, о). При появлении трещины на роговом башмаке необходимо создать условия для нормального роста рога от венчика копыта. Этого достигают скреплением краев трещины заклепками, скобами, пластинками и другими способами.

Заклепки применяют только при трещинах в зацепной части копыта, так как рог здесь самый толстый. Рог сначала размягчают в воде (или мокрой глине), потом по обе стороны трещины на расстоянии 10 ... 15 мм от ее края делают углубления копытным ножом и просверливают отверстие перпендикулярно трещине (рис. 11,21, б). В зависимости от длины трещины таких отверстий делают

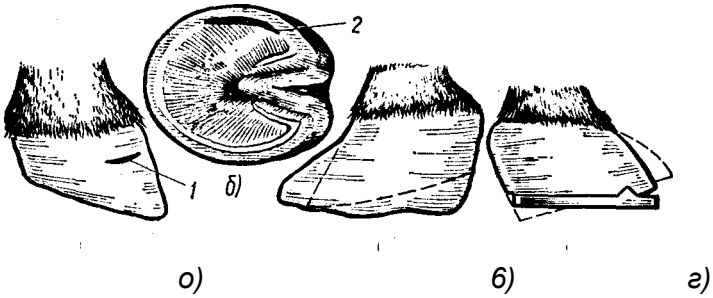


Рис.. 11.22. Формы больных копыт

два-три. После этого в отверстия забивают гвозди или проволоку. Вышедшие из отверстий концы гвоздей отгибают одновременно со сближением краев трещины, затем их откусывают, оставляя длиной до 3—4 мм и окончательно заклепывают в углубления копытного рога.

При скреплении трещин скобками специальным прожигателем выжигают на роговой стенке углубления с боков трещины и клещами в выжженное место вдавливают проволочную скобу. Следует знать, что на зацепную часть копыта скобки надо вдавливать при поднятой соседней ноге лошади, так как в таком положении края трещины сходятся. Трещины на пяточных и боковых частях копыта сходятся при поднятой больной ноге.

Скрепление трещин металлическими пластинками выполняется так. В пластинах длиной 30 ... 40 мм, шириной 15 ... 20 мм и толщиной 2 мм, иногда имеющих форму уголков и др. (рис. 11.21, *в}*, сверлят отверстия диаметром 3 ... 5 мм и изгибают их по форме поверхности копыта. Затем нагревают их до красного цвета каления и не надолго прикладывают их поперек трещины. При этом образуется ложе для пластины, ее охлаждают, кладут в это ложе fr привинчивают короткими шурупами (рис. 11.21, в). Пластины рекомендуется накладывать на трещины в боковых стенках, так как они имеют небольшую толщину и применение здесь заклепок и скоб небезопасно.

Если трещина сквозлая, от подошвенного края до венчика (см. рис. 11.21, б), то подошвенный край роговой стенки, непосредственно под трещиной и на 15 мм в стороне от нее, отпиливают рашпилем, чтобы эта часть подошвенного края не касалась поверхности подковы. Рог под венчиком утоньшают и на это место накладывают

тугую повязку, чтобы отрастающий рог не касался трещины и не расщеплялся. После такой подготовки к копыту прикрепляют круглую подкову (см. рис. 11.12, г).

Поперечные трещины / (расселины) показаны на рис. 11.22, *а. По* мере отрастания рога расселины спускаются вниз и исчезают. Их не скрепляют, а после расчистки от грязи заполняют мазью из терпентина и воска. После этого в копытном роге рекомендуется поддерживать нормальную влажность и облегчать работу лошади, пока копытный рог не придет в норму.

Отставшая роговая стенка *2* (рис. 11.22, б) образуется в результате разрушения белой линии, при этом связь роговой стенки с роговой подошвой нарушается. Причиной такого заболевания является содержание лошадей на грязном полу или же от чрезмерного обрезания подошвенного края роговой стенки вместе с белой линией.

При отслоении роговой стенки лошадь надо правильно подковать обыкновенной, хорошо подогнанной подковой, а лучше круглой подковой (см. рис. 11.12, г) с подкладкой из кожи. Пространство между кожей и роговой подошвой заполнить ветошью, намоченной в дегте, *смешанной* со скипидаром.

Копыта с хрупким рогом лечат путем размягчения рога в водяной ванне или мокрой глине. Чтобы избежать растрескивания рога, подкову прикрепляют к копыту высококачественными гвоздями небольших размеров. Если же есть возможность, то лучше их **не** ковать, а направлять на некоторое время на выпас.

Ревматическое воспаление копыт происходит из-за простуды. При неправильном ступании лошади в результате болезненного процесса копытная кость перерождается и изменяет свою форму, изменяет форму и копыто. Такое копыто называется *ежовым* (рис. 11.22, в).

Куют такие копыта так. Копыто расчищают, как показано на рис. 11.22, в. Вместо отворота в зацепной части у подковы делают два небольших боковых отворота (рис. 11.22, г). Зацепную часть подковы делают шире, причем в зацепной части между подковой и копытом оставляют небольшой зазор (рис. 11.22, г). Лучше всего к ежовому копыту прикреплять круглую подкову (рис. 11.12, г) с подкладкой из пакли с кожей.

ГЛАВА 12

Способы ремонта деталей машин| с применением кузнечных операций

12.1. Правка деталей

Наиболее распространенным способом восстановления деформированных деталей, не имеющих трещин и износа поверхностей до недопустимых пределов, является кузнечная правка. Чаще других деформируются (изгибаются) детали машин, имеющие малые размеры по сечению и толщине и большие по длине и ширине. К таким деталям относятся валы, оси, рычаги, ободы, балки, швеллеры рам и т. п. Правку их выполняют в холодном или в *горячем* состояниях. Холодную правку применяют только для малоответственных деталей, так как после правки они со временем теряют свою первоначальную форму и снова изгибаются. Для снятия внутренних напряжений, образовавшихся при холодной правке, ответственные детали, если позволяют их размеры, подвергают среднему отпуску (см. рис. 8.2), т. е. нагревают до температуры 400 °С, а затем медленно охлаждают на воздухе или в песке.

Правят детали и сборочные единицы на наковальнях или правильных плитах (см. рис. 7.12, *е)* кузнечными молотами и с помощью специальных приспособлений и стендов.

Способы холодной правки валов и осей показаны на рис. 12.1. Валы или оси укладывают в призмы выпуклостью вверх и выправляют их с помощью ручного при-приспособления (рис. 12.1, а) или винтового пресса (рис. 12.1, *б).* Валы или оси из низкоуглеродистых и сред-неуглеродистых сталей выправляют двойной правкой. Для этого вал или ось укладывают в призмы выпуклой стороной вверх (рис. 12.1, в) и изгибают их на //i (рис. 12.1, г) в несколько раз больше первоначального

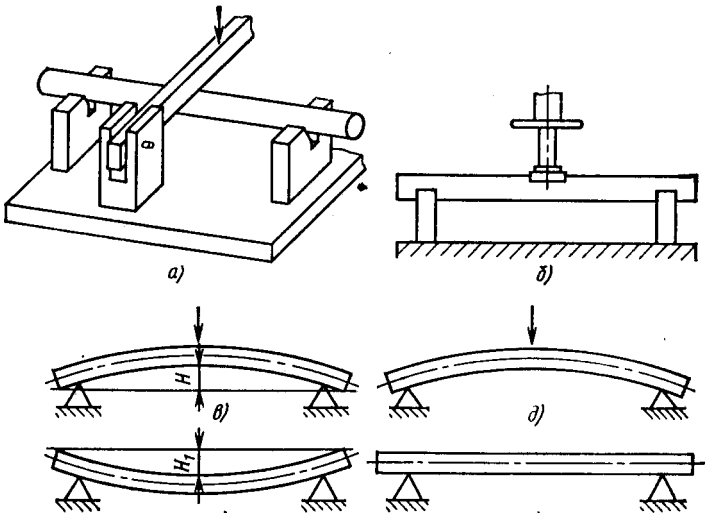


Рис. 12.1. Способы правки стержней и валов

прогиба *Н*. После снятия нагрузки прогиб вала в обратную сторону будет приближенно равен первоначальному прогибу *Н*. Затем вал поворачивают на 180° (рис. 12.1, *д)* и гнут его до устранения прогиба (рис. 12.1, *е)*.

Валы диаметром более 30 мм, изготовленные из высокоуглеродистых сталей, сначала нагревают в местах прогиба в горне или газовой горелкой до температуры 750 ... 800 °С (светло-вишневый цвет каления), а затем выправляют с помощью кувалды и обжимок с достаточно большой точностью.

Валы, изготовленные из труб, для предохранения от смятия перед правкой засыпают сухим песком, а в торцовые отверстия забивают деревянные пробки. Правку следует вести осторожно, чтобы не допустить раскрытия шва трубы. Небольшие местные деформированные места устраняют в холодном состоянии. Если же шов раскроется, то его заваривают газовой сваркой.

Скрученные валы в средней части нагревают до температуры 830...900°С (красный цвет каления). Один конец вала зажимают в тисках, а другой поворзчивают в направлении, противоположном направлению скручивания (см. рис. 7.17). Если вал термически обработан,

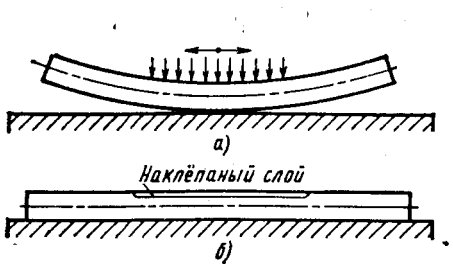


Рис. 12.2. Правка вала наклепом

то после правки с нагревом нагреваемые участки необ-' ходимо снова термически обработать.

Погнутые закаленные валы или валы из среднеуглеродистой стали выправляют способом холодного наклепа. [1] Для этого вал укладывают на наковальню выпуклостью вниз (рис. 12.2, а) и носком небольшого молотка наносят частые, но не сильные удары по валу, начиная от середины к концам его. Молоток должен быть с клинообразным задком (см. рис. 3.2, в) без забоин. В результате образования наклепанного слоя вал выпрямляется (рис. 12.2, б). После такого выпрямления получают почти нулевое биение и термическая обработка в этом случае не требуется.'

Раскосы, поперечины, косынки и другие детали, легко снимаемые с рам и других частей машины, правят на наковальне или правильной плите (см. рис. 7.12, *е)* в холодном и горячем состояниях.

Небольшие детали с прямоугольным сечением можно выправлять так же, как валы и оси, или с помощью простейшего винтового приспособления, показанного на рис. 12.3, а.

Изогнутые крупные детали и сборочные единицы из проката в виде балок обычно выправляют с помощью домкратов и несложных винтовых приспособлений.

В приспособлении <рис. 12.3. б) выправляют балки рам *3* усилием от домкрата *6.* Домкрат устанавливают на брус /, к которому прикреплены хомуты *2,* между хомутами на домкрат укладывают погнутую балку рамы *3,* выше ее в отверстия хомутов вставляют пальцы *4* и между полками устанавливают шпильки *5* с гайками, которые предохраняют полки балки от дополнительной деформации.

Приспособление, показанное на рис. 12.3, в, состоит из винтового механизма 7, коробки *8,* сваренной из двух швеллеров, и хомутов *9.* Место прогиба у швеллера ***10***

нагревают до температуры 800 °С (светло-вишневый цвет каления), с помощью хомутов приспособление устанавливают на швеллер и винтовым механизмом швеллер
выправляют.

Приспособление для правки отогнутых полок швеллера показано на рис. 12.4. Оно состоит из стойки /, зажимной накладки *4* и болта^З. Швеллер *2,* нагретый до температуры 650 ... 750 °С (вишневый цвет каления) в месте деформации, устанавливают на стойку и прижимают с помощью зажимной накладки и болта, а затем ударами кувалды выправляют деформированное место швеллера.

Скрученный швеллер *3* рамы (рис. 12.5) можно править на правильной плите / со шпильками *2* с помощью приспособления, состоящего из скобы *6* и изогнутого рычага *4,* на который, для создания большого усилия,
насаживают трубу 5.

Такие приспособления можно использовать для правки швеллеров и других прокатных профилей, не отделяя их от рамы или других частей машины.

Технологию правки фасонных деталей можно показать на примере правки металлического обода колеса сельско-

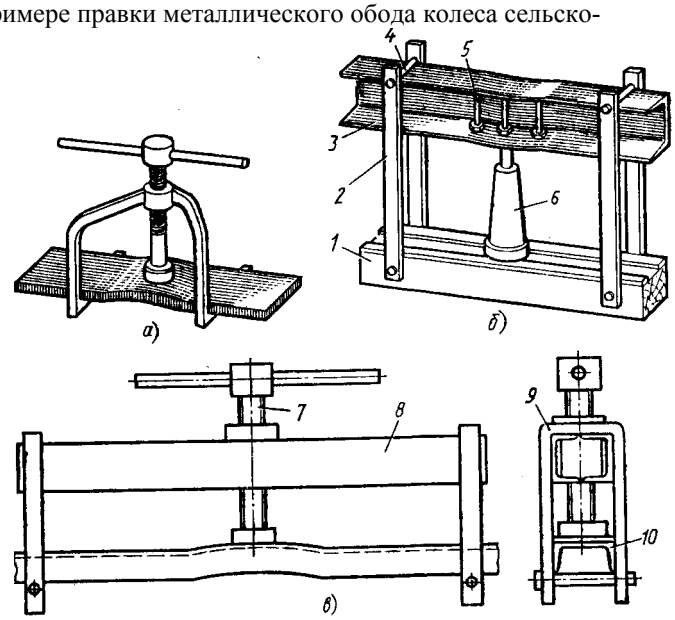


Рис. 12.3. Приспособление для правки изделий типа балок

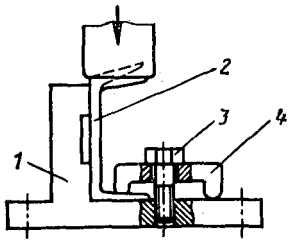


Рис. 12.4. Правка отогнутой швеллера

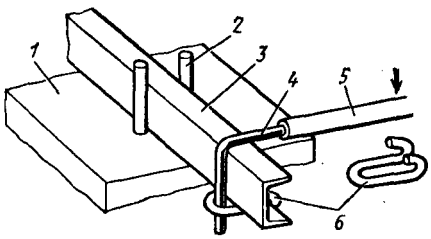


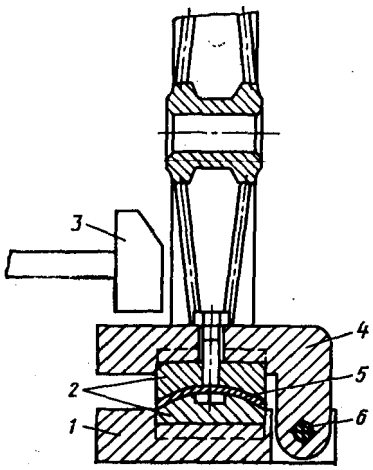
Рис. 12.5. Правка скрученного стенки швеллера

хозяйственной машины. Сечения таких колес бывают самых разнообразных форм: плоской прямоугольной, низ-кокорытной, кругложелобчатой, плоскожелобчатой и др.

Деформированный обод колеса правят в кузнице. Если обод очень деформирован и не поддается правке в холодном состоянии, то его предварительно надо нагреть до температуры 800 ... 850 °С в горне или с помощью газовой горелки. Обод с плоским прямоугольным сечением правят на наковальне гладилкой и кувалдой. Обод со сложным профилем правят в специальном приспособлении (рис. 12.6), состоящем из плиты /, откидной скобы *4,* оси £ и сменных обжимок *2* с рабочей поверхностью, выполненной по форме обода. Нагретый деформированный обод *5* устанавливают между обжимками и ударами кувалды *3* по откидной скобе выполняют правку обода, поворачивая его по мере необходимости. Поворот осуществляется свободно благодаря откидной скобе.

Погнутые спицы колеса выправляют на подставке ударами молотка или кувалды. При значительном изгибе спиц их нагревают в кузнечном гррне или газовой горелкой до температуры 750 ... 800 °С (светло-зишневый цвет каления) и правят на наковальне.

Рис. 12.6. Приспособление для правки обода колеса



Выправленные детали из профилей и фасонные детали после правки можно укрепить косынками, ребрами жёсткости и накладками, иначе они будут снова деформироваться при приложении усилия.

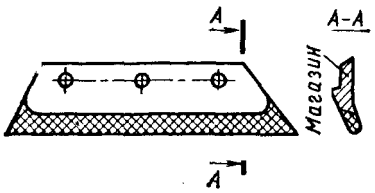
12.2. Ремонт деталей разгонкой, осадкой, высадкой и гибкой

Разгонкой ремонтируют такие детали, у которых имеется запас металла, позволяющий несколько уменьшить общее сечение детали с целью восстановления формы и размеров изношенной рабочей части детали. Ремонт деталей способом разгонки обычно состоит из следующих этапов: нагрева детали или части ее до ковочной температуры, разгонки, заточки, проверки размеров, закалки, отпуска, проверки твердости и др.

К деталям, ремонтируемым разгонкой, в основном относятся такие детали, которые подвержены образив-ному износу, например, лемехи плугов, зубья лап культиваторов, зубья борон, подкапывающие лапы свеклоуборочных комбайнов и др.

На рис. 12.7 показан лемех, у которого износившаяся часть лезвия заштрихована в клетку. Ремонт лемеха заключается в восстановлении первоначальной формы и размеров лезвия и носика разгонкой за счет запаса металла, так называемого «магазина», в нерабочей части лемеха.

Нагрев лезвия и носка лемеха выполняют по частям в несколько приемов, так как длина лемеха большая и кузнец не успевает закончить операцию за один нагрев. Нагревать и поправлять лезвие лемеха начинают от носка к пятке. Для этого лемех кладут в горн плашмя, чтобы не сгорело лезвие, и медленно нагревают участок, предназначенный для разгонки, на ширине 70 ... 80 мм от края лезвия и по длине около 100 мм до температуры 500 ... 600 °С (начало свечения), а затем быстрее до температуры 900 ... 1200 °С (светло-желтый цвет каления). Мед- *д* ^_*д* ленный начальный нагрев ~^\ ~ предотвращает появление *i* i . . < 5ˢ трещин в лезвии лемеха, *f*ᵀ ⁱ—ʸ^ S' Участки лемеха, сосед- ^шщяжя«%^ %^^ ствутощие с нагреваемым, I Рис. 12.7. Лемех
A



засыпают свежим углем, чтобы уменьшить потери тепло и выгорание углерода с поверхностного слоя металла

Требуется неотлучно за равномерностью нагрева лезвия и «магазина» лемеха, чтобы не допустить перегрева и пережога металла, что весьма вероятно из-за небольшой толщины лемеха.

Разгонку лемеха выполняют следующим образом. Нагретый лемех кладут на наковальню или нижний боек молота рабочей поверхностью вниз («магазином» вверх). Затем по тыльной стороне лемеха наносят сильные и частые удары кувалдой и молотком, если ковка ведется вручную, и металл перемещают в требуемом направлении. Разгонку нагретого участка следует немедленно прекращать при остывании его до температуры 800 °С (светло-вишневый цвет каления), иначе могут появиться трещины. Чтобы не допускать вредных для металла по- f вторных нагревов, разгонку лезвия лемеха надо проводить как можно быстрее.

После разгонки одного участка лемеха нагревают следующий и т. д. Форму и размеры отремонтированных участков и всего лемеха после ремонта проверяют специальными шаблонами, изготовленными из тонкой листовой стали.

На молоте без приспособления лемех можно отремонтировать за два нагрева, а со специальным бойком — за один.

Разгонка лемеха как вручную, так и на молоте требует высокой квалификации от кузнеца и является трудоемкой операцией.

Как показывает практика, лемех можно ремонтировать 3 —4 раза, после этого, как правило, он выбраковывается.

Затачивают лезвия всегда с рабочей стороны. Неостывшяй лемех зажимают в тисках и затачивают напильником, а остывший — на наждачном станке. Заточку ведут от носка к пятке. Толщина кромки лезвия должна быть 0,5... 1 мм, так как более тонкое лезвие может выкрошиться во время пахоты при соприкосновений с корнями и камнями. Ширина фаски, получающаяся при заточке лезвия, должна быть 5 ... 7 **мм.**
•

Закалка лемеха состоит в нагреве его по всей длине лезвия и на '/g ширины от края лезвия до температуры 780...820°С (светло-вишневый цвет каления). Для равномерного нагрева лемеха по длине применяют насадку,

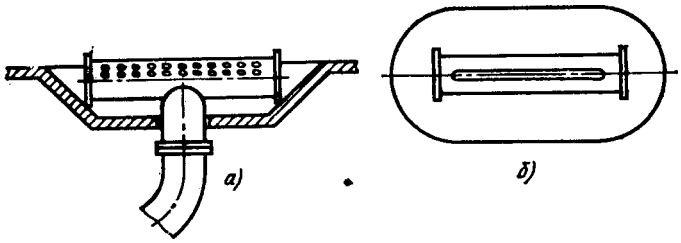


Рис. 12.8. Насадки для нагрева лемеха по всей длине

которую вставляют в отверстие фурмы горна. Насадка представляет собой трубу, равную по длине лемеху, заглушенную с торцов и с вваренным патрубком для соединения с трубой, подводящей воздух. В насадке, по всей длине, сверлят отверстия (рис. 12.8, *а)* или фрезеруют узкий паз (рис. 12.8, б). Благодаря насадке в горне получают пламя, позволяющее равномерно нагревать лемех одновременно по всей длине лезвия.

Охлаждают лемех в воде, нагретой до температуры 30...40°С, или в соленой воде при комнатной температуре. Обычно на ведро воды засыпают 1 ... 2 кг поваренной соли. При охлаждении лемеха в соленой воде образуется меньше пузырьков, что увеличивает равномерность закалки лезвия. Объем соленой воды должен быть таким, чтобы температура ее не поднималась выше 40 °С, иначе скорость охлаждения резко уменьшается и лезвие будет иметь малую твердость.

В охлаждаемую жидкость лемех погружают спинкой, а не лезвием и не плашмя. При погружении лемеха лезвием вниз в нем образуются трещины, а при погружении плашмя **он** коробится. При погружении лемеха в охлаждающую жидкость кузнец удерживает его двумя клещами, а уже погруженный энергично перемещает в ванне, чтобы на поверхности лемеха не образовались пузырьки пара или воздуха, снижающие равномерность закалки. В жидкости лемех выдерживают до тех пор, пока она не

•ерестанет бурлить вокруг лемеха (примерно 4 ... 6 **с).**

- После закалки лемех кладут на наковальню и проверяют, нет ли коробления. При наличии его лемех осторожно правят легкими ударами молотка немного выше лезвия. После этого лемех следует прислонить к какому-нибудь барьеру спинкой вниз и медленно охлаждать на воздухе.

Закаленное лезвие имеет большую хрупкость. Чтобь уменьшить ее, лезвие подвергают отпуску, т. е. нагреваю] в горне до температуры 300 ... 350 °С (серый цвет побе-| жалости), и охлаждают на воздухе. Следует помнить,! что для определения цвета побежалости перед нагревом! надо зачистить участок нагреваемой поверхности лемеха' наждачной бумагой.

Твердость лемеха должна быть не менее НВ 440 ... 653 на участке 25 ... 45 мм по ширине от кромки лезвия и по всей длине его. Твердость проверяют напильником, который должен скользить по лезвию, не оставляя на нем заметных для глаза следов.

Технология разгонки других деталей аналогична. Условиями, при которых возможно применение способа разгонки, являются износ и наличие запаса металла.

Осадку применяют при ремонте деталей, которые в процессе работы удлинились или износились и для нормальной работы требуется увеличить размеры в их сечении. Осадкой восстанавливают детали в виде цилиндров и втулок, имеющих запас металла по длине.

Пример осадки гладкой втулки показан на рис. 12.9, *а.* Втулку / нагревают до ковочной температуры. Ее устанавливают в матрицу *2,* в нее вставляют палец *3* и сверху накладывают обжимку *4.* Ударами кувалды, или верхним бойком молота, по обжимке втулку осаживают. При этом она укорачивается по длине, за счет чего внутренний диаметр уменьшается, а наружный увеличивается. Такое изменение размеров оказывается возможным при наличии зазоров в сопряжениях между стенками втулки с пальцем и матрицей. Зазоры рекомендуется принимать на 0,1 ... 0,2 мм больше изношенного слоя, а после осадки втулки размеры ее доводить до требуемых механической обработкой. При остывании втулки матрица с нее снимается свободно, а палец может зажать. Тогда его выбивают, как показано на рис. 12.9, б. Аналогично можно осаживать втулки, имеющие фланец (рис. 12.9, в).

Приспособление для осадки втулки, имеющей канавку с наружной стороны, показано на рис. 12.9, *г.* В этом слу» чае в приспособлении дополнительно применяют обжимку-верхник 5, обжимку-нижник 7 и разъемный вкладыш о. Разъемный вкладыш предохраняет от осадки наиболее тонкую часть стенки, а обжимками осаживают части стенок втулки, находящиеся по обе стороны от канавки. Зазоры для изменения размеров втулки оставляют между

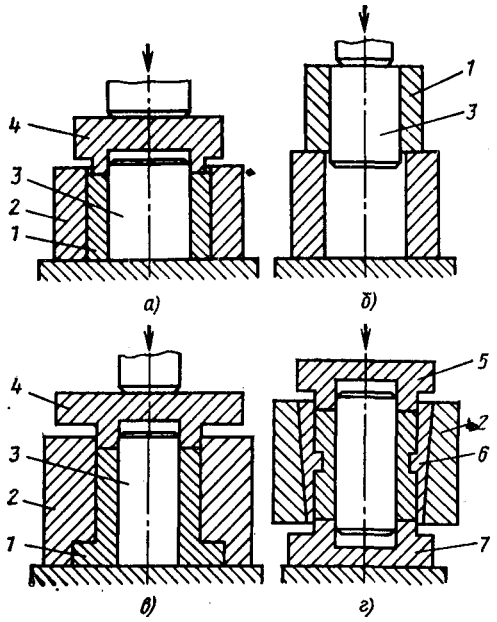


Рис. 12.9. Способы осадки втулок

пальцем и внутренней поверхностью втулки, между матрицей и вкладышем.

Высадкой восстанавливают изношенные цапфы (шейки) валов и осей, предназначенные для посадки подшипников и других деталей, если эти цапфы имеют несколько большую длину, чем насаживаемая на них деталь, или имеется возможность после высадки протянуть среднюю часть вала и оси. Цапфу вала нагревают до температуры 850 ... 900 °С (красный цвет каления). Затем смачивают в воде нагретый торец вала и этим охлажденным торцом ударяют о наковальню. При этом нагретый конец несколько уменьшается по длине и увеличивается его диаметр на 0,2 ... 0,3 мм, что позволяет восстановить размер для посадки подшипника последующим шлифованием до необходимого размера. Если при высадке образуется выпуклость и вал значительно укоротится, то высаженную часть вала обкатывают полукруглой обжимкой, а первоначальную длину его восстанавливают протягиванием нагретой середины нерабочей части вала или оси.

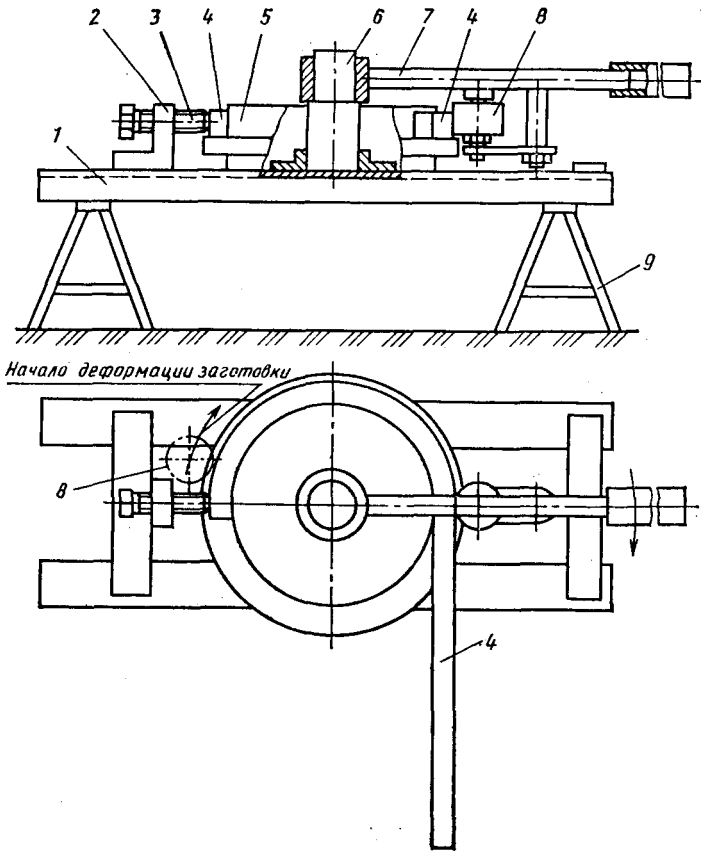


Рис. 12.10. Приспособление для гибки бандажа

Гибкой получают новые детали, которыми заменяют изношенные- части ~~какой-либо~~ детали или сломавшуюся деталь. Например, замена износившихся ободов катков гусеничных тракторов бандажами, полученными гибкой. замена одного из сломавшихся листов рессоры и т. п.

Приспособление для гибки бандажей показано на рис. 12. Ю. Оно включает в себя: раму/из швеллеров, кронштейн *2* с прижимным винтом *3,* копир 5, ось *6,* рычаг 7 с роликом *8* и стойки *9.*

Длину заготовки **на** круглый бандаж для катка определяют **по** формуле

$$l=3{,}14(d + 0{,}5s), \qquad (12.1)$$

где *d* — диаметр обточенного катка (или другой детали);
s _ толщина заготовки на бандаж (обод).

Если круг будет не полным, то длину заготовки определяют по формуле из табл. 6.3.

Нагретую заготовку *4* устанавливают между роликом о (во время установки ролик находится вблизи прижимного винта) и копиром 5 на ег» выступ и прижимают винтом *3.* Затем рычагом вращают ролик вокруг оси и прижимают им заготовку к копиру и таким образом получают бандаж в виде круглого кольца. Концы бандажа сваривают кузнечной или электродуговой сваркой, подгоняют к катку, нагревают до температуры 300 ... 400 °С, напрессовывают на каток и приваривают к нему с торцов.

Листы рессоры с трещинами или поломанные заменяют новыми, изготовленными из соответствующей рессорной стали. Для этого берут полосовую или листовую сталь соответствующей марки (см. табл. 2.3), нагревают и отрубают от нее заготовку по размерам рессорного листа. Отрубленную заготовку нагревают в горне до температуры 780 ... 820 °С (светло-вишневый цвет каления) и при помощи винтового приспособления изгибают лист по требуемому радиусу кривизны.

Приспособление (рис. 12.11) состоит из рамки *4,* в резьбовое отверстие которой ввернут винт 5. Конец винта упирается в скобу *3,* которая при вращении винта перемещается и прижимает лист из рессорной стали *2,* изгибая его по шаблону. Шаблон состоит из упоров /

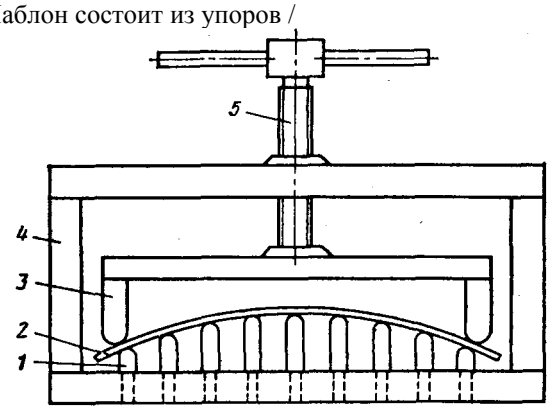


Рис. 12.11. Приспособление для гибки листа рессоры

различной высоты (по требуемому профилю прогиба)/г закрепленных в основании рамки.

После гибки лист рессоры закаливают и отпускают вместе с шаблоном. Режимы нагрева и охлаждения при закалке приведены в табл. 8.2 и 8.3.

Закаленные и отпущенные листы рессоры тщательно зачищают и смазывают графитом, смешанным с маслом.

12.3. Раздача и напрессовка деталей

Раздачей восстанавливают рабочее состояние деталей, имеющих вид полых цилиндров-втулок, пальцев и т. п. При этом увеличивают изношенный наружный диаметр за счет увеличения раздачей внутреннего диаметра.

Например, изношенные поршневые пальцы ремонтируют в специальном приспособлении (рис. 12.12, а), состоящем из основания /, матрицы *2* и пуансона *4.* На нижний боек молота устанавливают основание с матрицей, в матрицу вставляют предварительно отожженный поршневой палец *3,* во внутреннее отверстие пальца вводят заходную коническую часть пуансона и вследствие ударов верхним бойком пуансон проходит через внутреннее отверстие пальца, палец раздается, т. е. увеличивается его наружный диаметр.

При выборе диаметра рабочей части пуансона следует учитывать, что после выполнения операции вследствие упругих деформаций наружный диаметр пальца уменьшится. После раздачи пальцы подвергают закалке, от

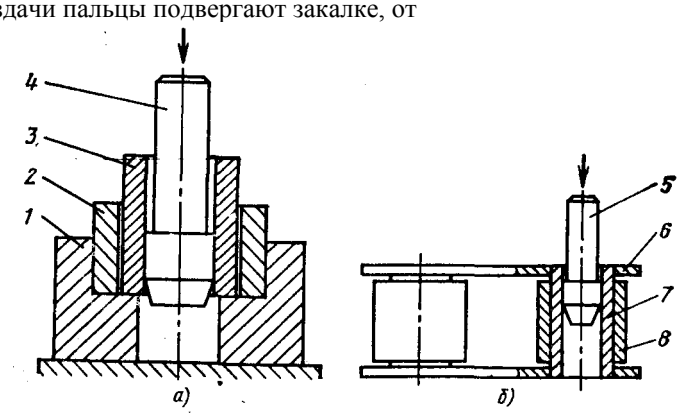


Рис. 12.12. Способы раздачи деталей

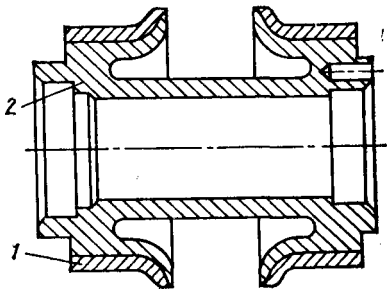
пуску, шлифовке и другим операциям, требующимся для восстановления размеров наружной рабочей поверхности.

При ослаблении посадки между пластинами *6* и полым валиком 7, увеличении зазора между роликом *8* и полым валиком 7 у тяговых пластинчатых цепей отверстие в полом валике раздают (рие. 12.12, б) оправкой 5.

Напрессовкой восстанавливают износившиеся наружные поверхности деталей. Их обтачивают до исчезновения следов износа, а вместо износившегося и снятого при обточке слоя металла изготовляют охватывающие детали в виде колец. Эти кольца в горячем состоянии насаживают на подготовленные охватываемые поверхности изношенных деталей. При остывании кольца охлаждаются и зажимают охватываемую поверхность восстанавливаемой детали, чтобы гарантировать прочность соединения, кольца приваривают к восстанавливаемым деталям. После этого выполняют необходимые доводочные операции, позволяющиеПолучить требующиеся по чертежу размеры и прочность детали.

Например, изношенные поверхности беговых дорожек поддерживающих роликов 2 трактора, восстановленные путем напрессовки колец /, показаны на рис. 12.13. Из полосовой стали требуемых размеров изготовляют кольцо (длина заготовки рассчитывается по формуле из табл. 6.3, без длины /), концы которого кузнечной сваркой соединяют внахлест (см. рис. 7.18, *а)* или вращеп (см. рис. 7.18, *г)* и раскатывают кольцо на роге наковальни (см. рис. 7.4, о). Внутренний диаметр кольца раскатывают так, чтобы он был немного меньше наружного диаметра ролика, подготовленного для насадки кольца. Это делается для обеспечения натяга после горячей напрессовки кольца на ролик. Затем кольцо / нагревают до температуры 750 ... 800 °С (светло-вишневый цвет каления), напрессовывают на ролик *2* в горячем состоянии до упора в реборду и охлаждают в воде. После этого кольцо приваривают к

Рис. 12.13. Пример восстановления деталей напрессовкой



ролику электросваркой с обеих сторон по всей окру» ности. Если требуется, обрабатывают наружную поверд ность до нужных размеров.

12.4. Сварка и наплавка деталей

Износившиеся или выкрошившиеся рабочие части деталей можно восстанавливать кузнечной или электродуговой сваркой и наплавкой на них металла или твердого сплава'

Кузнечной сваркой, например, восстанавливают сильно износившееся и негодное для ремонта разгонкой лезвие' лемеха плуга. Порядок выполнения операций следующий. Лемех нагревают так же, как для разгонки, изношенную часть лезвия отрубают и выравнивают кромку, а затем ее немного осаживают и скашивают для кузнечной сварки внахлест.

Из старого лемеха или рессорного листа отковывают полосу толщиной 4 ... 5, шириной 30 мм и длиной 600 мм. Для подготовки к сварке полосу нагревают в горне и скашивают у нее кромку. После этого подготовленную кромку лемеха и полосу нагревают в горне до температуры 1200 °С (светло-желтый цвет каления). Полосу и лемех нагревают не сразу, а несколько раз, начиная от середины. Поэтому при нагреве весь жар пламени должен быть направлен на свариваемые части лемеха и полосы. Всю остальную поверхность закрывают углем, чтобы она не окислялась. При нагреве под сварку лемех и полосу не следует глубоко закладывать в горн, чтобы они не находились слишком близко от воздушного сопла и не подвергались окислению и обезуглероживанию. При достижении ковочной температуры их вынимают из горна, посыпают флюсом, счищают окалину и накладывают друг на друга подготовленными к сварке местами. Затем частыми ударами кувалды или верхнего бойка молота соединяют полосу с лемехом. Сначала удары должны быть не сильными, а затем все сильнее и чаще. Для лучшей проковки свариваемого участка места ударов должны перекрывать друг друга, чтобы не оставалось непроварениых мест. Приварку, полосы начинают со средней части лемеха и ведут ее отдельными участками к его концам по длине. После сварки средней части в горне поочередно нагревают соседние участки и соединяют их кузнечной сваркой вправо и влево от середины. Затем окончательно отделывают сварочный шов и получают лемех с восстановленными раз-

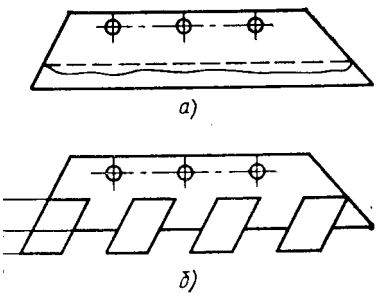


Рис. 12.14. Примеры ремонта лемехов кузнечной и электродуговой сваркой

мерами (рис. 12.14, а). Размеры проверяют шаб- ^ лоном,затачивают лезвие, в[3] закаливают и проверяют твердость лезвия так же, как при ремонте лемеха с^ способом разгонки. "^

Ручная электродуговая сварка, сведения о которой имеются в работах [6, i7, 181, широко применяется при ремонте деталей в сочетании с кузнечными операциями. Например, лемехи плугов с помощью электросварки ремонтируют следующим образом.

Если у лемеха плуга трудно восстановить изношенное лезвие' кузнечной сваркой или при отсутствии твердого сплава для восстановления его наплавкой, то лезвие приваривают электросваркой. Для этого обрубают изношенную часть лезвия и кузнечным способом изготовляют полосы для лезвия сечением 4х30 мм для трапециевидного лемеха или 5 хЗО мм для долотообразного лемеха соответствующей длины. Полосу приваривают к лемеху, после чего зачищают сварные швы с лицевой и тыльной сторон и проверяют размеры. Затем закаливают и определяют твердость лезвия так же, как при ремонте лемеха способом разгонки.

В некоторых случаях на сухих и сильно абразивных почвах к изношенным лемехам приваривают зубья. Зубья изготовляют кузнечным способом из выбракованных автомобильных рессор и электросваркой приваривают к лицевой стороне три-четыре зуба на одинаковом расстоянии друг от друга. В некоторых случаях первый зуб приваривают с тыльной стороны, а два других — с лицевой. Размеры и размещение приваренных зубьев на лемехе показаны на рис. 12.14, б. Лемех с приваренными зубьями подвергают закалке и отпуску. Проверяются размеры и твердость так же, как при ремонте лемеха разгонкой.

Опыт применения лемехов с зубьями показывает, что они работают в 7 ... 10 раз дольше обыкновенных заводских лемехов.

Если кромки лезвия у лемеха выкрошились частямй| больше чем на 10 мм от края, то их нельзя заточить. Тогда) вместо выкрошившихся частей вставляют и приваривакл-вставки. Сначала лемех готовят к приварке вставок. На] наждачном станке по выкрошившемуся периметру снимают фаску размером 3 х45° с обеих сторон. Затем кузнечным способом изготовляют вставки из выбракованного лемеха по форме, соответствующей формам выкрошившихся мест. С обеих сторон по форме линии стыка на ' вставках снимают фаски 3 х45°. Вставки и лемех уклады- ' вают так, чтобы их плоскости совпадали, и сваривают их электродуговой сваркой встык с обеих сторон. После сварки швы зачищают на наждачном станке с лицевой и с тыльной сторон лемеха заподлицо с его поверхностями. Затем проверяют размеры, затачивают лезвия, подвергают термообработке, проверяют твердость лезвия так же, как при ремонте лемеха способом разгонки.

Наплавка является одной из разновидностей электродуговой сварки, выполняемой путем нанесения на деталь слоя электродного металла в расплавленном состоянии, который сплавляется в единый монолит с металлом детали, образуя металлическое покрытие на этой детали. Сведения о способах наплавки и областях применения **их** имеются в литературе [19, 22]. При восстановлении размеров и упрочнении деталей машин на не машиностроительных предприятиях в основном применяют ручную дуговую наплавку электродами с покрытием.

ГЛАВА 13

Ремонт телег и саней

13.1. Телеги

В настоящее время колхозы и совхозы в большинстве случаев телеги получают готовыми с заводов. Поэтому в кузницах приходится только восстанавливать сломавшиеся и изношенные металлические детали передних и задних опор. Передняя опора сложнее задней, так как она -имеет механизм поворота. Конструкция опоры одноконной телеги показана на рис. 13.1. В задней опоре нет каких-либо деталей, значительно отличающихся или сложнее деталей передней опоры.

В передней .опоре базовой является сборочная единица — ось с поворотным кругом (рис. 13.1), а в задней опоре ось является деталью.

Ось с поворотным кругом (рис. 13.2) можно ремонтировать и восстанавливать. При поломке ее сваривают кузнечной сваркой. При этом концы, получившиеся в результате излома, нагревают и высаживают способами, показанными на рис. 7.6, г или *д,* и подготавливают для кузнечной сварки вразруб (см. рис. 7.18, б). Затем эти концы нагревают до сварочной температуры и сваривают. После этого место сварки тщательно проковывают до получения прежней длины и сечения оси, а затем ось выправляют, отделывают и проверяют на прямолинейность.

Все детали оси с поворотным кругом (см. рис. 13.2) сварены электросваркой (сварка на рисунке не показана). При образовании трещин или погнутостей в нижнем поворотном круге, планке и стойках их выправляют и заваривают непосредственно электросваркой или с применением накладок. При этом на круг и планку накладки можно наваривать только с нижней части. Верхняя плоскость нижнего круга всегда должна быть ровной и гладкой, так как по ней скользит верхний круг 7 (см. рис. 13.1).

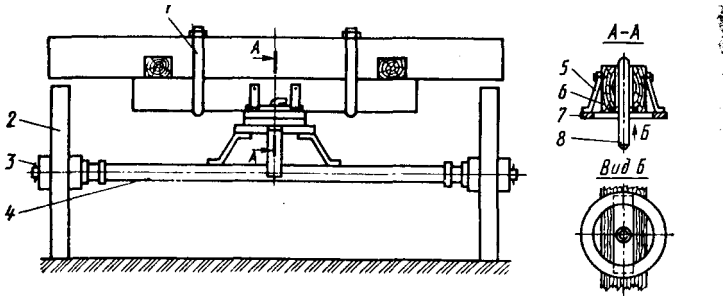


Рис. 13.1. Передняя опора одноконной телеги:
/ — скоба; *2* — колесо; *3* — чека; *4* — ось с поворотным кругом; *б* — стойка; *6* — планка; 7 — верхний поворотный круг; *8* — шкворень

К верхнему кругу так же, как к нижнему, приварена планка *6* с отверстием для шкворня и четыре стойки *5* (см. рис. 13.1), свободные концы которых прибиты гвоздями к деревянному брусу. Ремонт верхнего круга и стоек выполняется так же, как для аналогичных деталей, соединенных с нижним кругом. У нижнего круга нижняя плоскость всегда должна быть ровной и гладкой, так как она скользит по верхней плоскости нижнего круга. При необходимости замены деталей оси с поворотным кругом их изготовляют по вышедшим из строя образцам.

Колеса телег (рис. 13.3). Передние и задние колеса конных телег по конструкции одинаковы и отличаются только диаметрами, соответственно, а детали отличаются размерами. Детали колес могут отличаться от показанных на

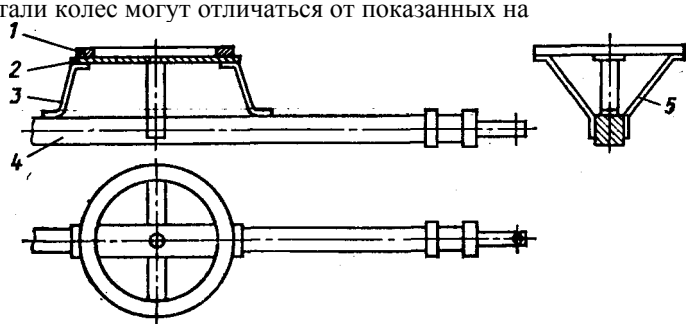


Рис. 13.2. Ось с поворотным кругом:
/ — **нижний** поворотный круг; *2* — планка; *3* и *б* — стойки; 4 — ось

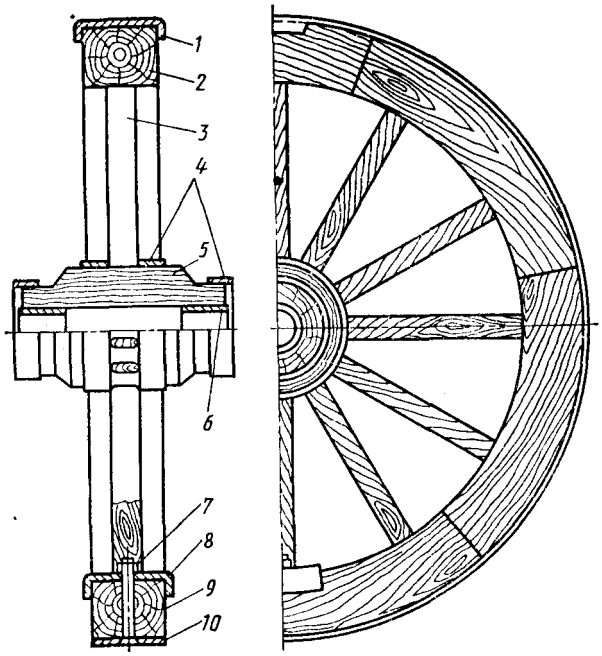


Рис. 13.3. Колесо телеги:
/ — ушко шины; 2 — обод; *3* — спица; *4* - обруч; 5 — ступица; *6* — втулка;
7 — гайка; *S* — скоба; *9* — *болт, 10* — шина

рис. 13.3, например, обод *2* можно изготовлять гнутым из целого куска дерева, втулку *6* иногда делают из стали или чугуна на всю длину ступицы 5, шины выполняют с ушками / или вместо них делают скобы *8* и крепят их болтами *10* и гайками 7. Однако для передних и задних колес конструкция остается одинаковой.

Шины изнашиваются быстрее других деталей колес и чаще заменяются новыми, а иногда, еще не изношенные, но имеющие зазор в соединении с ободом, восстанавливаются.

Для изготовления шин используют полосовую сталь марок Ст1 или Ст2, сечением 50х4 мм. При перетяжке старого колеса и изготовлении новой шины длину заготовки на шину (длину окружности) определяют одним из следующих способов: первый — по формуле (12.1); второй — выровненную полосу кладут на пол, ставят колесо на конец полосы, делают отметку мелом на ободе колеса

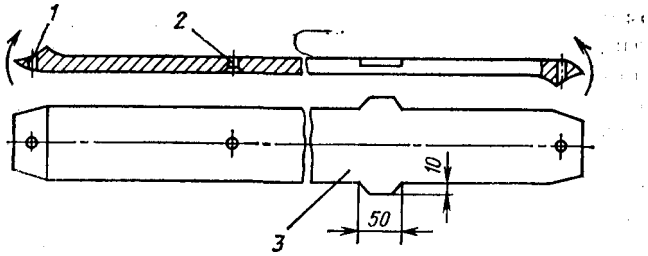


Рис. 13.4. Заготовка на шину

там, где оно касается конца полосы, прокатывают колесо по полосе до тех пор, пока отметка на ободе колеса не коснется полосы, в этом месте делают отметку на колесе, от конца до этой отметки и будет длина окружности обода или длина заготовки на шину; третий — бечевкой или лентой рулетки измеряют длину обода колеса, однако при этом способе получают менее точные результаты. Независимо от способа определения длины окружности к полученному результату необходимо добавить 40 ,.. 45 мм для получения окончательной длины заготовки на шину, что учитывает расход металла на образование сварного шва при соединении концов шины кузнечной сваркой внахлестку и потери металла на угар и обсечки,,

Шину изготовляют в следующей последовательности. Концы заготовки поочередно нагревают до ковочной температуры (см. табл. 5.1) на длину 100 ... 120 мм, слегка высаживают их способами, показанными на рис. 7.6, г, *д,* и подготавливают для кузнечной сварки, как показано на рис. 13.4. На концах пробивают отверстия / (рис. 13.4) с таким расчетом, чтобы после сварки и отделки шина получилась с размером диаметра, пригодным для надевания ее на обод колеса.-Это очень ответственный момент так как размер диаметра шины должен быть достаточно точным, чтобы ее можно было надеть на обод колеса с небольшим натягом. Особенно надо опасаться изготовления шины с диаметром больше требуемого, так как уменьшить диаметр шины труднее, чем увеличить его. После пробивки отверстий /, еще до сварки, шину нагревают в местах, где пробивают три-четыре отверстия 2 для крепления шины к ободу колеса. Расстояния между этими отверстиями можно определять по формуле / = 3,14 *D/n,* где *D* — диаметр колеса, *n* — число отверстий. Это позвв»

ляет, при насаживании шины на обод, разместить отверстия так, чтобы они не попали против стыков обода и спиц колеса. Пробитые отверстия разделывают со стороны будущей наружной поверхности шины для размещения потайных головок болтов. При пробивании отверстий полоса несколько расширяется. Поэтому в каждое отверстие вставляют оправку диаметром на 0,5 ... 1 мм больше диаметра болта и молотком выправляют заготовку на шину до исходных размеров в сечении (см. рис. 7.9, *г).*

Изгибать заготовку на шину можно и так. Один конец заготовки закрепляют на ободе колеса скобой при помощи клина или забивая гвоздь в отверстие / на конце заготовки. Потом по заготовке, уложенной на пол, колесо катят до соприкосновения концов ее. При этом еще раз проверяют, правильно ли пробиты отверстия *1* в концах заготовки. После -этого закрепленный конец заготовки отсоединяют от обода, концы сводят так, чтобы отверстия совместились. В отверстия вставляют закладку и расклепывают ее. Затем это место нагревают до сварочной температуры и соединяют кузнечной сваркой, отделывают до сечения полосы и получают готовую шину.

Ушки / (см. рис. 13.3) получают непосредственно из заготовки на шину. В этом случае вместо отверстий *2* neft-болты (см. рис. 13.4), по обе стороны заготовки оттягивают пару ушков *3,* которые выступают за край заготовки на 10 ... 15 мм на длине 40 ... 50 мм. После надевания шины на обод ушки / отгибают, как показано на рис. 13.3, что предохраняет шину от спадания с обода колеса. Этот способ применяют в случаях, когда для крепления обода не используют болты, гайки и скобы.

Если при примерке шина окажется по диаметру1яеньше требующегося, то ее нагревают и протягивают в нескольких местах. Если же диаметр шины окажется несколько больше требуемого, то шину нагревают и на наковальне ударами молотка по ребру утолщают. При этом ширина и внутренний диаметр шины несколько уменьшаются. Однако это очень трудоемкий способ. Кроме этого, применение его ограничено возможностью уменьшения ширины шины. Быстрее диаметр шины можно уменьшить применяя специальный нижник *2,* вставляемый в отверстие наковальни *4,* и струбцин *3* (рис. 13.5) следующим образом. Шину / выгибают внутрь, как показано на рис. 13.5, нагревают это место до ковочной температуры, закрепляют шину струбцинами на нижнике и молотком

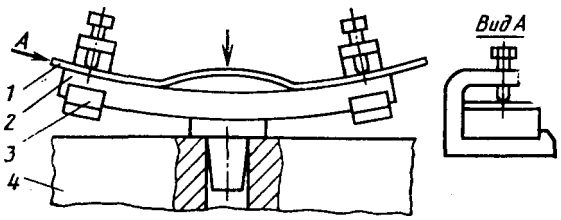


Рис. 13.5. Способ уменьшения диаметра шины

или кувалдой осаживают выгнутую часть шины. Таким способом удается укоротить длину окружности шины до 15 мм за один прием. Если же окажется, что шина слишком велика, то ее разрубают и сваривают заново.

Ошиновку колес выполняют на специальных ошиновочных устройствах (рис. 13.6) с применением рычагов, имеющих крюки, шарнирно закрепленные на них. Такие устройства делают из дерева и металла (рис. 13.6, *а),* иногда с применением бетона или камня (рис. 13.6, б). Первое из них в плане квадратное, второе может быть квадратным и круглым. Для построения их требуются деревянные брусья *4,* металл на стержень *I,* кольцо *2,* скобы *3,* бетон или камень *10* и др., а для изготовления рычага с крюком, кроме кузнечных операций, требуются операции механической обработки. Более простое приспособление показано на рис. 13.7, с помощью которого можно насаживать шину на обод колеса. Оно состоит из рамы *3,* выполненной из шести деревянных брусьев с размерами в сечении не менее 180 х 180 мм и соединенных

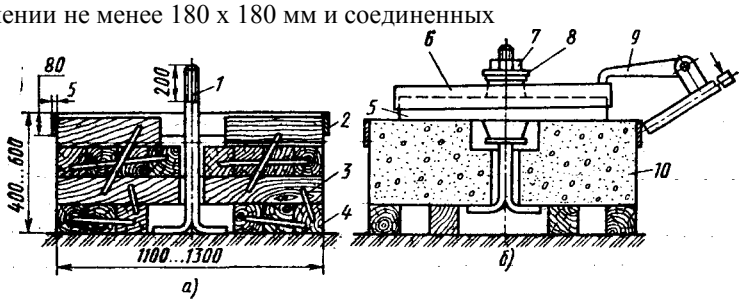


Рис. 13.6. Устройства для ошиновки колес:

а—из деревянных брусьев; б — иэ бетона илн камня; ; — стержень с резьбой; 2 — стальное кольцо; *3* — скобы; *4* — деревянные брусья; *5* — колесо беэ шины; *6* — шина; 7 — гайка; *8* — шайба; *9* — натяжной крюк; *10* — бетон (камень)

в шестиугольник, стержня *6,* скобы 5, двух-трех крюков *2* и деревянных или металлических рычагов /.

При наличии такого приспособления ошиновку колес выполняют в следующей последовательности. На раму кладут колесо *4* и скрепляют его с помощью стержня с одним из брусьев рамы (рис. 13.7). На закрепленное колесо накладывают шину 7, проверяют округлость и соответствие диаметров обода колеса и тины. Шина считается годной, если при наложении ее на колесо она не надевается на одну четверь ширины обода. При необходимости шину дополнительно правят и удлиняют или укорачивают.

Окончательно подогнанную шину нагревают до температуры 100 ... 150 °С и накладывают на половину обода. Затем в двух-трех местах устанавливают крюки, в них вставляют рычаги, растягивают шину и ударами молотка по шине насаживают шину на обод колеса. При окончательной насадке шины на обод колеса ее быстро окунают в баке с водой или смачивают мокрой ветошью и ударами молотка пригибают к ободу в местах наличия зазоров между ободом и шиной. После этого выдергивают скобу, снимают колесо с рамы, через отверстия в шине нагретым прутком прожигают отверстия в ободе. В отверстия вставляют болты *9,* на них надевают скобы *8* и прикручивают их гайками 7 (см. рис. 13.3). Отверстия для фиксации шин на ободе также можно получать механическим путем. Если шина на ободе фиксируется с помощью ушек, то

^ после насадки шины на обод 7"^// ушки / (см. рис. 13.3) отги-Л // бают.

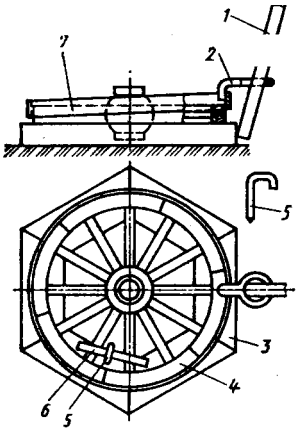


Рис. 13.7. Приспособление для ошиновки колес

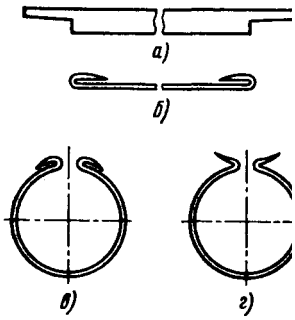


Рис. 13.8. Ковка втулки ступицы колеса

Посадка шины на обод колеса считается правильной, если при постукивании по шине молотком получается звонкий без дребезжания звук. Если есть дребезжание, то колесо лучше перешиновать.

Перетяжку старого колеса выполняют в следующей последовательности. Если шина ослабла, то ее снимают с колеса и каждый конец деревянного обода укорачивают на 10 ... 15 мм. Это делается для того, чтобы можно было натянуть обод на сработавшиеся спицы. После этого обод сколачивают так, чтобы его концы сошлись вплотную, и скрепляют гвоздями или небольшими скобами, определяют длину окружности шины и укорачивают шину указанными выше способами, а затем ошиновывают колесо так же, как новое.

Втулку *6* (см. рис. 13.3) изготовляют из сталей обыкновенного качества, например Ст2 или СтЗ. В качестве заготовки на втулку применяют полосу 10х50 мм, а длину определяют так же, как для шины.

При изготовлении у заготовки поочередно нагревают концы и оформляют, как показано на рис. 13.8, *а,* и пригибают их к основному телу (рис. 13.8, б). На роге наковальни заготовку гнут во втулку (рис. 13.8, *в)* и отгибают зацепы (рис. 13.8, г).

Внутрь ступицы колеса забивают две втулки, т. е. с обоих торцов ступицы. Перед забивкой втулки на торце деревянной ступицы долотом делают углубления по форме зацепов, чтобы придать им направление при входе в ступицу. Затем втулку ставят на торец ступицы, круглую часть заводят внутрь ступицы и легкими ударами кувалды и молотка забивают втулку в отверстие ступицы, а затем зацепы в тело ступицы. Колесо переворачивают и также забивают втулку с другого торца ступицы. Втулки следует забивать только при надетых на ступицу обручах.

В настоящее время втулки делают стальными или чугунными, сквозными по всей длине ступицы. Описанный способ изготовления втулки (см. рис. 13.8) может быть использован при отсутствии сквозной втулки.

Обручи *4* (см. рис. 13.3) предназначены для скрепления ступицы колеса и представляют собой обыкновенные кольца. На ступицы колеса насаживают четыре обруча по два с обоих торцов ее; один большего диаметра, другой — меньшего. Обруч можно изготовить двумя способами.

Первый способ. Из полосы требуемого сечения определяют длину заготовки так же, как для шины с учетом припуска на кузнечную сварку. Затем концы заготовки поочередно подготавливают к кузнечной сварке внахлест и гнут ее на роге наковальни в кольцо. Место соединения нагревают до сварочнойтемпературы, заготовку сваривают в кольцо, раскатывают информируют обруч на роге наковальни, как показано на рис. 7.4, *а.* Внутренний диаметр обруча должен быть немного меньше соответствующего наружного диаметра ступицы колеса, для того чтобы после набивки и охлаждения он стянул ступицу. В обруче пробивают три-четыре отверстия для гвоздей на равном расстоянии друг от друга. Затем обруч выравнивают так, чтобы ребро обруча прилегало к наличнику наковальни по всей окружности. Готовый обруч слегка нагревают, насаживают на ступицу так, чтобы выравненное ребро оказалось вместе с торцом ступицы. Через отверстия в обруче забивают гвозди в стенку ступицы. Длина гвоздей должна быть несколько меньше толщины этой стенки.

Второй способ. Обруч делают из заготовки круглого сечения. Размеры заготовки определяют по формулам из табл. 6.3. Заготовку пробивают и разгоняют до требуемых размеров обруча, как показано на рис. 7.4, *а.* В обруче пробивают отверстия для гвоздей. Готовый обруч надевают на ступицу и закрепляют на ней так же, как в первом случае.

Другие **детали** из металла имеют простую конфигурацию, что видно из рис. 13.1 и 13.2, и при изготовлении их не требуется каких-либо специальных приемов и операций. Для получения их кузнецу достаточно уметь применять основные кузнечные операции.

13.2. Сани

Конные сани (рис. 13.9) так же, как и телеги, в настоящее время изготовляют на заводах. Кузнецам приходится только ремонтировать металлические детали, предназначенные для соединения деревянных деталей саней и саней с оглоблями.

Подрезы предназначены для улучшения скольжения саней по снегу, предохранения саней от раскатывания в стороны при движении и предохранения полозьев от быстрого изнашивания. Подрезы изнашиваются быстрее других деталей и, как правило, не ремонтируются, а заменяются.

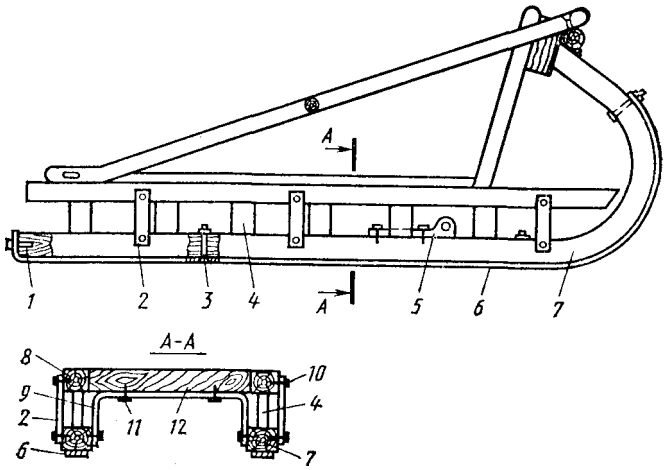


Рис. 13.9. Конные сани:

1 — торцовый винт; *2* — планка; *3* — болт для крепления подрезов; *4* — копыл; 5 — скоба для крепления оглоблей; *6* — подрез: 7 — полоз; *8* — продольный брус; *9* — крепежная скоба; *10 и 11* — винты; *12* — поперечный брус

Подрез изготовляют из полосовой стали сечением 30 х х50 мм. Длина заготовки зависит от длины полозьев, которую можно измерить рулеткой или шнуром. У отрубленной заготовки один конец нагревают до температуры 850 ... 900 °С (оранжевый цвет каления) и в нем пробивают отверстие для торцового винта на расстоянии, равном половине высоты полоза, а затем этот конец отгибают на 90° так, чтобы отогнутая часть была равна высоте полоза. Заготовку нагревают в местах, где будут пробивать отверстия под болты *3* для крепления подреза к полозу. После этого передний конец подогревают и гнут по дуге с радиусом; -несколько меньшим радиуса изгиба полоза. Подрез накладывают на полоз, первым закручивают торцовой винт, а затем прожигают или сверлят отверстия в полозе под болты, начиная от заднего конца полоза к переднему, и подрез прикрепляют к полозу. Торцовой винт должен быть длиной не менее 120 мм. Болт на передней изогнутой части подреза имеет диаметр больше, **чем** остальные болты, так как он испытывает наибольшую нагрузку.

Другие детали саней из стали просты, их можно изготовлять по старым образцам.

ГЛАВА 14

Техника безопасности

14.1. Требования к помещениям кузниц, оборудованию и инструменту

При поступлении на работу и в процессе работы кузнецы должны пройти соответствующий инструктаж.

На не машиностроительных предприятиях, в колхозах и совхозах кузницы чаще размещаются в одном из цехов ремонтной мастерской и реже в отдельном помещении. При этом из кузницы должен быть непосредственный выход на территорию предприятия.

Территория предприятия должна быть хорошо выровнена и иметь подъездные пути к цехам, в том числе до дверей кузницы. На территории могут размещаться стационарные и передвижные подъемные средства, канализационные колодцы, ограждения, склады с горюче-смазочными материалами и т. п. Поэтому при прохождении по территории необходимо соблюдать предосторожность, чтобы не попасть под грузы, поднимаемые подъемными средствами, или в колодцы, курить только в отведенных местах. Вся территория должна содержаться в порядке. Машины и оборудование, поступающее в ремонт, должны устанавливаться в отведенных местах в определенном порядке.

В сельских кузницах, где подковывают лошадей, станок для ковки лошадей должен быть размещен непосредственно около входных дверей, чтобы от лошади, установленной в станок для ковки копыт, было минимальное расстояние до рабочего места кузнеца. На территории вблизи кузницы должна быть отведена площадка для прогонки лошадей с целью проверки качества ковки копыт.

Помещение внутри кузницы должно иметь достаточную площадь для размещения оборудования, инструмента и стеллажей для ходовых заготовок. Между ними должны иметься проходы, а рабочее место для кузнеца должно иметь достаточный простор, чтобы он мог свободно обращаться с длинными заготовками и поковками. Например, вокруг наковальни свободной должна быть площадь в радиусе не менее 1,5 м.

Воздух в кузнице загрязняется дымом, копотью и вредными газами, которые образуются в результате горения топлива в горнах, от раскаленного металла, масел и растворов, применяемых при закалке поковок и др., поэтому должна быть предусмотрена очистка воздуха.

Освещенность должна соответствовать нормам, предусматриваемым при проектировании кузнечных цехов.

Вода в кузницах требуется для охлаждения частей деталей, нагретых сильнее, чем требуется, и при выполнении термической обработки. При некоторых процессах термической обработки требуется даже про-

точная вода. Кроме того, вода требуется для соблюдения личной гтf*s гиены, т. е. для питья, мытья лица и рук, а лучше, если будет душ.

Отопление в помещениях кузниц должно быть централизованным. Печное отопление допускается лишь по согласованию с органами Государственного пожарного надзора.

Электрический ток практически всегда применяется для снабжения энергией оборудования, вентиляторов, электроинструментов, сварочных аппаратов, освещения и др., поэтому следует особое внимание обращать на устройство защитных средств от поражения током.

Шум и вибрация в кузницах образуются при ручной ковке от ударов молота и транспортных средств. Шум уменьшают применением звукоизолирующих кожухов, регулировкой и смазкой оборудования и установкой перегородок. Вращающиеся галтовочные барабаны устанавливают в отдельных помещениях.

При работе молотов возникают вибрации, поэтому молоты устанавливают на фундаменты с виброгасящими устройствами.

Пожар в кузнице может возникнуть от молнии, возгорания ветоши, утечки жидкого или газового топлива, замыкания электропроводки, попадания раскаленного металла в мусор и др. Для предупреждения и ликвидации очагов пожара- в кузнице должны быть противопожарные средства.

Оборудование и транспортные средства должны размещаться в кузнице так, чтобы работа на них и ремонт их были безопасными. Если в кузницу заходят движущиеся машины, то расстояние между рабочим местом и неподвижным оборудованием должно быть не менее 0,7 *w/* Расстояние между горном и наковальней определяется полным размахом кувалды и должно быть не менее 1,5 м, расстояние от наковальни до прохода или проезда — не менее 2 м и расстояние между двумя наковальнями — не менее 3 м.

У любого оборудования все движущиеся части (детали) должны быть защищены кожухами или ограждениями, а транспортные средства должны иметь концевые выключатели для любых движений.

14.2. Индивидуальные средства по охране здоровья рабочих и гигиена труда

Работа в кузнице приравнивается к работе в горячих цехах машиностроительных заводов, и поэтому кузнецы должны снабжаться спениадьиой рабочей обувь», одеждой и защитными средствами от ожогов, действия лучистой теплоты и простуды при резких изменениях температуры.

Спецодежду и спецобувь изготовляют по стандартам и выдают куэнецам в соответствии с утвержденными нормами. Одежда должна закрывать все тело и быть гладкой, без отворотов, карманов и даже складок. Рубашку надевают навыпуск, заправка рубашки в брюки и брюк в сапоги не допускается, так как это наравне со складками, карманами и отворотами создает углубления в одежде, в которые могут попадать искры и раскаленная окалина.

Лучшими видами спецобуви для кузнеца следует считать высокие ботинки с застежками сзади, чтобы в шнуровку не попадали искры, или кирзовые сапоги. Следует иметь в виду, что в некоторых странах для предохранения ног от травмы внутрь носка обуви вставляют **ме-**

талдические пластинки из пружинящей стали, которая предохраняет ногу от травмы в случае падения куска металла на ногу кузнеца.

В качестве индивидуальных защитных средств от ожогов и действия высоких температур на тело кузнецам выдаются фартуки с нагрудниками из грубошерстной ткани (или брезента) и рукавицы обыкновенные или с длинными нарукавниками из брезента, кожи или асбестовой ткани. С целью предохранения глаз кузнецы во время работы должны пользоваться очками с дымчатыми или синими стеклами.

Гигиена труда в большой степени способствует сохранению здоровья кузнецов. Для поддержания личной гигиены труда кузнецы должны требовать от администрации нормальных санитарно-гигиени-ческих условий в помещениях кузниц и снабжения спецодеждой. Сами кузнецы должны соблюдать следующие правила. Использовать по назначению спецодежду и защитные средства. Избегать сильного и особенно неравномерного и длительного перегрева тела, не делать бессмысленных движений при переноске нагретых поковок от места нагрева к месту ковки и в других случаях, перед работой руки желательно смазывать специальной пастой. После работы следует тщательно вымыть руки и лицо с мылом или принять душ. Нельзя руки мыть эмульсиями, маслами, растворителями, нефтепродуктами, так как это может вызвать кожные заболевания.

Спецодежду следует содержать в чистоте, своевременно отдавать **ее** в стирку, ремонтировать и хранить в закрытом шкафчике.

Кузнецы, работающие в кузницах немашиностроительиых предприятий, должны снабжаться спецпитанием по нормам, предусмотренным для рабочих кузнечных цехов на машиностроительных заводах.

В любой кузнице должна быть аптечка с набором бинтов и медикаментов, необходимых для оказания первой помощи при открытых ранах, переломах костей, ожогах кожи и других производственных травмах. Содержание аптечки определяется руководителем участка, в который входит кузница, и врачом хозяйства.

14.3. Техника безопасности при ручной и машинной ковке

Набор инструмента, требующийся для выполнения операций при получении той или другой поковки, должен находиться: нагревательный на столе горна, а кузнечный возле кузнеца на специальном столике или этажерке, чтобы во время ковки не приходилось его искать, так как металл может остыть.

Необходимо строго следить за нагревом заготовок, не перегревать **их** и заканчивать ковку не ниже температуры конца ковки (табл. 5.1). Для выполнения любой операции заготовки укладывать на наковальню так, чтобы они всегда плотно прилегали к наличнику.

Молотобоец должен становиться не против, а справа от кузнеца, знать и беспрекословно выполнять команды кузнеца. При нанесении ударов кувалдой молотобоец должен следить за тем, чтобы не задеть губки клещей, которыми удерживается заготовка. Клещи должны быть подогнаны к заготовке, чтобы она плотно и надежно удерживалась ими. Кузнец всегда должен держать клещи сбоку от себя, а при большей длительности операции на ручки клещей надевать шпандыри *(см.* рис. 3.15, в).

Кроме команд молотком кузнец может подавать команды голосом.

Эти команды кузнец должен подавать громко, ясно, отчетливо и св(временно. Команду «Бей» молотобоец должен принимать только кузнеца. Команду «Стоп» молотобоец принимает от кого бы она исходила, т. е. при этой команде он немедленно прекращает работу;!

При применении подкладного инструмента (см. рис. 3.4) и других? принадлежностей наковальни следует проверять установку их в отвер.[5] стии наковальни. Хвостовик инструмента должен плотно, но свободно' входить в отверстие наковальни.

Во время работы никто, кроме работающих, не должен находиться вблизи рабочего места, особенно при рубке металла, и необходимо следить за тем, чтобы на рабочем месте не скапливались отходы, готовые поковки, горячие обрубки, окалина, так как это мешает работе и может привести к травмированию людей.

Кроме общих правил, при выполнении конкретных операций'; необходимо выполнять следующие дополнительные правила. |

При нагреве металла безопасность работы определяется исправ- | ным состоянием горнов, печей и соблюдением правил обслуживания их, которые приведены в гл. 4.

При отрубке металла кузнецы должны стоять так, чтобы в них ' не мог попасть отскочивший кусок металла. Категорически запрещается стоять против торца отрубаемой заготовки. Углы заточки лезвия зубила должны соответствовать для рубки холодного или горячего металла (см. рис. 3.3, *а)*. Торцовая поверхность ударной части зубила должна быть чистой, без забоин и расклепа. От расклепанной части зубила могут отлететь кусочки металла и причинить ранение кузнецу. Заготовка на наковальню должна быть положена плотно, зубило поставлено строго вертикально, а последние удары по зубилу должны быть слабыми и осторожными.

При протяжке и разгонке заготовка искривляется и во время нанесения по ней ударов кувалдой может подскочить и причинить травму кузнецам. Заготовку следует регулярно править, покоробленную заготовку, например при разгоне, ставят на наковальню так, чтобы при работе она не имела возможности к повороту вокруг продольной оси и не могла выбить клещи из рук кузнеца.

При осадке первые удары кувалдой следует наносить особенно осторожно, так как исходная заготовка имеет большую высоту, ее торцы могут быть неровными, она может вылететь из-под кувалды и нанести травму кузнецу. Особенно это опасно при осадке недогретой заготовки. Кроме этого, при последующих сильных ударах и недостаточной устойчивости заготовки может вылететь ударный и подкладной инструмент в произвольном направлении.

При ярекелке, прошивке и пробивке используемый пробивной инструмент (см. рис. 3.6 и 3.13) следует устанавливать на заготовки строго вертикально I; в строго определенном месте. Первые удары по внедряемому инструменту должны быть слабыми, чтобы вначале инструмент вошел в металл и зафиксировался в требуемом положении.

При гибке погнутая заготовка, требующая последующей высадки в месте изгиОа (см. рис. 7.14, в), имеет недостаточную устойчивость. При неточном ударе она м?жет вылететь из-под ударного инструмента и травмирозать кузнеца. В случае формирования острого угла у согнутой заточки (см. рис. 7.14, *а}* возможна слабая фиксация **ее** клещами. Когда гнут любую заготовку, то кузнецам необходимо чувствовать силу удара и выбирать направление его.

При скручивании необходимо следить, чтобы заготовка была зажата очень сильно и не могла выпасть из тисков или другого приспо-

еобления, а гаечный ключ или вилка не должны срываться с заготовки.

При кузнечной сварке металл нагревают до очень высокой температуры и он начинает искриться, а на поверхности образуется жидкий шлак из расплавившихся флюсов. Во время зачистки и ковки такого металла искры и брызги расплавленного флюса могут попадать на одежду и незащищенное тело кузнецов. Поэтому при кузнечной сварке тело кузнецов должно быть особо тщательно защищено, на руках — рукавицы, а на лице — защитные очки. Вблизи рабочего места не должно быть воспламеняющихся Материалов.

При закалке деталей в масле необходимо соблюдать осторожность. Во избежание перегрева и воспламенения масла нагретые детали надо полностью погружать в масло. Следует также охлаждать масло водой, циркулирующей по змеевику внутри бака или в водяной рубашке бака. Закалочные баки оборудуют плотно закрывающимися крышками, чтобы при загорании масла можно было немедленно закрыть бак и прекратить доступ воздуха.

При ковке металла на молотах следует соблюдать все требования по технике безопасности, относящиеся к ручной ковке металла. Сведения о подготовке к работе и о мерах предосторожности во время работы на пневматическом молоте изложены в гл. 4. Следует отметить, что команды при ковке металла на молотах подаются кузнецами только голосом. Дополнительные меры предосторожности следующие.

Нагретые заготовки на нижний боек класть только клещами или специальными приспособлениями (см. рис. 3.16 и 3.17). Холодные заготовки (например, для правки) запрещается класть на нижний боек руками, так как в это время возможно падение верхнего бойка.

Во время работы надо следить за тем, чтобы кромки верхнего и нижнего бойков совпадали, а заготовка находилась в центре нижнего бойка.

Управлять действиями молота надо так, чтобы рабочий, обслуживающий молот, мог наблюдать за действием удара и был защищен от брызг металлических частиц и окалины. Для защиты глаз от брызг металла и окалины следует обязательно пользоваться предохранительными очками. Постоянно следить за правильной установкой передвижных ограждений и при надобности менять их положение, особенно это необходимо делать при отрубке металла.

Уметь правильно обращаться с подъемно-транспортными средствами.

По окончании работы выполнить операции по уходу за молотом, изложенные в гл. 4.

14.4. Первая помощь при несчастных случаях

Подавляющее большинство несчастных случаев при работе в кузницах происходит вследствие нарушения правил техники безопасности. При несчастном случае пострадавший, при легком травмировании,, должен сам пойти в медпункт, при тяжелых травмах пострадавшего отправляют в лечебное учреждение его товарищи. В том и другом случаях каждый рабочий должен уметь принять неотложные меры еще до отправки пострадавшего в медпункт или больницу.

Повреждения кожного покрова вызывают.кровотечение. При этом рану промывать водой нельзя. Если рана небольшая, то ее смазывают йодом. Если рана большая, то йодом смазывают только ее края. В том и другом случаях рану необходимо забинтовать стерильным бинтом.

Если происходит сильное кровотечение, то выше раны следует нале-, жить дополнительную повязку в виде жгута, который затянуть до! полной остановки крови. \

При небольших ушибах наружных частей тела на ушибленное^ место следует наложить холодный компресс. Если ушиб тяжелый 1 (повреждены внутренние органы), то больного надо осторожно уложить ' на носилки или в удобное место, освободить его от стесняющей одежды •' и быстро вызвать врача. До прихода врача на ушибленное место надо ;
класть холодные компрессы.

Засорение глаз в кузнице возможно отлетающей окалиной и другими посторонними небольшими инородными частицами. При этом категорически запрещается протирать глаза грязными руками. Удалять из глаза инородное тело можно только чистой тряпочкой (бинтом, платком и др.). Если этого не удается сделать, то пострадавшему следует немедленно обратиться к врачу.

При явных переломах или подозрениях на перелом конечностей пострадавшего следует уложить на носилки, лавку, на пол или в другое место и на место перелома наложить жесткую повязку с применением негнущихся предметов с двух сторон в виде шин, дощечек, лубков, твердого картона и т. п. Такая повязка предохраняет сломанные кости от смещения их концов и облегчает боль.

На обожженное место следует прикладывать компрессы из питьевой соды (одна столовая ложка на стакан воды) или раствора марганцовки. Если эти и другие средства отсутствуют, то обожженное место надо забинтовать и немедленно обратиться в пункт первой помощи.

Е<:ли на рабочем загорелась одежда и ее нельзя быстро снять, то надо немедленно положить пострадавшего, накрыть его плотной тканью и облить водой. При отсутствии воды и ткани пострадавшего прижимают к земле и закутывают в любые предметы одежды другого рабочего, зимой можно засыпать снегом. Обожженные места обработать, как указано при ожогах.

Тепловой удар может произойти в случае сильного перегрева организма кузнеца. У пострадавшего наступает обморочное состояние. В таком случае пострадавшего надо положить в прохладное место, расстегнуть одежду, смочить грудь и лицо холодной водой и прикладывать к телу холодные компрессы. Если у пострадавшего прерывается дыхание, то следует применить искусственное дыхание, ритмично разводя в стороны и сводя на груди руки пострадавшего с частотой около 16 ... 18 раз в минуту.

При поражении электрическим током прежде всего следует прекратить действие тока на пострадавшего. Выключить ближайший рубилмнж, отвести провод от пострадавшего. Если это невозможно сделать, то перерубить провода. Рубить их надо инструментом с деревянной ручкой и каждый по отдельности. Если действие тока прекратить невозможно, то надо оттянуть от проводов пострадавшего, но при этом оказывающий помощь должен надеть резиновые перчатки, калоши или резиновые сапоги.

В случаях, когда пострадавший потерял сознание, надо положить его в помещении, где имеется доступ свежего воздуха, и вызвать врача. Если потеря сознания сопровождается остановкой дыхания, то до прихода врача следует делать искусственное дыхание (см. выше).

Строгое выполнение правил безопасности является залогом предупреждения травматизма, несчастных случаев и профессиональных заболеваний.

Список литературы

1. **Анурьев В. И.** Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т 1. 6-е изд., перераб и дрп. М.: Машиностроение, 1982. 736с.
2. **Арбузов М. О.** Справочник молодого слесаря-ремонтника. М.: Высш. шк., 1985. 224 с.
3. **Вниников И. 3.** Паяльные работы. М.; Высш. шк., 1979. 144 с.
4. **Еднерал П. П.** Пособие сельского кузнеца. Киев: Техшка, 1965. 316 с.
5. **Журавлев В. Н., Николаева О. И.** Машиностроительные стали. Справочник. М.: Машиностроение, 1981. 391 с.
6. **Китаев А. М., Китаев Я. А.** Справочная книга сварщика. М.: Машиностроение, 1985. 256 с.
7. **Коньков А. С.** Кузнечное производство. М.: Машиностроение, 1966. 384 с.
8. **Краткий** справочник металлиста/Под общ. ред. П. Н. Орлова, Е. А. Скороходова. М.: Машиностроение, 1987. 960 с.
9. **Кузьминцев В. Н.** Ковка на молотах и прессах. М.: Высш. шк., 1985. 224 с.
10. **Курчаткин В. В.** Учебная книга кузнеца газосварщика. М.! Высш. шк., 1980. 300 с.
11. **Летнев Б. Я.** Кузнечные работы при ремонте сельскохозяйственной техники. М.: Колос, 1967. 192 с.
12. **Навроцкий** А. **Г.** Кузнечное ремесло. М.: Машиностроение, 1988. 192 с.
13. **Нодельман М. Е., Урамовский Ю. М.** Справочник по слесарному и кузнечному делу. Минск: Урожай, 1975. 384 с.
14. **Общетехнический** справочник/Под ред. Е. А. Скороходова. М.: Машиностроение, 1982. 256 с.
15. **Петров Л. Н.** и др. Ковка на молотах и гидравлических прессах. М.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1980. 128 с.
16. **Раскинд В. Л.** Справочник молодого кузнеца-штамповщикя. М.: Высш. шк., 1985. 256 с.
17. **Соколов И. И., Гисин П. И.** Справочник молодого сварщика **(в** вопросах и ответах). М.: Моск. рабочий, 1983. 238 с.
18. **Стеклов О. И.** Основы сварочного производства. М.: Высш. шк., 1986. 224 с.
19. **Справочник** по пайке: Справочник/Под ред. И. Е. Петрунина. М.: Машиностроение, 1984. 400 с.
20. **Техника** безопасности и производственная санитария в куз-нечно-прессовых цехах/С. Л. Злотников, В. Л. Михайлова, П. И. Казакевич, В. В. Буренин. М.: Машиностроение, 1984. 256 с.
21. **Шапиро А. А.** Учебник сельского кузнеца. М.: Высш. шк., 1971. 64 с.
22. **Шехтер С. Я., Резницкий А. М.** Наплавка металлов. М.: Машиностроение, 1982. 71 с.
23. **Юсипов 3. И.** Ручная ковка. М.: Высш. шк., 1984. 263 с.

' 1 Оглавление |

Предисловие 3

Глава 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КУЗНЕЧНЫХ РАБОТАХ 5

1.1. Развитие и становление кузнечного ремесла 5
1.2. Общая характеристика кузнечных работ 6

Глава 2. СВЕДЕНИЯ О МЕТАЛЛАХ 9

2.1. Химический состав и основные свойства стали ... 9
2.2. Маркировка и выбор марок сталей 12
2.3. Цветные металлы и сплавы 23
2.4. Сортамент 24

Глава 3. КУЗНЕЧНЫЙ ИНСТРУМЕНТ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ 26

3.1. Классификация кузнечного инструмента 26
3.2. Основной инструмент для ручной ковки 27
3.3. Кузнечный инструмент для ковки на молотах **... 36**
3.4. Вспомогательный инструмент и приспособления ... 42
3.5. Измерительный инструмент 46
3.6. Уход за инструментом 50

Глава 4. КУЗНЕЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РУЧНОЙ И МАШИННОЙ КОВКИ 52

4.1. Кузнечные горны 52
4.2. Топливо и обслуживание горнов 57
4.3. Прочее оборудование и инвентарь 59
4.4. Пневматические молоты и оборудование..... 61
4.5. Уход за пневматическим молотом и рабочим местом **66**
4.6. Типы кузниц 68

Глава 5. ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ МЕТАЛЛА И ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПРИ НАГРЕВЕ И КОВКЕ 74

5.1. Влияние углерода, постоянных примесей и легирующих элементов на свойства сталей 74
5.2. Режимы нагрева металлов 75
5.3. Дефекты при нагреве и меры их предупреждения ... 78
5.4. Изменения, происходящие в металлах при нагреве и ковке 82
5.5. Особенности ковки легированных и инструментальных сталей 88

Глава 6. РАЗМЕРЫ И МАССА ПОКОВОК И ЗАГОТОВОК . . 89
6.1. Подготовка металла к ковке 89
6.2. Припуски, допуски, напуски и чертежи на поковки. . 91
6.3. Определение размеров и массы поковок и заготовок . . 99
6.4. Об эффективном использовании металла 109
Глава 7. ОПЕРАЦИИ ПРИ КОВКЕ МЕТАЛЛА 113
7.1. Классификация поковок* и операций ковки 113
7.2. Предварительные операции 115
7.3. Протяжка, разгонка и раскатка 118
7.4. Осадка и высадка 122
7.5. Проколка, прошивка, пробивка и раздача отверстий 126
7.6. Гибка 130
7.7. Передача и скручивание 137
7.8. Кузнечная сварка 139
7.9. Вспомогательные операции 145
7.10. Отделочные операции 145
7.11. Особенности выполнения кузнечных операций при ковке на молотах 146
Глава 8. ЗАВЕРШАЮЩИЕ ОПЕРАЦИИ, КОНТРОЛЬ И ДЕ-.ФЕКТЫ ПОКОВОК 156
8.1. Охлаждение поковок 156
8.2. Очистка поковок от окалины 157
8.3. Термическая обработка 158
8.4. Виды и режимы термической обработки сталей . •• . . 160
8.5. Химико-термическая обработка сталей 170
8.6. Термическая обработка цветных металлов и сплавов 176
8.7. Защита поверхностей деталей от коррозии 177
8.8. Контроль и дефекты поковок 177
Глава 9. ПРИМЕРЫ КОВКИ ТИПОВЫХ ДЕТАЛЕЙ. 185
9.1. Болты 185
9.2. Гайки 188
9.3. Костыли 189
9.4. Заклепки 190
9.5. Скобы, серьги или вилки 191
9.6. Вилка с хвостовиком 191
9.7. Рычаг с бобышкой 192
9.8. Вилка с хвостовиком и бобышками 193
9.9. Рычаг с бобышками и вилкой 194
9.10. Высокая стойка 195
9.11. Шестерни 195
9.12. Хомуты 196
9.13. Шарнирные петли 197
9.14. Однорогий крюк 198
: 9.15. Ушки и кольца 199
9.16. Кольца для цепи 199
9.17. Пружины 200
Глава 10. ПРИМЕРЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИНСТРУМЕНТА. . 203
10.1. Плоские продольно-поперечные клещи 203
10.2. Кузнечный инструмент для ручной ковки 204

10.3. Кузнечный инструмент для ковки на молотах . . . . 20$
10.4. Гаечные ключи ..... 207'
10.5. Плоскогубцы 209
10.6. Резцы 210
10.7. Топоры 213

Глава **11. КОВКА ЛОШАДЕЙ .....** 215

11.1. Сведения о ковке, копытах, постановке ног и ходе лошадей 215
11.2. Инструмент, подковы и подковные гвозди 219
11.3. Подготовка и техника ковки лошадей. 235
11.4. Ковка неправильных и больных копыт 246

Глава 12. СПОСОБЫ РЕМОНТА ДЕТАЛЕЙ МАШИН С ПРИМЕНЕНИЕМ КУЗНЕЧНЫХ ОПЕРАЦИЙ 252

12.1. Правка деталей 252
12.2. Ремонт деталей разгонкой, осадкой, высадкой и гибкой 257
12.3. Раздача и напрессовка деталей 264
12.4. Сварка и наплавка деталей 266

Глава 13. РЕМОНТ ТЕЛЕГ И САНЕЙ 269

13.1. Телеги 269
13.2. Сани 277

Глава **14. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ .....** 279

14.1. Требования к помещениям - кузниц, оборудованию и инструменту 279
14.2. Индивидуальные средства по охране здоровья рабочих и гигиена труда 280
14.3. Техника безопасности при ручной и машинной ковке 281
14.4. Первая помощь при несчастных случаях ..... .383

Список литературы ..... ' 285