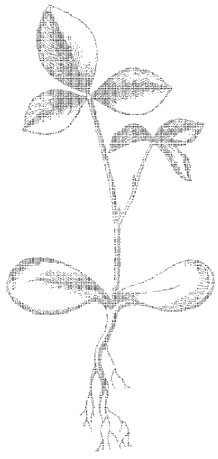
Н. И. МЕДВЕДЮК, П. В. СУСЛОВ

# КОЛХОЗНЫЙ КУЗНЕЦ

(с квалификацией слесаря,
жестянщика и медника)

*Одобрено Ученым Советом*
*по профессионально-техническому образованию*
*Главного управления трудовых резервов*
*при Совете Министров СССР*
*в качестве учебного пособия*
*для училищ механизации сельского хозяйства*

ВСЕСОЮЗНОЕ
УЧЕБНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ТРУДРЕЗЕРВИЗДАТ
МОСКВА 1959



Scan AAW

Книга является учебным пособием для подготовки колхозных кузнецов в учебных заведениях системы трудовых резервов и составлена в соответствии с программой, предусматривающей подготовку колхозных кузнецов с квалификацией слесаря, жестянщика и медника.

Она содержит основные сведения об организации колхозной кузницы, материалах, оборудовании и технологии кузнечного, слесарного, жестяницкого и медницкого дела. В нее включены также сведения о ковке лошадей, устройстве и ремонте телег, саней, колес, сельскохозяйственных машин и орудий.

Введение, главы III, VII, VIII, IX, XII написаны инж. Медведюком Н. И., главы I, IV, V, VI, X, XI — инж. Сусловым П. В., глава II написана авторами совместно.

Все отзывы и замечания просим направлять по адресу: Москва, Центр, Хохловский пер., 7, Трудрезервиздат.

# ПРЕДИСЛОВИЕ

Ковка является одним из самых древних способов обработки металлов. Простейшие инструменты и оборудование для ковки — молотки, кувалды, клещи, наковальни и горны, применялись греками, римлянами и скифами еще в древние времена.

Русские кузнецы ковали железные серпы и косы уже в IX и XI столетиях. Тульские «самопальные кузнецы» в XVI в. ковкой изготовляли оружие, а кузнецы с Устюжны в начале XVII в.— кованые пушки, которые были прочнее и лучше литых.

В XVII—XVIII вв. в России появились казенные кузнечные заводы: Тульский, Сестрорецкий и Ижевский; широко распространилось кузнечное производство предметов домашнего обихода в Павловском районе б. Нижегородской губернии (Горьковская обл.).

Умельцы кузнечного дела, ученые, инженеры и изобретатели внесли крупный вклад в теорию и практику кузнечного дела. Так, талантливые тульские кузнецы М. В. Сидоров и В. А. Пастухов в начале XIX в. успешно применяли на Тульском заводе горячую штамповку металла.

Известные русские ученые Д. К. Чернов, И. А. Тиме, С. И. Губкин и Я. Н. Маркович являются создателями современной теории ковочно-штамповочного производства и кузнечных машин.

Коммунистическая партия и Советское правительство уделяли и уделяют большое внимание развитию ковочного и штамповочного производства. За короткий промежуток времени были созданы мощные первоклассные кузницы свободной ковки на Уралмашзаводе, Ново-Краматорском заводе и др. и штамповочные кузницы на Горьковском и Московском автомобильных заводах, Сталинградском, Харьковском, Челябинском тракторных заводах.

В условиях колхозной кузницы преимущественное развитие получила ручная ковка, но в колхозах, располагающих электрической энергией, появилась возможность использовать механическое оборудование: небольшие механические молоты, прессы,

станки, которые позволяют быстро изготовить или отремонтировать любую поковку, необходимую для колхозного хозяйства.

В связи с задачами, поставленными XXI съездом КПСС в области развития сельского хозяйства, важное значение приобретает подготовка молодых механизаторов для работы в колхозах и ремонтно-технических станциях. Эта подготовка осуществляется в училищах механизации сельского хозяйства системы трудовых резервов. Наряду с трактористами, комбайнерами, машинистами и слесарями здесь подготовляются квалифицированные колхозные кузнецы.

За последние годы в сельских местностях увеличилось количество колхозных кузниц, улучшилась их техническая оснащенность, повысилась роль колхозных кузнецов.

Особенно возросла роль колхозных кузнецов в связи с реорганизацией МТС в ремонтно-технические станции (РТС), значительно укрепившей ремонтную базу сельского хозяйства. Многие колхозы строят свои ремонтные мастерские, в которых осуществляется мелкий текущий ремонт сельскохозяйственной техники.

Необходимость проведения текущего ремонта сельскохозяйственных машин и инвентаря в кузнице и в поле настоятельно требует от колхозного кузнеца теоретических и практических знаний не только по кузнечным, но и по слесарным, медницким и жестяницким работам.

В настоящей книге изложены основные сведения, необходимые колхозному кузнецу для качественного и высокопроизводительного выполнения кузнечных, слесарных, медницких и жестяницких работ по ремонту сельскохозяйственных машин и инвентаря.

Успешное осуществление семилетнего плана развития народного хозяйства СССР на 1959—1965 гг. во многом будет зависеть от постановки обучения и воспитания молодежи, от подготовки новых высококвалифицированных кадров для всех областей народного хозяйства, в том числе и для сельского хозяйства.

Молодой колхозный кузнец, используя богатую советскую технику и знания, полученные им в училище механизации сельского хозяйства, проявляя инициативу и изобретательность, должен добиваться высокой производительности труда, чтобы активно участвовать в строительстве коммунизма.

# ВВЕДЕНИЕ

## § 1. ОБЩЕЕ ПОНЯТИЕ О КУЗНЕЧНЫХ РАБОТАХ

Ковкой называется горячая обработка металлов давлением, которая производится с помощью кузнечного оборудования и инструментов. Ковкой изготовляют различные по форме и размерам поковки. Кроме выполнения основной задачи — изготовления поковок заданной формы и размеров — ковкой изменяют структуру металла и улучшают его механические свойства.

Ковка бывает ручная и машинная (механическая). Ручная ковка выполняется на наковальне ручным кузнечным инструментом. Успешное выполнение ручной ковки зависит от правильности приемов ковки, а также от мастерства кузнеца и его производственных навыков. Машинная ковка производится на молотах и прессах.

В колхозных кузницах преимущественное развитие получила ручная ковка. В кузницах ремонтно-технических станций и некоторых совхозов применяется ручная и машинная ковка. Машинная ковка значительно облегчает труд кузнецов и повышает его производительность.

Кузнецу с квалификацией слесаря, жестянщика и медника необходимо хорошо знать свойства металлов и способы их термической обработки.

Каждый кузнец должен уметь читать чертежи, а также делать на бумаге эскизы простейших поковок. Важное значение в повышении производительности труда кузнеца имеет умение правильно организовать рабочее место.

## § 2. НАЗНАЧЕНИЕ И УСТРОЙСТВО КУЗНИЦЫ

В колхозных кузницах выполняют мелкий ремонт сельскохозяйственных машин и орудий, ремонтируют сани, телеги и другой инвентарь, производят ошиновку колес и ковку лошадей. Кузницы в колхозах строят по типовым проектам. В настоящее время Гипросельхозом разработаны типовые проекты на:

1) кузницу с горном на один огонь со слесарно-механическим отделением, стены рубленые (проект № 1680-А-п);

2) кузницу с горном на один огонь со слесарно-механическим отделением, стены саманные (проект № 1680-Б-п);

3) кузницу с горном на два огня, стены кирпичные (проект № 1639).

Кузница по типовому проекту № 1680-А-п (рис. 1) запроектирована в составе трех отделений, указанных на плане (рис. 2): горнового — *I* (площадью 39 $м^2$), слесарно-механического — *II* (площадью 14 $м^2$) и навеса — *III* (площадью 15,6 $м^2$). Площадь застройки составляет 77,5 $м^2$. Полезная площадь помещения (без навеса) 53 $м^2$, общая строительная кубатура 310 $м^3$.

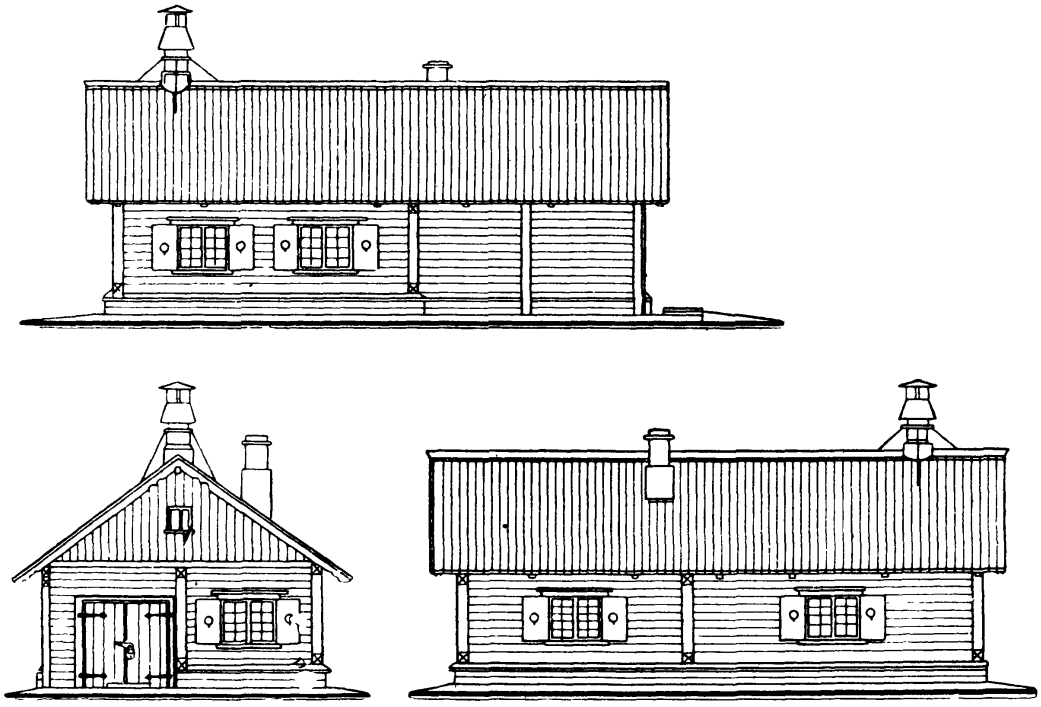


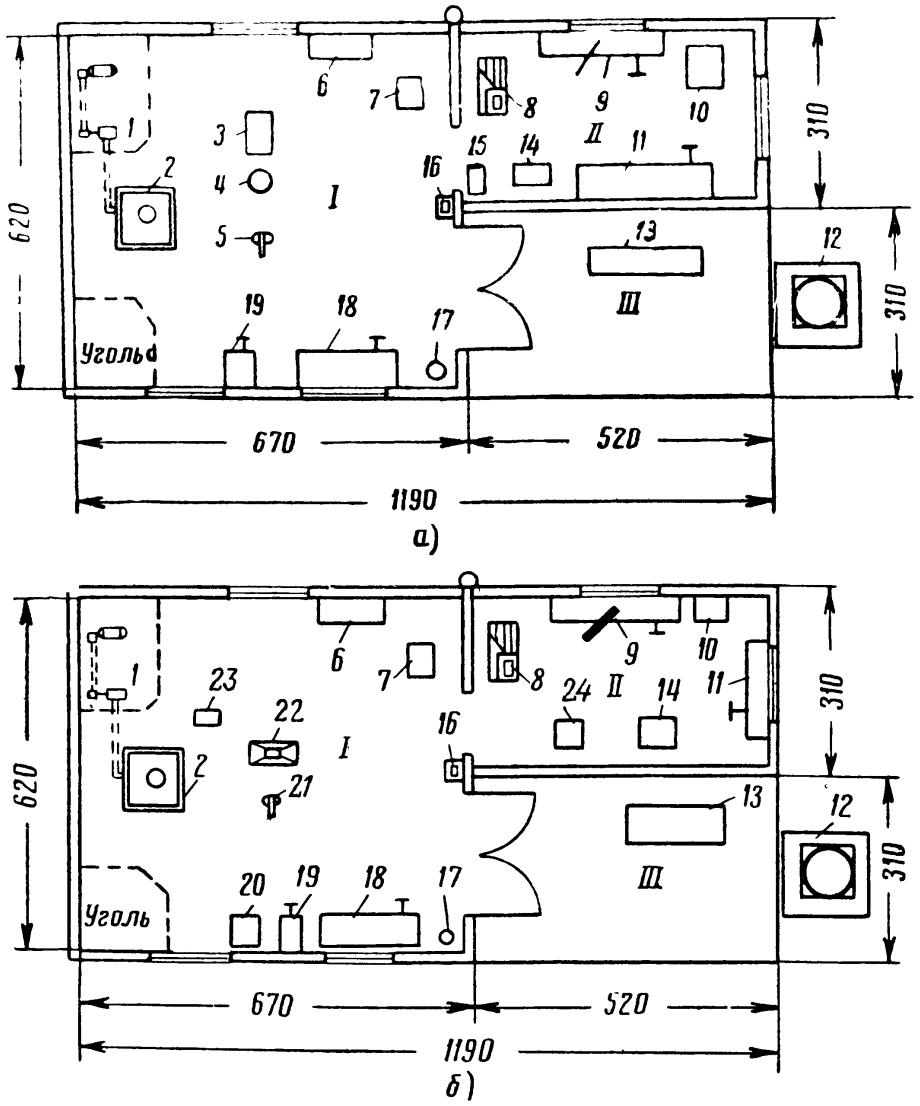
Рис. 1. Общий вид здания колхозной кузницы

Оборудование в такой кузнице размещается по одному из двух вариантов. По первому варианту (рис. 2, *а*) предусматривается установка в кузнице наковальни, горна и другого необходимого оборудования, перечисленного на планировке.

Второй вариант примерного размещения оборудования в кузнице с учетом установки оборудования для машинной ковки и выполнения медницко-жестяницких работ показан на рис. 2, *б*. По этому варианту в кузнице устанавливаются три электродвигателя — к механическому молоту, вентилятору горна и сверлильному станку с использованием последнего электродвигателя и для наждачного точила.

Место для постройки кузницы колхоза обычно выбирают так, чтобы оно находилось с подветренной стороны к жилым зда-

ниям и помещениям для животных. Согласно санитарным и противопожарным требованиям расстояние между кузницей и жилыми строениями колхоза должно быть не менее 75 *м*.




а)

б)

Рис. 2. Примерный план размещения оборудования в колхозной кузнице:

*а* — первый вариант, *б* — второй вариант: *1* — вентилятор с приводом от электродвигателя, *2* — горн на один огонь, *3* — подставка для кузнечного инструмента, *4, 21* — баки для охлаждения поковок и инструмента, *5* — наковальня однорогая, *6* — шкаф для кузнечного инструмента, *7* — точило наждачное, *8* — печь для отопления кузницы, *9* — верстак для медницко-жестяницких работ, *10* — шкаф для слесарного и медницко-жестяницкого инструмента, *11* — верстак для слесарных работ, *12* — круг для ошиновки колес, *13* — станок для ковки лошадей, *14* — сверлильный станок, *15* — шкаф для одежды, *16* — умывальник, *17* — бак для питьевой воды, *18* — верстак кузнечный, *19* — тиски стуловые, *20* — шкаф для одежды, *22* — кузнечный молот, *23* — подставка для кузнечного инструмента, *24* — зиг-машина

Постройка кузниц по проекту № 1639 предусматривается в районах со снеговой нагрузкой 70 и 100 *кг/м*$^2$ и ветровой нагрузкой 30 *кг/м*$^2$. Кузница по этому проекту запроектирована в составе трех отделений: кузнечного (площадью 30,6 *м*$^2$), сле-

сарного (площадью 13,6 $м^2$), навеса (площадью 14,2 $м^2$). Площадь застройки составляет 76,75 $м^2$. Полезная площадь помещения (без навеса) 58,4 $м^2$.

## § 3. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА КУЗНЕЦА

На рабочем месте кузнеца расположено необходимое оборудование, инструмент и приспособления соответственно характеру выполняемой работы.

При организации рабочего места кузнеца с квалификацией слесаря, жестянщика и медника необходимо учитывать разнохарактерность выполняемых им операций и необходимую для этого площадь, так как кузнецу часто приходится изготовлять и ремонтировать изделия больших размеров, требующие много места.

На рис. 3 показано рабочее место кузнеца с горном на два огня. Кузнечные инструменты, необходимые для работы, размещают на стойках (рис. 4, *а*) и на этажерке (рис. 4, *б*). Чертежи и другую документацию укрепляют на доске этажерки. Кроме того, на доске этажерки сбоку на крючках подвешивают измерительный инструмент.

Для повышения производительности труда и улучшения качества поковок необходимо соблюдать правила ухода за рабочим местом.

Перед началом ковки необходимо: 1) ознакомиться с предстоящей работой; 2) проверить исправность оборудования, инструмента и приспособлений; 3) удалить с рабочего места все, что мешает работе; 4) все, что берется чаще, положить ближе, а что берется реже — дальше; все, что берется правой рукой, положить справа, а левой — слева.

Во время ковки необходимо: 1) класть каждую вещь только на свое место; 2) применять инструменты и приспособления по их прямому назначению; 3) проверять качество изготовления каждой поковки; 4) не брать измерительный инструмент мокрыми руками, так как от этого он ржавеет и портится; 5) содержать в порядке рабочую одежду (тесемки одежды должны быть завязаны, пуговицы — застегнуты).

По окончании ковки необходимо: 1) разложить инструменты, приспособления и остатки материалов по своим местам; 2) привести рабочее место в порядок.

## § 4. МЕРЫ БОРЬБЫ С ТРАВМАТИЗМОМ

Увечья и заболевания людей в результате несчастных случаев на производстве называются производственными травмами. Для борьбы с травматизмом на предприятиях проводят различные мероприятия, направленные на улучшение организации

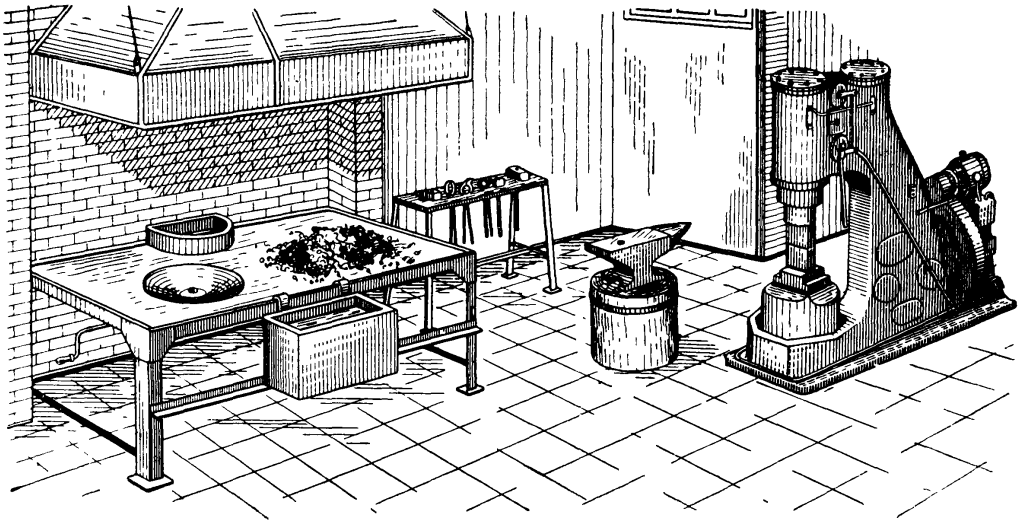
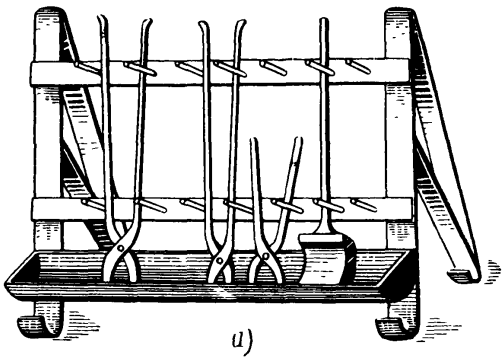
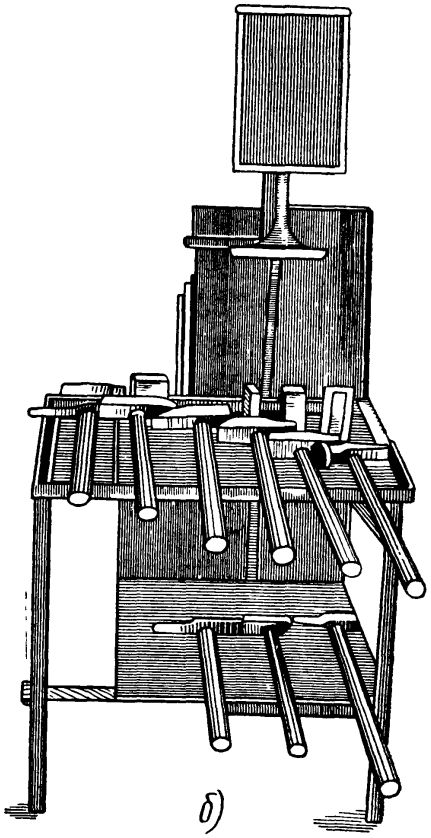


Рис. 3. Рабочее место кузнеца



*а)*



*б)*

Рис. 4. Хранение кузнечного инструмента:
*а* — на стойках, *б* — на этажерке

труда, устранение несчастных случаев и заболеваемости рабочих на производстве.

Задача техники безопасности состоит в предупреждении несчастных случаев и создании таких условий на производстве, которые обеспечивают полную безопасность труда. Наиболее важными мероприятиями, способствующими предупреждению несчастных случаев, являются: устройство и содержание производственных помещений в соответствии с требованиями гигиены труда, механизация ручных работ, устройство вентиляции, ограждение движущихся деталей машин, повышение квалификации рабочих и т. п.

Для каждой профессии разрабатывают инструкции по технике безопасности, в которых подробно указаны условия безопасной работы и меры, предупреждающие несчастные случаи.

Каждый кузнец должен ознакомиться с инструкцией по технике безопасности и строго выполнять все ее требования.

Повседневно повышая свою производственную квалификацию, соблюдая правила техники безопасности и производственной санитарии, каждый кузнец может сделать свой труд безопасным.

## § 5. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ

Задача производственной санитарии сводится к тому, чтобы уберечь кузнеца от заболеваний, связанных с его профессией.

При производстве кузнечных, слесарных, медницко-жестяницких работ повреждение пальцев рук, а также ушибы и порезы заусенцами являются наиболее распространенными несчастными случаями. Металлическая пыль вредно влияет на состояние легких человека.

Для предохранения рабочих от профессиональных заболеваний проводятся профилактические мероприятия, направленные на улучшение условий труда.

Содержание рабочего места в чистоте является одним из основных условий безопасной работы. Кузнец должен сам организовать свое рабочее место, вовремя убирать отходы производства, металлический лом, мусор с рабочей площадки, следить за тем, чтобы при смазке масло не вытекало из масленок и не разливалось по полу. Пол кузницы не должен иметь выбоин и неровностей.

Температура зимой в кузнице должна быть в пределах 16—18°. Отклонения температуры от нормальной ухудшают условия труда, способствуют снижению его производительности и возникновению несчастных случаев. Летом и зимой необходимо хорошо проветривать кузницу.

Хорошее освещение облегчает работу кузнеца, уменьшает опасность травматизма, устраняет напряжение зрения. Для нормального, естественного освещения кузница должна иметь большие окна. Искусственное освещение кузницы и рабочего места

должно быть достаточным и равномерным, не давать ярких бликов и резких теней.

Окна и электрические лампы кузницы следует содержать в чистоте. Грязные, запыленные стекла задерживают значительную часть солнечного света. Покрытое пылью стекло электрической лампочки резко снижает освещенность помещения.

Большое значение для укрепления здоровья кузнеца имеет соблюдение им личной гигиены — мытье рук и тела водой с мылом, частая стирка спецодежды, регулярный отдых, нормальный сон.

## § 6. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ КУЗНЕЧНЫХ, СЛЕСАРНЫХ И МЕДНИЦКО-ЖЕСТЯНИЦКИХ РАБОТ

При выполнении кузнечных, слесарных и медницко-жестяницких работ возможны несчастные случаи, влекущие за собой не только временную потерю трудоспособности, но и частичную или полную инвалидность. Наиболее распространенными из них являются: отравление угарным газом, выделяемым из горна при нагревании металла; ожоги рук при невнимательном обращении с нагретыми деталями; порезы рук при невнимательном обращении с деталями и заготовками, имеющими заусенцы; ушибы ног опорными инструментами и тяжелыми деталями при ненадежном их закреплении или при случайном их падении; засорение глаз стружкой в процессе выполнения работ; ушибы рук из-за соскакивания кувалды, молотка при ненадежном креплении их на ручке; поражение электрическим током при пользовании инструментами с неисправной подводкой тока.

При выполнении кузнечных, слесарных и медницко-жестяницких работ надо соблюдать следующие основные правила техники безопасности.

1. Ковка металла допускается только в пределах температур, установленных для стали определенных марок.

2. Нельзя ковать пережженный и остывший ниже нормальной температуры металл, так как это может привести к его разрушению и получению травмы от горячих кусков металла, отлетающих в стороны.

3. В процессе ковки надо держать поковку горизонтально. Поковка должна охватываться клещами надежно и при большом ее весе — возможно ближе к центру тяжести поковки.

4. Разжигая горн, надо впускать воздух постепенно и беречь лицо от пламени.

5. Во избежание угара не следует при разогревании горна употреблять сильно сернистый уголь.

6. В процессе ковки рукоятки ручного инструмента (клещи, молотки, зубило) должны находиться сбоку туловища кузнеца. Нарушение этого правила может привести к тяжелой травме.

7. Во избежание ожога рук нельзя счищать с наковальни

или нижнего бойка окалину руками или рукавицами. Окалина должна удаляться метлой или щеткой с длинной ручкой.

8. Не допускается холодная рубка металла без специальных приспособлений.

9. Кузнечные и слесарные ударные инструменты (молотки, кувалды и т. п.) должны иметь слегка выпуклую рабочую поверхность, но не косую и не сбитую. Деревянные ручки инструментов должны быть прочными и гладкими, а концы их — обязательно расклинены, чтобы инструмент не мог соскочить с ручки во время работы. Инструменты с разбитыми бойками и нерасклиненными ручками опасны для работы и могут вызвать несчастный случай.

10. Обжимки, натяжки, зубила и крейцмейсели должны иметь хорошо заправленные затылки. Инструменты с разбитыми затылками, имеющими заусенцы, опасны в работе, так как при ударе молотком возможно ранение заусенцами.

11. Напильники должны иметь исправные деревянные ручки. Нельзя пользоваться напильниками без ручек, с неисправными ручками (расколотыми или без насадных колец) или с ручками, не соответствующими размерам напильника. Отсутствие ручек или неисправные ручки вызывают ранение рук острым хвостом напильника.

12. Станки для ножовок должны быть исправными и обеспечивать полное закрепление ножовочного полотна. Неисправность станка является причиной поломки ножовочного полотна при работе и вызывает ранение рук.

13. Гаечные ключи не должны иметь сработанных граней. Неисправный ключ срывается во время работы и вызывает ранение рук.

14. Ручные ножницы для разрезания металла следует подбирать в зависимости от характера выполняемой работы — прямые, кривые и т. п., что обеспечивает разрезание металла без заусенцев.

15. При сверлении отверстий необходимо пользоваться сверлами требуемого размера.

## § 7. ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЯХ

При несчастном случае пострадавший должен обратиться в медпункт для получения первой медицинской помощи. Если этого сделать нельзя, нужно немедленно вызвать к пострадавшему врача, но до этого оказать ему первую помощь на месте.

Первую помощь на месте оказывают при ожогах, ушибах, повреждении глаз, тепловом ударе и других травмах.

**Ожоги.** При ожогах первой степени, когда имеется только покраснение, обожженное место нужно присыпать очищенной содой или приложить к нему содовый компресс (раствор одной столовой ложки соды на стакан воды). При отсутствии соды

можно применить свинцовую примочку, примочку из четырехпроцентного раствора марганцовокислого калия или спиртовую примочку.

При ожогах второй степени, когда на покрасневшей, воспаленной коже появляются пузырьки, можно применить примочку из марганцовокислого калия, а затем немедленно обратиться в пункт первой помощи.

При ожогах третьей степени, когда образуется струп (обугливание кожи), обожженное место нельзя ни смазывать, ни присыпать. Следует немедленно обратиться в пункт первой помощи, а до этого на обожженный участок кожи можно наложить стерильную (обеззараженную) марлю, смоченную спиртом.

**Ушибы.** При незначительных ушибах рук и ног следует наложить на ушибленное место холодный компресс. При тяжелых ушибах пострадавшего надо уложить на носилки, предварительно освободив его от стесняющей одежды, и быстро вызвать врача. До прибытия врача на ушибленное место следует накладывать компрессы.

**Повреждение глаз.** В случае засорения глаза нельзя тереть его рукой. Если не удается оказать помощь на месте, необходимо обратиться в пункт первой помощи. При ранении или ушибе глаза следует немедленно обратиться к врачу.

**Тепловой удар.** При тепловом ударе нужно положить пострадавшего в прохладное место, освободить его от стесняющей одежды, спрыснуть грудь и лицо холодной водой и прикладывать к телу холодные компрессы. До прихода врача следует производить пострадавшему искусственное дыхание.

**Поражение электрическим током.** Пострадавшим от электрического тока оказывают помощь, соблюдая следующие основные правила.

1. При освобождении человека, попавшего под напряжение, нужно пользоваться резиновыми перчатками, сухой одеждой. Ни в коем случае нельзя пользоваться влажными или металлическими изделиями.

2. За одежду пострадавшего можно браться только при условии, если она не мокрая и висит на нем свободно. Если одежда сырая, то можно накинуть на пострадавшего свою сухую одежду и с ее помощью оторвать его от источника тока. Рекомендуется действовать одной рукой.

3. Если есть возможность выключить ток рубильником, предохранителями (пробками) или обрывом провода, то перед выключением тока нужно принять меры к предотвращению падения пострадавшего на пол или на землю и только после этого выключить ток.

4. Никогда не следует прикасаться незащищенными руками к оголенной части тела (руки, лицо) человека, попавшего под напряжение тока, так как в противном случае человек, оказывающий помощь, сам будет поражен электрическим током.

Человек, пораженный электрическим током, часто теряет сознание, не подает признаков жизни. В таких случаях необходимо вызвать врача, а до его прихода делать пострадавшему искусственное дыхание.

## § 8. ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

При выполнении кузнечных и медницко-жестяницких работ возможно возникновение пожара из-за воспламенения тряпок, ветоши и бумаги при неосторожном обращении с ними. После окончания работы тряпки, концы, куски ветоши и бумаги должны быть собраны и уложены в ящики.

Паяльные лампы нельзя сильно накачивать воздухом во избежание взрывов. Горящую паяльную лампу нельзя оставлять без присмотра.

Во избежание возникновения пожара нельзя производить работы, связанные с нагреванием, вблизи легковоспламеняющихся и огнеопасных материалов.

При работе с серной и соляной кислотами необходимо строго соблюдать меры предосторожности. Кислоты следует хранить в стеклянных оплетенных бутылях с притертыми пробками. Бутыли надо оберегать от повреждения и хранить отдельно от горючих веществ.

Некоторые химические вещества при соприкосновении с воздухом могут воспламеняться и причинять сильные ожоги. Легкая воспламеняемость масел представляет собой одну из причин пожаров. Пожары возникают также от неосторожности при курении. Поэтому следует курить в специально отведенном месте кузницы.

Для предупреждения пожаров в кузнице необходимо постоянно содержать в чистоте и порядке рабочее место и осторожно обращаться с огнем.

Для тушения пожара в кузнице должны находиться огнетушители, ящики с песком, лопаты, топоры и кирки.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Расскажите об устройстве колхозной кузницы.
2. Какие основные правила необходимо соблюдать перед началом работы?
3. Какие наиболее распространенные травмы возможны при выполнении кузнечных работ?
4. Какие основные правила техники безопасности необходимо соблюдать при выполнении кузнечных, слесарных, медницких и жестяницких работ?
5. Как оказывается первая помощь при ожогах?
6. Как оказывается первая помощь при ушибах?
7. Какие правила следует соблюдать при оказании помощи пострадавшему от электрического тока?
8. Перечислите основные противопожарные мероприятия, которые необходимо соблюдать при выполнении кузнечных работ.

# Глава I

# ОБОРУДОВАНИЕ КОЛХОЗНОЙ КУЗНИЦЫ

Оборудование колхозной кузницы должно обеспечивать безотказное и бесперебойное выполнение всех кузнечных, слесарных, медницких и жестяницких работ. Ниже дается описание оборудования, необходимого для производства перечисленных работ и располагаемого в колхозной кузнице.

## § 9. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РУЧНОЙ КОВКИ

Для выполнения кузнечных работ способом ручной ковки в колхозной кузнице в качестве основного оборудования применяются кузнечная наковальня, кузнечный горн, бак с водой.

**Кузнечная наковальня.** Она служит стальной опорой для заготовки, по которой наносятся удары кувалдой или кузнечным молотком (ручником). Вес наковальни принимается в пределах 50—300 *кг*. В колхозной кузнице чаще всего применяют наковальни весом 80—100 *кг*. Для удобства наковальня устанавливается на деревянный тяжелый стул (лучше всего дубовый) и крепится к нему хомутами или костылями.

Существует несколько видов кузнечной наковальни: однорогая (рис. 5, *а*), двурогая (рис. 5, *б*), безрогая (рис. 5, *в*), шперак (рис. 5, *г*). Наиболее употребительной является однорогая наковальня, отдельные части которой имеют следующее назначение (рис. 5, *д*): наличник *2*, отшлифованный и закаленный, является непосредственной опорой для обрабатываемых заготовок; рог *1* служит для выполнения гибочных работ под разными углами и для раздачи колец; на хвосте *3* производят гибку под прямым углом и образуют уступы; круглое или прямоугольное отверстие *4* служит для пробивки отверстий в поковках и закрепления вспомогательного инструмента; лапы *5* предназначены для установки наковальни на стуле *6*.

Деревянный стул для установки наковальни может быть прямоугольным (рис. 5, *д*) или круглым (рис. 5, *е*) со стальным

обручем на верхней части. Кроме крепления хомутами, наковальни часто крепят на стуле костылями (рис. 5, *е*).

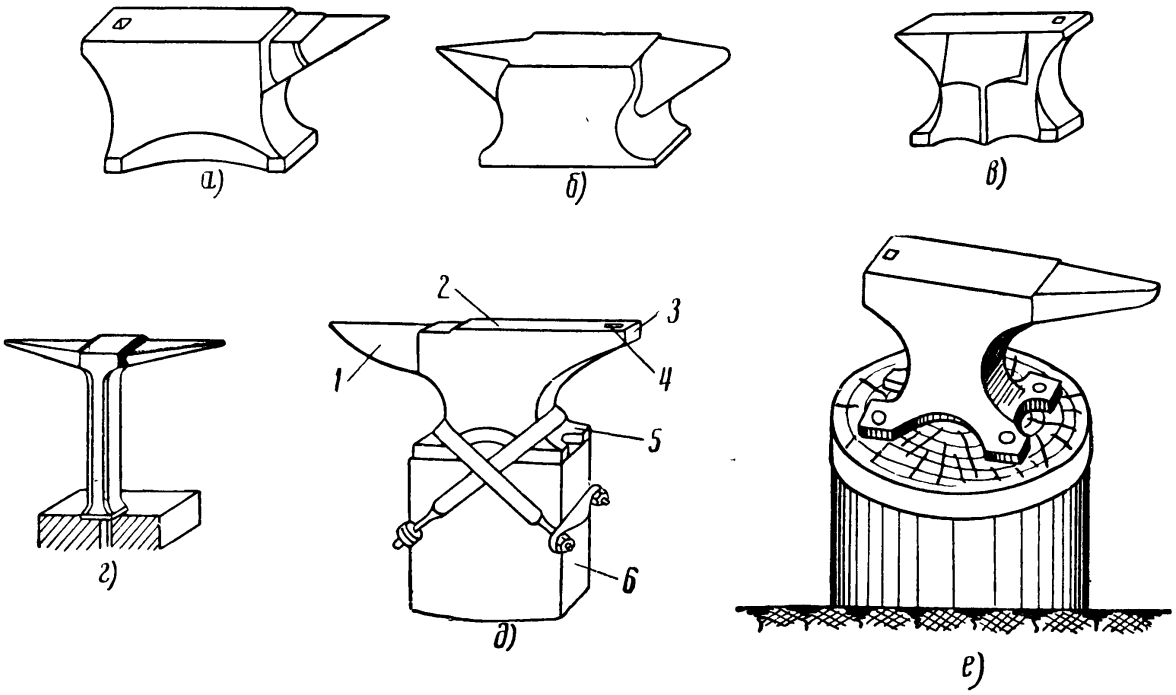



Рис. 5. Кузнечные наковальни

Примерные размеры и вес однорогих наковален приведены в табл. 1.

Таблица 1

**Размеры и вес однорогих наковален**

| Размеры в *мм* | Вес наковален в *кг* | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 15 | 30 | 50 | 80 | 100 | 200 | 300 |
| Длина (с рогом) . . . . . | 280 | 360 | 410 | 460 | 505 | 720 | 940 |
| Ширина . . . . . | 80 | 90 | 100 | 100 | 120 | 160 | 200 |
| Высота . . . . . | 145 | 170 | 240 | 295 | 310 | 460 | 610 |

Наковальни двурогие и безрогие применяют для специальных работ. Шперак представляет собой небольшую двурогую наковальню весом 20—50 *кг* и применяется при изготовлении мелких поковок и для выполнения гибочных работ из листовой и полосовой стали.

Наковальни изготовляют из углеродистой стали ручной ковкой или литьем в опоке. В кованых наковальнях наличник иногда изготовляют отдельно из более качественной стали и приваривают его к наковальне.

Наличник наковальни должен быть обязательно закален до

такого состояния, чтобы прочерчивание по нему напильником оставляло едва заметную царапину. Недостаточно закаленные наличники при ковке мнутся и требуют ремонта.

Установка наковальни на стул производится с таким расчетом, чтобы расстояние от пола до поверхности наличника не превышало 600—700 *мм*. Обычно наковальню устанавливают на такую высоту, при которой пальцы опущенной руки кузнеца касаются поверхности наличника.

Деревянный стул, на который устанавливается наковальня, должен иметь не менее 600 *мм* в диаметре и не менее 900—1000 *мм* в длину, так как значительная часть его опускается в грунт.

При работе на наковальне необходимо следить за тем, чтобы удары кувалды не вызывали вмятин и трещин наковальни. Удар молотка по наковальне, имеющей трещины, вызывает глухой дребезжащий звук, а удары по наковальне без трещин — чистый и высокий звук. Работать на наковальне, имеющей трещины, не рекомендуется, ее необходимо отремонтировать.

Стул с наковальней устанавливается обычно на расстоянии 1200—1500 *мм* от горна и так, чтобы рог наковальни был обращен влево от кузнеца.

**Бак для воды.** Для закалки и охлаждения инструмента, а также для замочки изготовленных поковок кузнецу часто бывает необходима вода. Поэтому в кузнице в непосредственной близости к наковальне ставят бак с водой емкостью 3—4 ведра. Бак имеет форму открытого сверху цилиндра диаметром 500—600 *мм* и высотой 600—700 *мм*, изготовленного из листовой стали.

Подробное описание кузнечного горна дано в § 31.

## § 10. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МАШИННОЙ КОВКИ

Ручная ковка — тяжелая, малопроизводительная работа. Она применяется для изготовления небольших поковок. В колхозных кузницах, располагающих электрической энергией, целесообразно производить ковку на механическом оборудовании — пневматических, рычажных, рессорных молотах, приводимых в действие от электродвигателя и не требующих подвода пара или сжатого воздуха. Выполнение ковочных работ на механическом оборудовании наряду с повышением производительности труда позволяет сократить количество рабочих в кузнице, так как при работе на молоте отпадает необходимость в молотобойце. Качество поковок и ремонтных работ также значительно повышается. Краткое описание пневматического и рессорного молотов приведено ниже.

**Пневматические молоты.** Эти молоты приводятся в действие сжатым воздухом, получаемым от компрессора. Последний встроен в станину молота и работает от электродвигателя. На

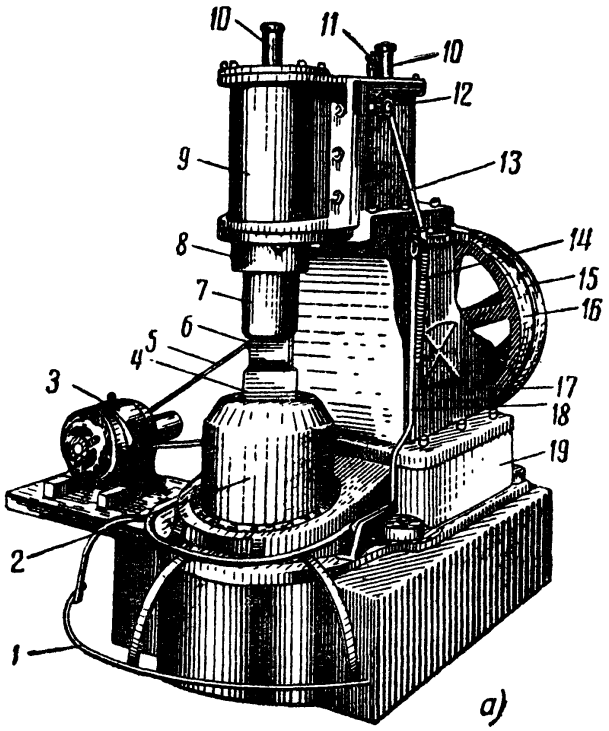
молоте можно производить все операции свободной ковки и горячей штамповки небольших и средних по весу и габаритам поковок. Управление молотом несложное, регулировка ударов, разных по скорости и силе, легко выполняется нажимом педали.

Пневматические молоты могут работать следующими циклами: 1) холостой ход; 2) держание бабы на весу; 3) автоматические удары; 4) одиночные удары; 5) прижим бабы к нижнему бойку.

Существует несколько моделей пневматических молотов, из которых наибольшее распространение в колхозных кузницах получили молоты марки ПМ-50, двухцилиндровые, простого действия (без подачи в нижнюю часть рабочего цилиндра сжатого воздуха), с весом падающих частей 50 *кг*.

**Пневматический молот ПМ-50.** На рис. 6, *а* представлен общий вид пневматического молота ПМ-50, изготовленного Калачинским механическим заводом. Молот состоит из следующих основных частей: литой чугунной станины *17*, установленной на плите *19*, рабочего *9* и компрессорного *26* цилиндров, смонтированных на станине, поршня-бабы *7*, шабота *2* и педали управления *1*.

Внутреннее устройство молота показано на рис. 6, *б*, а назначение и взаимодействие его частей видны из следующего краткого описания. При пуске электродвигателя *3* шкив рабочего хода *16* приводит во вращательное движение вал *33* кривошипа, вследствие чего шатун *29* вместе с поршнем *28* совершает возвратно-поступательное движение (вверх и вниз) в компрессорном цилиндре. При движении вверх воздух в верхней части компрессорного цилиндра сжимается и по соединительному каналу передается в верхнюю часть рабочего цилиндра *9*, оказывая сильное давление на поршень-бабу *7*, которая вместе с верхним бойком *6* быстро опускается вниз и наносит удар по поковке. В следующий момент шатун *29* вместе с поршнем *28* опустится вниз, вследствие чего в верхних частях компрессорного и рабочего цилиндров получится разрежение и поршень-баба быстро поднимется вверх. Таким образом, периодические изменения давления в компрессорном цилиндре быстро передаются в рабочий цилиндр. Передача всех изменений давления осуществляется крановым распределительным устройством *23*, которое приводится в действие нажимом ноги кузнеца на педаль. Три воздушные камеры *34*, в которые попадает сжатый воздух при движении его по соединительному каналу, служат в качестве регуляторов силы удара поршня-бабы. Если давление воздуха в компрессорном цилиндре начинает превышать 2,25 *ата*, на крышке цилиндра открывается предохранительный клапан *11* и давление снижается. Вход сжатого воздуха в рабочий цилиндр происходит через вспомогательный воздушный канал *22* с гнездом для пускового клапана. Букса *8* поршня-бабы крепится к нижней части рабочего цилиндра и имеет внутри две



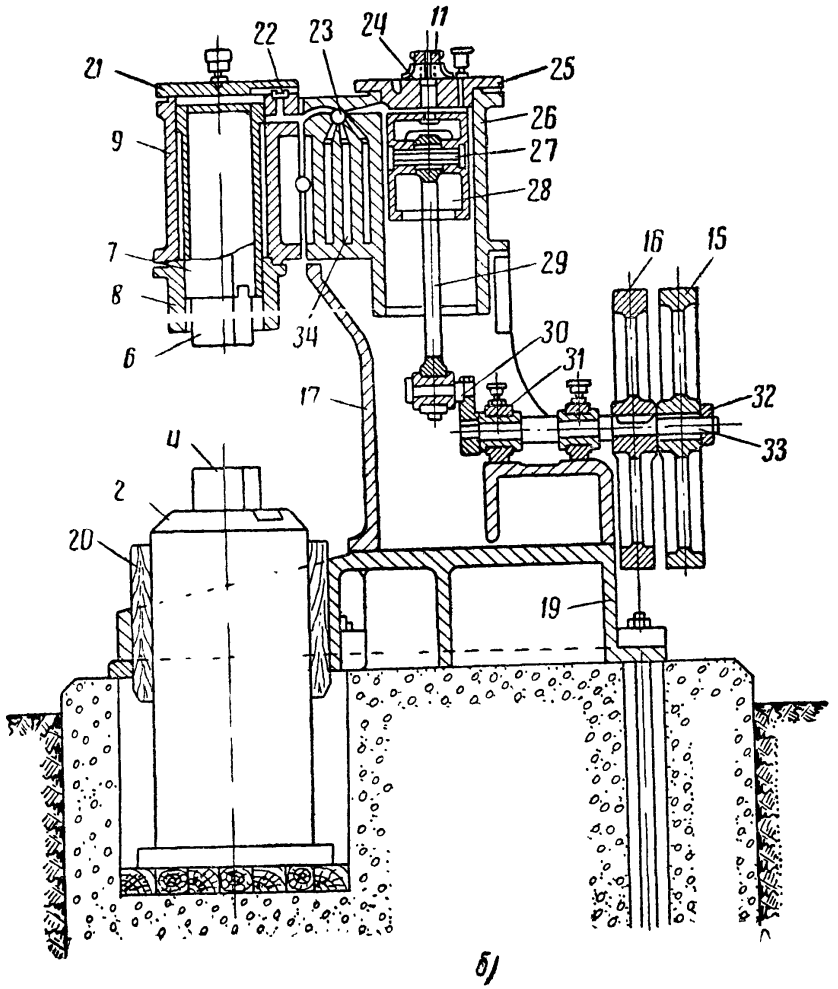




Рис. 6. Пневматический молот марки ПМ-50:

*а* — общий вид, *б* — разрез: *1* — педаль управления, *2* — шабот, *3* — электродвигатель, *4* — нижний боек, *5* — ремень привода, *6* — верхний боек, *7* — поршень-баба, *8* — букса поршня-бабы, *9* — рабочий цилиндр, *10* — масленки, *11* — предохранительный клапан, *12* — воздухораспределительный кран, *13* — рычаг крана, *14* — пружина рычага, *15* — шкив холостого хода, *16* — шкив рабочего хода, *17* — станина, *18* — тяга рычага, *19* — плита станины, *20* — деревянные прокладки, *21* — крышка рабочего цилиндра, *22* — вспомогательный канал, *23* — гнездо крана, *24* — корпус предохранительного клапана, *25* — крышка компрессорного цилиндра, *26* — компрессорный цилиндр, *27* — поршневой палец, *28* — поршень, *29* — шатун, *30* — кривошип, *31* — подшипник кривошипа, *32* — установочное кольцо, *33* — вал кривошипа, *34* — воздушные камеры

плоские направляющие планки, которые, соприкасаясь с соответствующими лысками поршня-бабы, не допускают поворотов ее в радиальном направлении. Места крепления верхнего *6* и нижнего *4* бойков изготовлены в виде ласточкина хвоста, а бойки в них закреплены клиньями. Верхний боек имеет длину 140 *мм* и ширину 60 *мм,* а нижний — соответственно 180 и 60 *мм*. Рабочие поверхности бойков закалены до твердости $R_c = 35 \div 40$. Положение шкива холостого хода фиксируется установочным кольцом *32*.

**Фундамент для молота.** Молот устанавливается на бетонный фундамент (рис. 7, *а*), армированный сеткой из стальной проволоки диаметром 8—10 *мм*. Раствор бетона, которым заливается эта сетка, состоит из одной части цемента, трех частей речного песка и пяти частей щебня или гравия. Верхняя поверхность фундамента (рис. 7, *б*) проверяется на горизонтальность ватерпасом. Подушка *9* из деревянных брусьев твердых пород (дуб, бук, береза) укладывается в гнездо так, чтобы она не передвигалась в стороны; верхняя поверхность ее также проверяется на горизонтальность. При установке молота на фундамент необходимо следить за тем, чтобы ось поршня бабы была строго вертикальна и проходила в центре шабота и чтобы ось вала кривошипа и ось электродвигателя были строго параллельны. После проверки этого, а также выверки положения станины по уровню производится заливка жидким цементным раствором фундаментных болтов и подливка под плиту молота. Затяжка фундаментных болтов выполняется после затвердения раствора (спустя 10—15 дней после заливки).

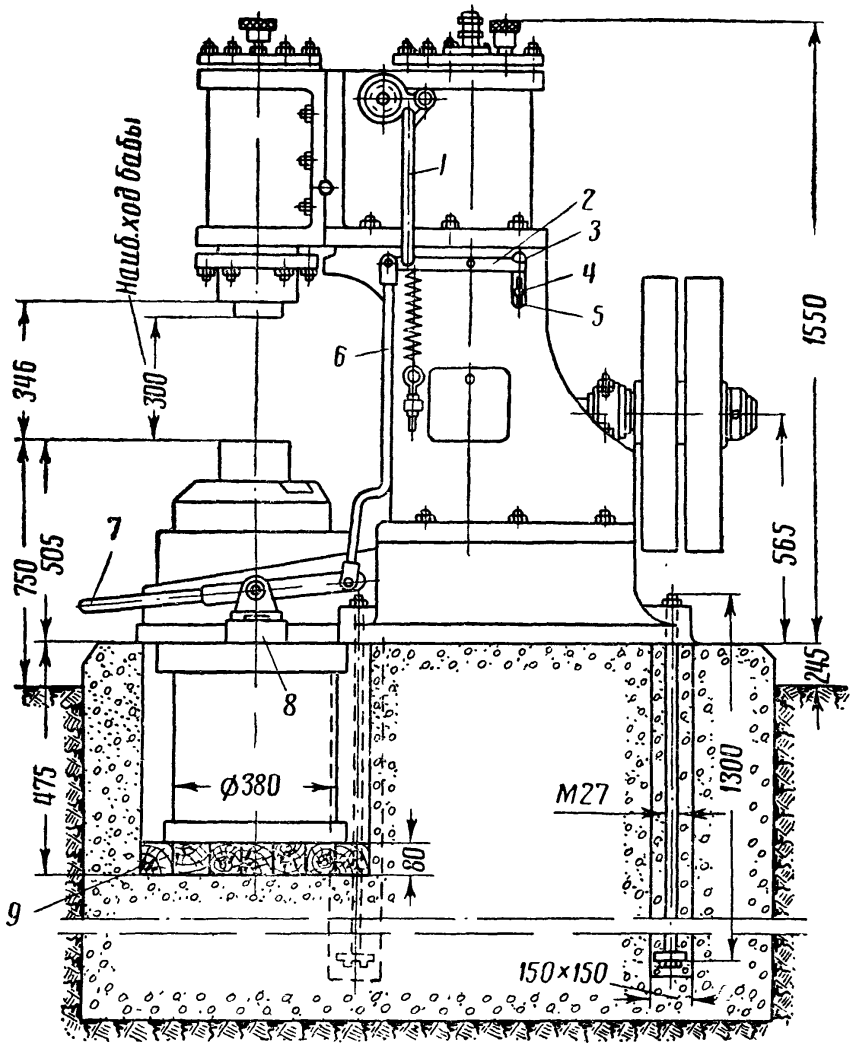
**Работа на молоте.** Работа на молоте может производиться различными циклами, для чего кузнецу необходимо выполнить следующее:

1. Чтобы поднять и держать поршень-бабу на весу, слегка колеблющейся в такт движения поршня компрессорного цилиндра, следует включить электродвигатель и слегка нажать на педаль, вследствие чего поршень-баба оторвется от нижнего бойка и поднимется вверх.

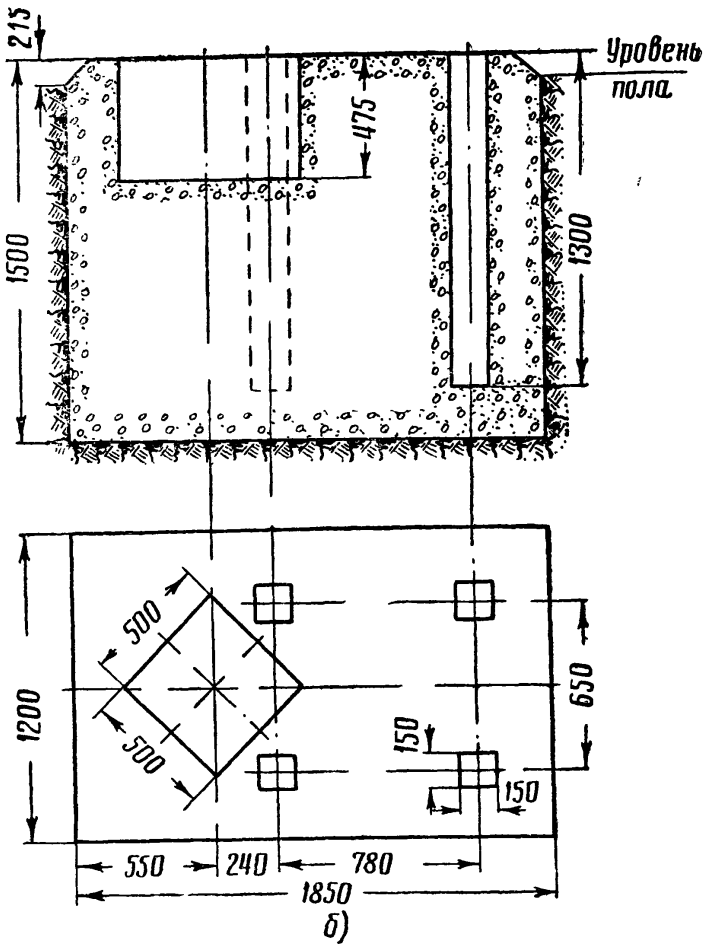
2. Для получения автоматических ударов следует сильно нажать ногой на педаль и держать в таком положении педаль до минования надобности.

3. Для получения одиночных ударов следует также сильно нажать на педаль и отпустить ее в исходное положение, вследствие чего поршень-баба опустится и ударит верхним бойком по поковке.

4. Чтобы осуществить прижим бабы (верхнего бойка) к нижнему бойку, что обычно делается в конце работы, следует слегка отпустить болт *4* (рис. 7, *а*) и легким постукиванием подать вверх планку *5*, что вызовет опускание поршня-бабы. После этого болт *4* следует закрепить и выключить электродвигатель. Пуск молота можно осуществлять и с этого положения («баба




а)




б)

Рис. 7. Фундамент для пневматического молота марки ПМ-50:

*а* — схема установки молота на фундамент: *1* — рычаг воздухораспределительного крана, *2* — горизонтальный рычаг, *3* — стойка упора, *4* — болт, *5* — планка, *6* — тяга педали, *7* — педаль управления, *8* — упор педали, *9* — деревянная подушка, *б* — план фундамента для молота

на прижиме») и с положения «баба на весу». В последнем случае планку *5* нужно передвинуть в самое нижнее положение.

Для обеспечения бесперебойной работы молота необходимо перед началом работы смазывать все трущиеся части его минеральным маслом (цилиндровым 2), проверять состояние гаек, цилиндров и подшипников, положение бойков, поршня-бабы и шабота, не реже одного раза в месяц снимать крышки цилиндров и производить осмотр поршневых колец и внутренней поверхности цилиндров. Вследствие недостаточного ухода, в работе молота может обнаружиться ряд неполадок, основными из которых являются: а) утечка воздуха из-за неплотной пригонки крышек цилиндров; б) нагрев цилиндров выше 60° и перегрев подшипников вследствие недостаточной или недоброкачественной смазки; в) нарушение работы механизмов управления и пр.

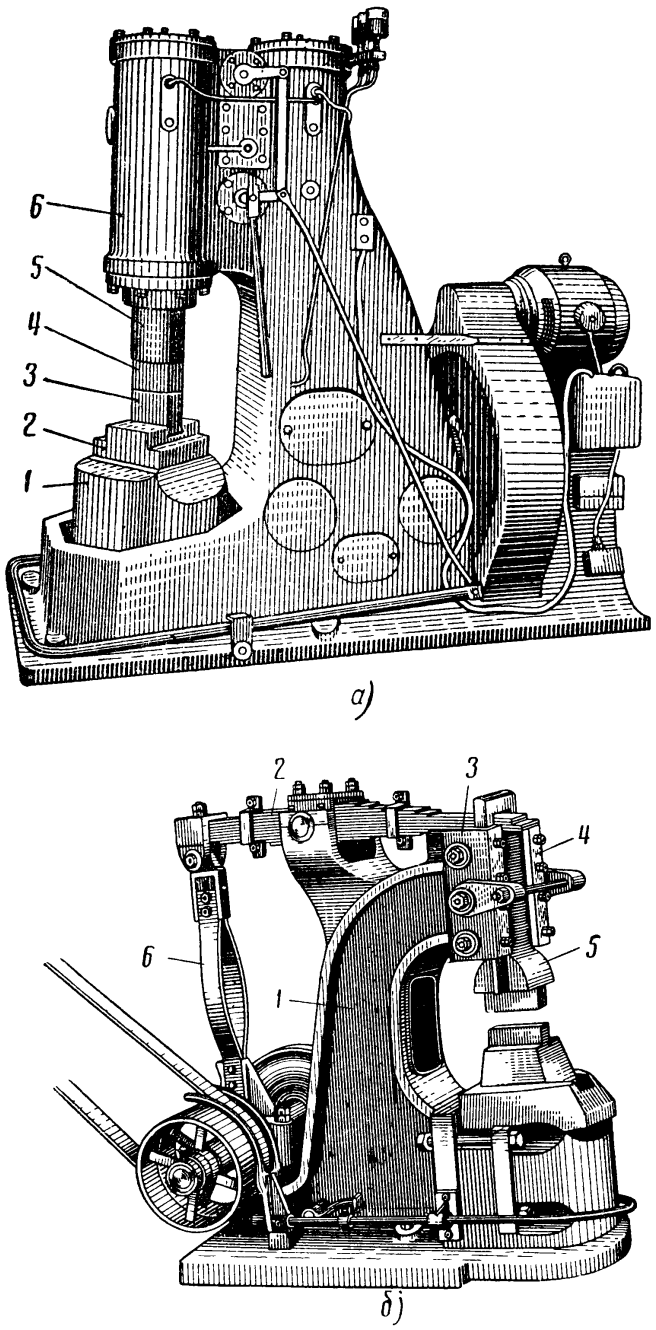



Рис. 8. Пневматический молот модели М411 (*а*) и рессорный молот с нижним расположением рабочего вала (*б*)

Обнаруженные при осмотрах и проверках дефекты и неполадки необходимо устранять самому кузнецу или в затруднительных случаях вызывать механика.

**Пневматический молот модели М411 с весом падающих частей 75 *кг*.** Кроме молота ПМ-50, в колхозных кузницах успешно применяются пневматические молоты модели М411, изготовленные заводом им. М. И. Калинина, с весом падающих частей 75 *кг* (рис. 8, *а*). Этот молот — двойного действия, т. е. сжатый воздух подается в верхнюю и нижнюю части рабочего цилиндра. Молот состоит из литой стальной или чугун-

ной станины, внутри которой находятся две цилиндрические полости, образующие внутренние стенки рабочего *6* и компрессорного цилиндров, штока-поршня *5* с верхним бойком *4*, шабота *1* со сменной подкладкой *2* и нижним бойком *3*. Кривошипный и воздухораспределительный механизмы размещены внутри станины, электродвигатель — на стойке. Управление молотом осуществляется посредством педали.

Техническая характеристика пневматических молотов, применяемых в колхозной кузнице, приведена в табл. 2.

Таблица 2

**Техническая характеристика пневматических молотов**

| Наименование | Показатели модели | |
|---|---|---|
| | ПМ-50 | М411 |
| Вес падающих частей, *кг* | 50 | 75 |
| Ход бабы, *мм* | 300 | 350 |
| Число ударов в мин. | 180 | 200 |
| Расстояние от оси бабы до станины, *мм* | 330 | 300 |
| Размер зеркала бойка, *мм*: | | |
| верхнего | 60×135 | 65×145 |
| нижнего | 60×140 | 65×145 |
| Электродвигатель: | | |
| тип | — | АД 51/4 |
| мощность, *квт* | 5 | 7,8 |
| число об/мин | 1500 | 1500 |
| Габариты молота, *мм*: | | |
| в плане | 1850×1200 | 1980×880 |
| высота над уровнем пола | 1550 | 1790 |
| Вес молота без шабота, *кг* | 2650 | ≈2650 |
| Вес шабота, *кг* | 1280 | 1280 |

**Рессорный молот.** Рессорным молотом называется такой молот, баба которого смонтирована на одном из концов специальной рессоры, приводимой в качательное движение с помощью электродвигателя. Различают два основных вида рессорных молотов — с нижним расположением рабочего вала и с верхним.

Одним из наиболее распространенных рессорных молотов является молот с нижним расположением рабочего вала (нередко его называют молотом «Аякс») Муромского завода кузнечно-прессового оборудования (рис. 8, *б*). Чугунная пустотелая станина *1* молота, отлитая за одно целое с фундаментной плитой, наверху, в середине имеет прилив в виде кронштейнов для крепления рессоры *2*, а внизу, сзади — подшипники для рабочего вала. На консольном выступе *3* станины укреплены направляющие *4*, в которых перемещается вверх и вниз баба *5*, соединенная

шарнирно с рессорой *2*. Противоположный конец рессоры также шарнирно соединен с шатуном *6* кривошипного механизма, приводимого в движение от электродвигателя. При повороте кривошипа в крайнее верхнее положение конец рессоры, соединенный с шатуном, поднимается и баба наносит удар по поковке, при повороте в крайнее нижнее положение конец рессоры опускается, а баба поднимается. Кузнец управляет молотом, нажимая ногой на педаль, которая с помощью шкивов переводит кривошипный вал с холостого на рабочий ход и обратно.

Рессорные молоты изготовляют с весом падающих частей от 30 до 250 *кг*, число ударов молота колеблется в пределах 300—125 в минуту. Краткая техническая характеристика таких рессорных молотов приведена в табл. 3.

Таблица 3

**Техническая характеристика рессорных молотов с нижним расположением рабочего вала**

| Основные показатели | Вес падающих частей в *кг* | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 30 | 60 | 100 | 150 |
| Число ударов в мин. . . . . | 300 | 225 | 175 | 150 |
| Ход бабы в *мм* . . . . . | 150 | 220 | 280 | 300 |
| Длина направляющих в *мм* . . . . . | 250 | 400 | 500 | 725 |
| Длина бойка в *мм* . . . . . | 125 | 180 | 200 | 225 |
| Наибольший диаметр или сторона квадратной заготовки, которую можно применять для ковки, в *мм* . . . . . | 40 | 60 | 100 | 120 |
| Мощность электродвигателя в *л. с.* | 1,5 | 3 | 6 | 8 |

## § 11. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СЛЕСАРНЫХ РАБОТ

**Сверлильные станки.** Для выполнения различных работ по сверлению отверстий, рассверливанию имеющихся отверстий на больший диаметр, нарезанию резьбы метчиками применяются сверлильные станки, приводящие во вращательное движение сверло, метчик, развертку.

В колхозных кузницах наибольшее распространение получили вертикально-сверлильные станки на вертикальных колонках, настенные с ручным приводом, настольные на прочной и устойчивой подставке.

На рис. 9, *а* изображен одношпиндельный вертикально-сверлильный станок модели 2135 Одесского завода им. Ленина. На этом станке можно производить сверление, зенкерование и развертывание отверстий диаметром до 35 *мм*. Краткая техническая характеристика станка: вылет шпинделя 290 *мм*, количество скоростей 6, количество подач шпинделя 8, мощность электродвигателя 5,2 *квт*.

Для сверления деталь закрепляется на столе *1* при помощи прижимных планок, машинных тисков, кондукторов, а сверло — в шпинделе *2*. При работе изделие остается неподвижным, а шпиндель с инструментом получает вращение и вертикальную подачу.

**Настенный сверлильный станок.** В кузницах, не располагающих электрической энергией, применяется настенный сверлильный станок с ручным приводом (рис. 9, *б*). Станок крепится на

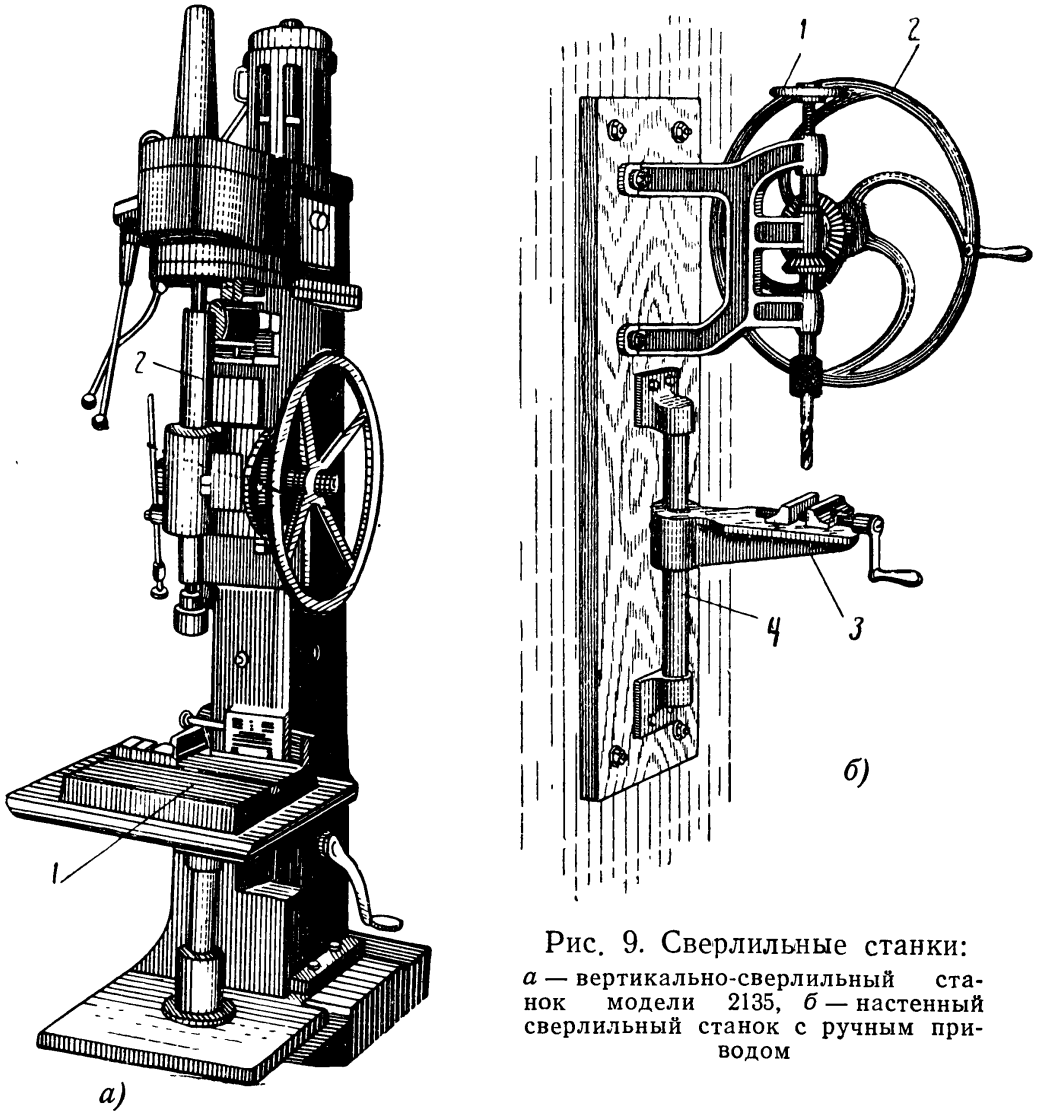



Рис. 9. Сверлильные станки:
*а* — вертикально-сверлильный станок модели 2135, *б* — настенный сверлильный станок с ручным приводом

стене кузницы с таким расчетом, чтобы маховичок *1* для регулирования подачи сверла находился на высоте не более 1,5 *м*. Штурвал *2* служит для вращения с помощью конических зубчатых колес шпинделя с патроном и сверлом. Стол *3* может перемещаться по направляющей *4* в вертикальном и горизонтальном направлениях.

**Настольно-сверлильный станок.** В колхозных кузницах применяются также настольно-сверлильные станки, устанавливаемые на прочные столы или подставки высотой 800—900 *мм*. На рис. 10 в схематическом виде представлен станок модели НС-12Б,

изготовляемый ремесленными училищами Главного управления трудовых резервов. Как видно из рисунка, станок состоит из следующих основных частей: плиты *1*, на которой установлена колонка *2*, несущая все механизмы станка с помощью хобота *3*, перемещающегося по колонке в вертикальном направлении. Об-

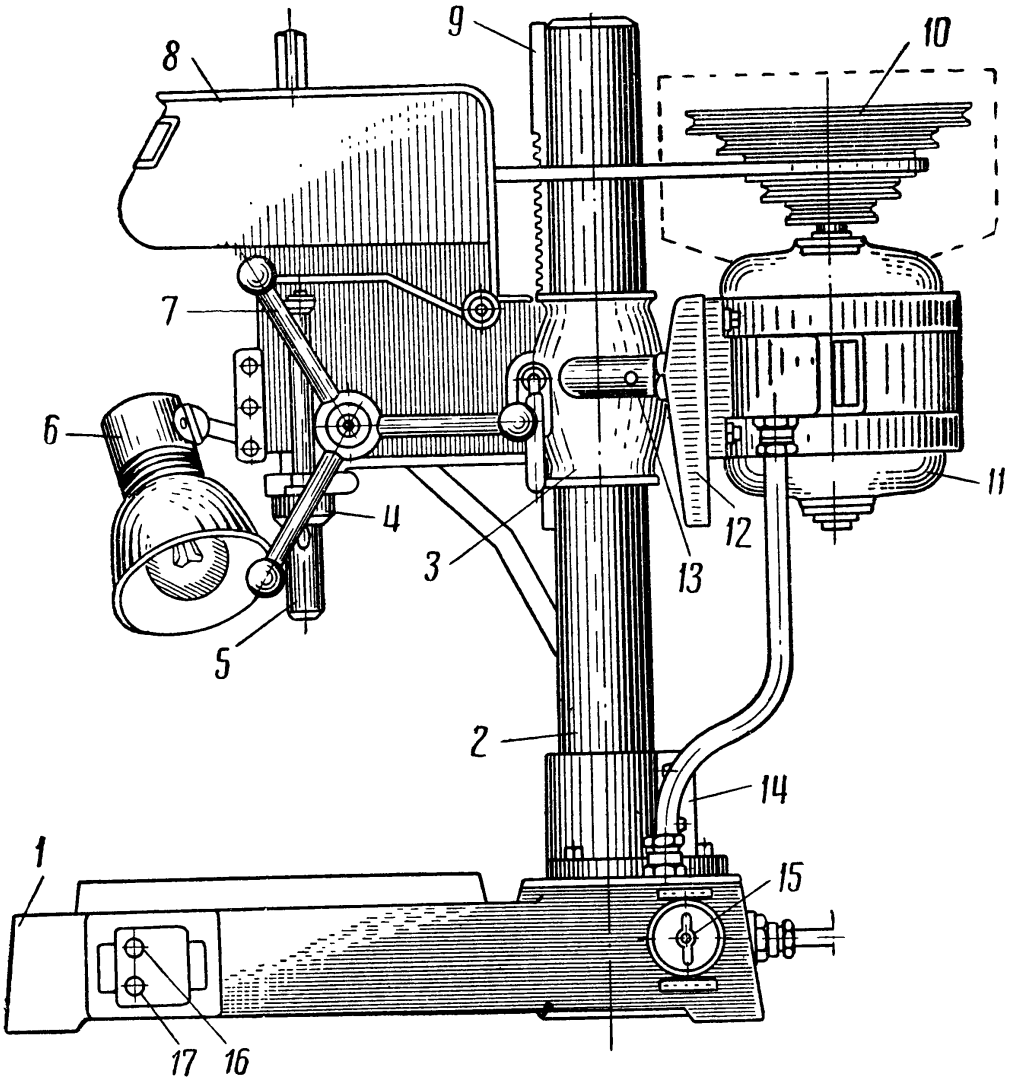



Рис. 10. Настольно-сверлильный станок модели НС-12Б:

*1* — плита, *2* — колонка, *3* — хобот со шпиндельной группой, *4* — гильза, *5* — шпиндель, *6* — лампочка местного освещения, *7* — поворотная рукоятка, *8* — кожух, закрывающий пятиступенчатый шкив шпинделя; *9* — рейка, *10* — пятиступенчатый шкив электродвигателя со съемным кожухом, *11* — электродвигатель, *12* — плита для электродвигателя, *13* — натяжное устройство для клинового ремня, *14* — башмак колонки, *15* — выключатель местного освещения, *16* — кнопка отключения электродвигателя «Стоп», *17* — кнопка включения электродвигателя «Пуск»

рабатываемая деталь устанавливается на плиту или зажимается в тиски, шпиндель *5* поворотом рукоятки *7* опускает на деталь вращающееся сверло, которым просверливается заданное отверстие. Управление станком осуществляется кнопками *16* и *17*. Для приведения станка в действие следует нажать на кнопку *17* «Пуск», а для останова — на кнопку *16* «Стоп».

Техническая характеристика настольно-сверлильного станка НС-12Б приведена в табл. 4.

Таблица 4

**Техническая характеристика настольно-сверлильного станка НС-12Б**

| Наименование | Показатели |
|---|---|
| Наибольший диаметр сверления, *мм* | 12 |
| Расстояние от оси шпинделя до колонки, *мм* | 200 |
| Наибольшее перемещение шпинделя, *мм* | 100 |
| Наибольшее вертикальное перемещение хобота, *мм* | 200 |
| Наибольший угол поворота хобота, град. | 360 |
| Число оборотов шпинделя в минуту: | |
| наименьшее | 450 |
| наибольшее | 4430 |
| Мощность электродвигателя типа А31-4, *квт* | 0,6 |
| Габариты станка в плане, *мм* | 760×470 |
| Высота станка, *мм* | 955 |
| Вес станка, *кг* | 130 |

**Точильные станки.** Кузнецу при выполнении работ приходится пользоваться различными инструментами: ручным молотком, зубилом, пробойником, сверлом и пр., которые нуждаются в периодической заправке или заточке. В кузницах, располагающих электрической энергией, применяются заточные станки с электрическим приводом, а в кузницах, не располагающих электрической энергией, — станки с ножным приводом.

На рис. 11 *а* изображен точильный станок типа 3630 с двумя шлифовальными кругами завода «Красный металлист» им. Кирова, на котором производится заточка инструмента. Техническая характеристика станка: размер шлифовальных кругов 400×50×230 *мм*, расстояние между кругами 700 *мм*, число оборотов кругов в минуту 1330, мощность электродвигателя 2,2 *квт*. Станок снабжен электронасосом для охлаждающей жидкости.

Точило с ножным приводом (рис. 11, *б*) установлено на четырех ножках, имеет один наждачный круг, приводимый во вращательное движение с помощью педали. Бачок с охлаждающей жидкостью расположен наверху кожуха станка; количество выливающейся жидкости регулируется краником.

**Механическая ножовка** необходима для резки в холодном состоянии прутков металла со значительным поперечным сечением, фасонного профиля, труб, балок и пр. Разрезание металла производится ножовочным полотном, туго натянутым и прочно закрепленным в раме, совершающей возвратно-поступательное движение по направляющим под действием кривошипно-шатунного механизма. На рис. 12 изображена механическая ножовка (ножовочная пила) НС1Б со следующей технической характе-

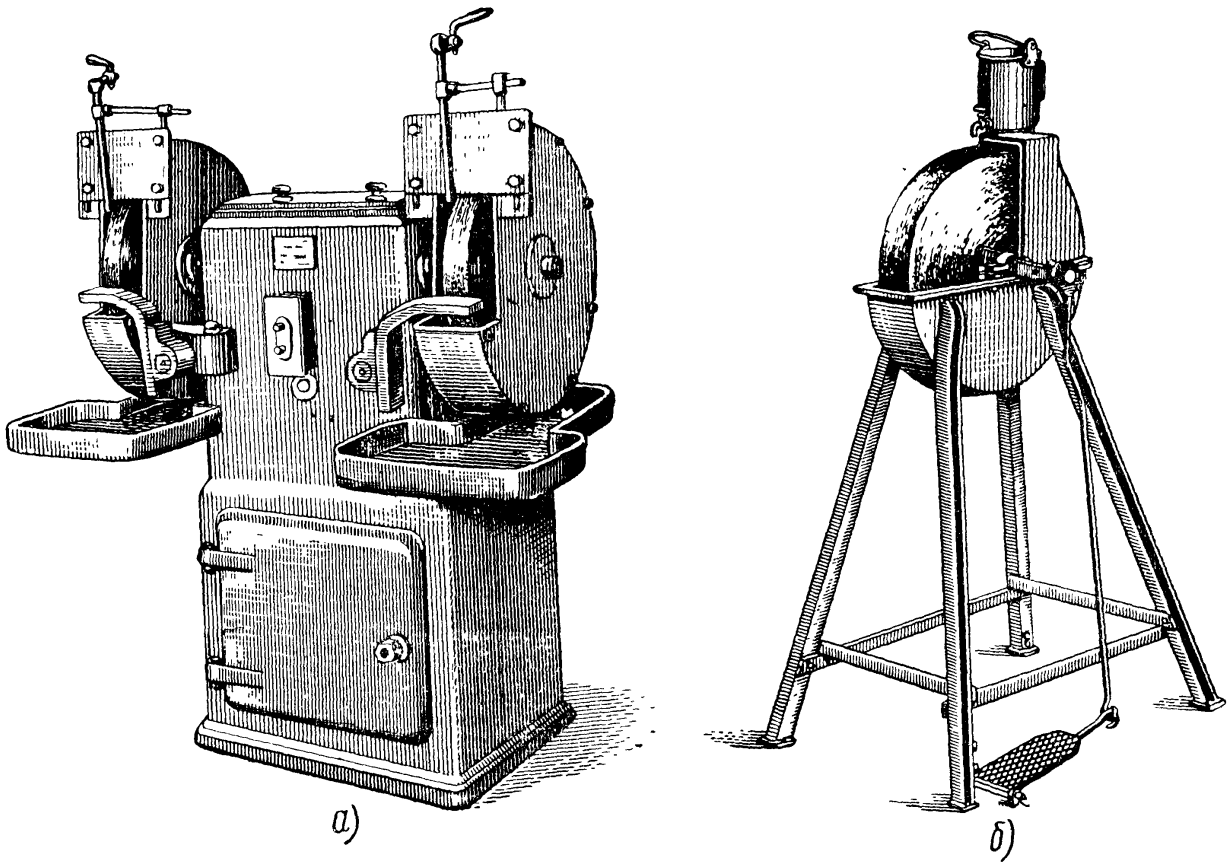



Рис. 11. Оборудование для заточки инструмента:
*а* — точильный двусторонний станок с электродвигателем, *б* — точило с ножным приводом

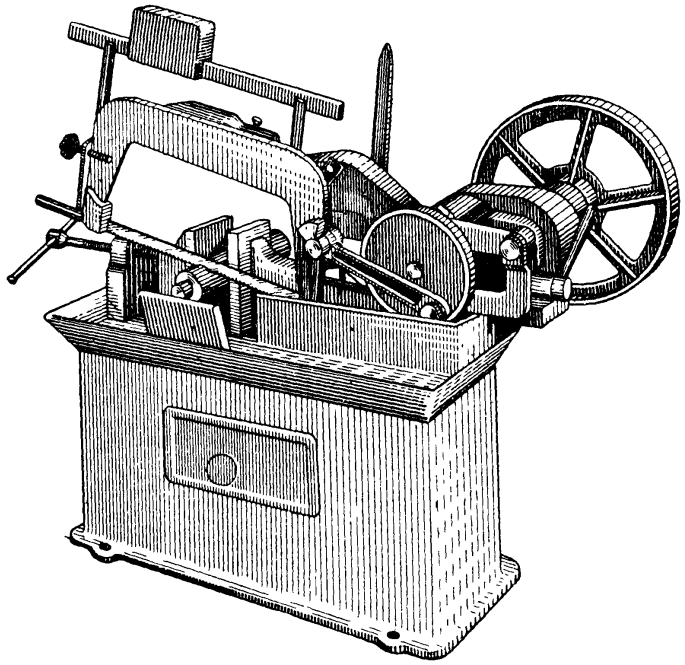


Рис. 12. Механическая ножовка

ристикой: наибольший диаметр разрезаемого металла 150 *мм*, длина пильного полотна 405 *мм*, число двойных ходов в минуту 72, 120, 154, мощность электродвигателя 0,75—1,0 *квт*; габариты станка 1000×600×1000 *мм*.

## § 12. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ КОВКИ ЛОШАДЕЙ И ОШИНОВКИ КОЛЕС

**Станок для ковки лошадей.** Для ковки или перековки лошадей (особенно строптивых или пугливых) кузнец часто вынужден пользоваться специальным приспособлением — станком для ковки. Существуют два вида таких станков: высокий на четырех деревянных столбах с подтягиванием лошади вверх ремнями на такую высоту, что ноги ее отделяются от земли на 50—100 *мм*, и низкий, устойчивый, не пугающий лошадей своей громоздкостью и подъемом их вверх.

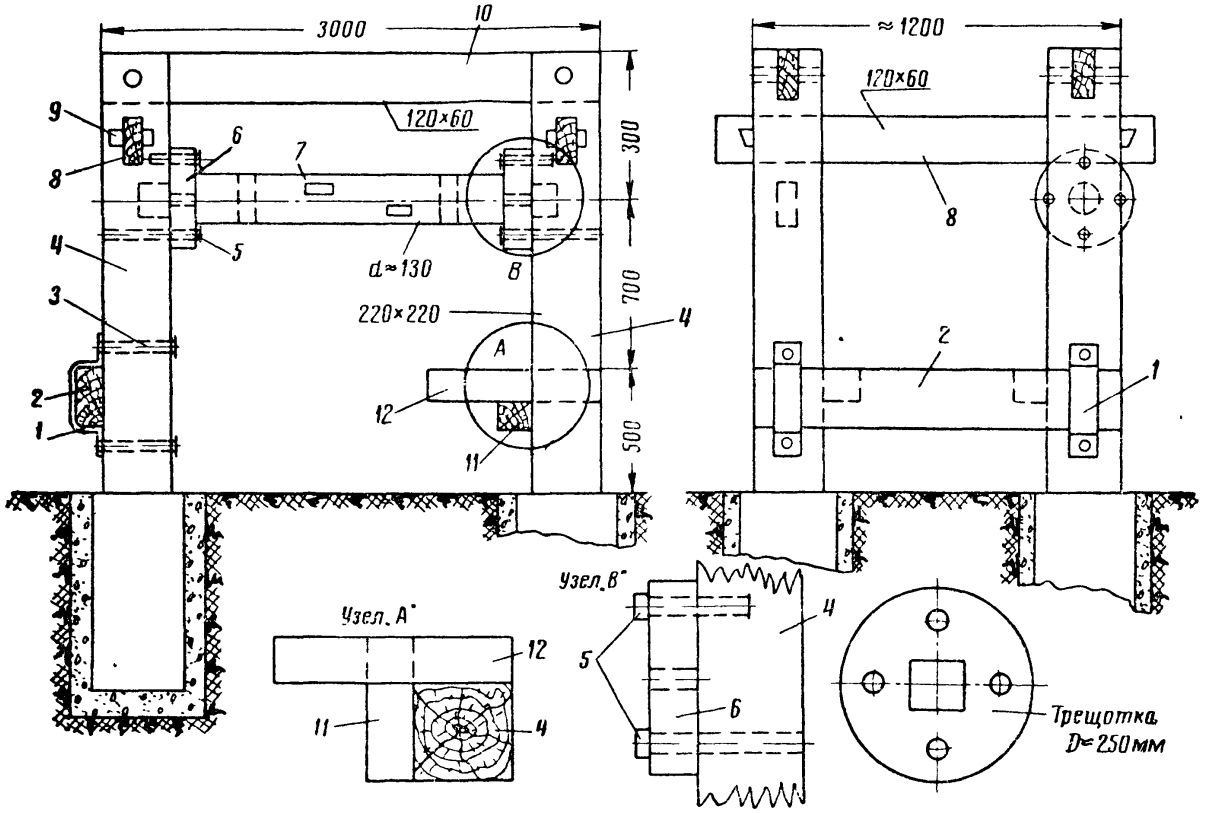



Рис. 13. Станок для ковки лошадей

Низкий станок для ковки лошадей изображен на рис. 13. Он представляет собой небольшое деревянное сооружение длиной около 3 *м*, шириной 1,0—1,2 *м*, высотой 1,2—1,5 *м* и состоит из двух рам.

Каждая рама имеет две деревянные стойки *4* сечением 220×220 *мм*, прочно закрепленные в грунте. Стойки каждой рамы сверху связаны поперечиной *10*. Между стойками ниже поперечины в каждой раме вставлены валики *7*, из которых один (в левой раме) укреплен в стойках неподвижно, а другой (в правой раме) свободно вращается вокруг своей продольной оси на концевых шипах, вставленных в гнезда стоек. На концах вращающегося валика поставлены неподвижные деревянные кру-

ги *6* (трещотки) так, что они своими боковыми поверхностями соприкасаются с поверхностями стоек и вращаются вместе с валиком. Каждый круг имеет по четыре отверстия для штырей *5*, с помощью которых валик может быть закреплен неподвижно между стойками. Рамы скрепляются между собой съемными закладками *8* с конусными штырями *9*, которые не позволяют рамам расходиться в стороны. Для прикрепления передних ног лошади к обеим передним стойкам с помощью подкладок *11* крепятся колодки *12*. Задние ноги прикрепляются к съемному бруску *2*, который прочно удерживается стальными скобами *1*, прикрепленными болтами *3* к задним стойкам.

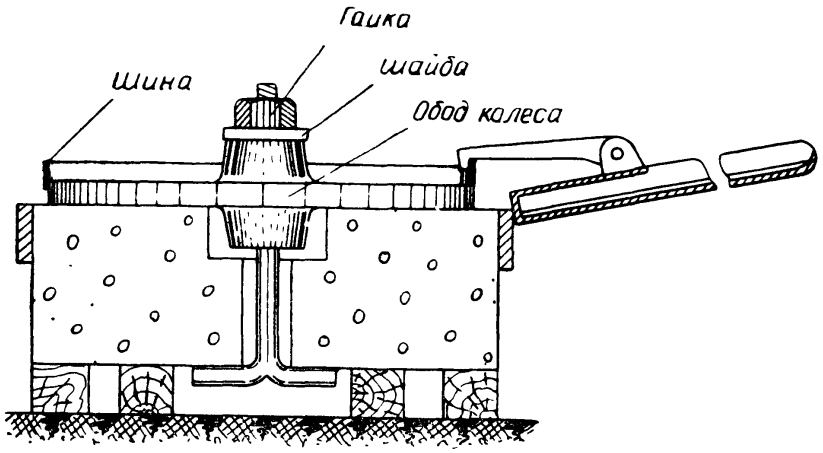



Рис. 14. Натяжной круг для ошиновки колес

Перед ковкой закладки *8* и брусок *2* снимают, лошадь вводят в станок, после чего закладки и брусок ставят на свои места. Затем на крючки неподвижного валика крепят первые концы двух широких подпруг, а на крючки вращающегося валика — вторые концы подпруг так, чтобы обе подпруги были под животом лошади. Двумя рычагами, вставленными в отверстия валика, вращают его до тех пор, пока подпруги не натянутся и ноги лошади не отделятся от земли. Чтобы оставить лошадь в таком положении надо, чтобы валик *7* был неподвижным. Для этого в два отверстия каждого круга *6* и в дыры стоек вставляют штыри.

Следует обратить внимание на устранение острых и выступающих частей станка, чтобы не поранить лошадь.

**Натяжной круг для ошиновки колес.** Для натяжения шины на обод колеса делают специальное приспособление — натяжной круг (рис. 14). Круг представляет собой низкий бетонный или деревянный цилиндр наподобие жернова, диаметром 1150—1200 *мм* и высотой 500—600 *мм*. В середине круг имеет сквозное отверстие для сердечника, с помощью которого колесо прочно крепится на поверхности круга. На верхнюю часть цилиндрической поверхности круга надевается стальной обруч, защищающий круг от разрушения. Натягивание шины на обод колеса

производится с помощью рычага-натяга, крюк которого закладывается за внутреннюю поверхность шины, а конец рычага упирается в обруч круга, как это показано на рисунке.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какое оборудование для ручной ковки применяется в колхозной кузнице?
2. Расскажите о назначении и устройстве пневматического молота.
3. Какие механические молоты можно ставить в колхозной кузнице, если не имеется пневматического молота?
4. Дайте описание вертикально-сверлильного и настенного сверлильного станков.
5. Для чего применяются заточные станки, механическая ножовка?
6. Расскажите об устройстве станка для ковки лошадей и натяжного круга для ошиновки колес.

# Глава II

# МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОВКИ

## § 13. СТАЛЬ И ЕЕ СВОЙСТВА

В подавляющем большинстве случаев материалом для изготовления поковок в колхозной кузнице служит сталь. Применение стали в широких пределах объясняется ее ценными физическими, механическими и технологическими свойствами, а также большими природными ресурсами железной руды и освоением производства стали в крупных масштабах.

К физическим свойствам стали относятся удельный вес, блеск, плотность, теплопроводность, способность поглощать тепло (теплоемкость), электропроводность, температура плавления, изменение размеров при изменении температуры, способность намагничиваться.

Под механическими свойствами стали понимается совокупность свойств, характеризующих сопротивление ее внешним механическим усилиям. Основными технологическими свойствами металлов являются: способность изменять форму не разрушаясь, способность свариваться и изменять свои механические свойства в результате тепловой (термической) обработки.

**Механические свойства стали.** Из всех свойств стали наиболее важными являются твердость, прочность, пластичность и ударная вязкость, которые определяют работоспособность изделия (поковки), изготовляемого из стали.

Твердостью называется способность металла сопротивляться вдавливанию в него постороннего тела. Условно твердость в зависимости от прибора, на котором испытывается образец, обозначается символами $H_B$, $H_{R_c}$, $H_{R_B}$ и пр. Испытание твердости производится несколькими способами. Если острым концом куска стали провести черту по испытываемому образцу, то на нем остается царапина в том случае, если сталь с острым концом обладает большей твердостью, чем испытываемая, и,

наоборот, если царапины не остается, то испытываемая сталь обладает большей твердостью, чем кусок с острым концом. Точные и исчерпывающие результаты дает испытание, проводимое на специальных приборах-прессах Бринеля (вдавливанием в испытуемый металл стального шарика), Роквелла (вдавливанием алмазного конуса), Шора (отскакиванием стального шарика с заданной высоты), а также на приборах Польди (получением отпечатков на эталонном образце и на испытуемом металле при ударе молотком по прибору). Метод определения твердости с помощью первых трех приборов состоит в том, что по отпечатку вдавливаемого тела (шарика, конуса, пирамиды) судят о твердости испытываемого металла.

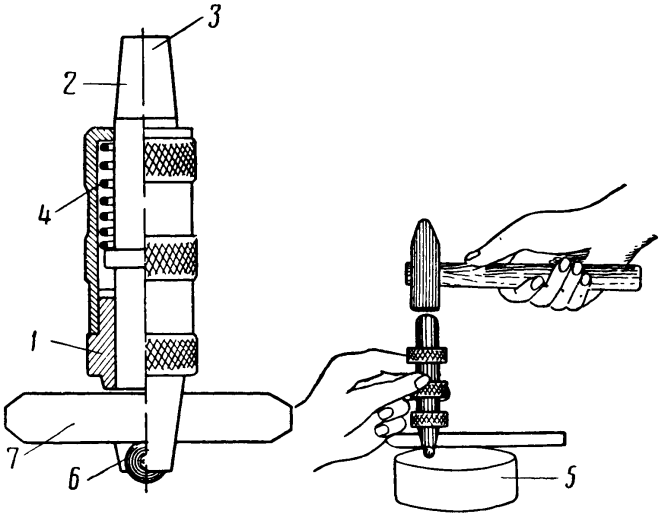


Рис. 15. Прибор Польди

В условиях колхозной кузницы наиболее подходящим для определения твердости является прибор Польди, представленный в схематическом виде на рис. 15. Он состоит из наружного полого цилиндра *1* и внутреннего цилиндрического тела *2*, опускающегося от удара молотком по его торцу *3* и поднимающегося в первоначальное положение под действием пружины *4*. Для испытания металла (поковки) прибор ставится на испытуемый металл *5* так, чтобы шарик *6* снизу касался металла, а сверху упирался в эталон *7*. После удара молотком по верхнему торцу отпечатки от шарика остаются и на эталоне и на испытуемом образце. Твердость эталона в *кг/см*$^2$ известна. Сравнивая размеры отпечатков, легко можно установить твердость испытуемого металла: если отпечаток на металле больше отпечатка на эталоне, твердость металла меньше твердости эталона, и наоборот. Вычисление величины твердости (приближенно) производится по формуле:

$$H_{B_o} = H_{B_э} \frac{d_э^2}{d_o^2},$$

где $H_{B_o}$ — твердость испытуемого образца по Бринелю;

$H_{B_э}$ — твердость эталона по Бринелю, заранее известная по паспорту прибора;

$d_э$ — диаметр отпечатка на эталоне в *мм*;

$d_o$ — диаметр отпечатка на испытуемом образце в *мм*.

**Пример.** Определить прибором Польди твердость испытуемого металла $H_{B_o}$, если твердость эталона $H_{B_э} = 63$ *кг/мм*², диаметр отпечатка на испытуемом металле $d_o = 6$ *мм*, а диаметр отпечатка на эталоне $d_э = 4$ *мм*. Согласно вышеприведенной формуле получим:

$$H_{B_o} = H_{B_э} \frac{d_э^2}{d_o^2} = 63 \frac{16}{36} = 28 \text{ кг/мм}^2.$$

Прочностью называется способность металла сопротивляться разрушению вследствие воздействия механических усилий (нагрузок). Различают три вида нагрузок, приложенных к металлу (поковке, литью, детали):

статическую, при которой нагрузка постепенно и плавно возрастает от нуля до максимума;

динамическую, когда нагрузка прилагается не постепенно, а сразу, ударом;

колебательную, когда прилагается нагрузка, колеблющаяся от нуля до какой-либо величины и затем опять до нуля или превращающаяся из растягивающей в сжимающую.

В зависимости от вида нагрузок различают прочность при растяжении стали, изгибе, кручении, ударе, а также зависящую от усталости металла.

Испытание на прочность при растяжении обычно производят на образцах стали длиной 200 *мм* и диаметром 10 *мм*.

При растяжении такого образца на специальных разрывных машинах длина его увеличивается, а площадь поперечного сечения уменьшается. Величина силы в *кг*, которая приходится в момент разрыва на один квадратный миллиметр площади поперечного сечения образца, носит название предела прочности и обозначается $\sigma_b$ (греческая буква сигма и латинская бе).

Величина полученного при испытании приращения длины образца, отнесенная к первоначальной его длине и выраженная в процентах, называется относительным удлинением и обозначается $\delta$ (греческая буква дельта).

Величина уменьшения площади поперечного сечения образца в месте разрыва, выраженная в процентах, по сравнению с величиной первоначального сечения образца называется относительным сужением и обозначается $\psi$ (греческая буква пси).

Прочность стали характеризуется также пределом текучести, т. е. величиной напряжения, при котором нагрузка не изменяется (или незначительно изменяется), а деформация (течение) металла продолжается. Предел текучести обозначается $\sigma_T$.

Показатели прочности наиболее употребительных углеродистых конструкционных сталей приведены в приложении 1.

Пластичностью называется способность стали, не разрушаясь, изменять форму под действием механических усилий

и сохранять эту форму после того, как усилия (нагрузка) перестанут действовать.

Пластичность характеризуется показателями относительного удлинения $\delta$ и относительного сужения $\psi$. Чем больше испытуемый образец способен удлиняться при растяжении, тем больше его поперечное сечение может сужаться, т. е. чем больше $\delta$ и меньше $\psi$, тем сталь пластичнее, ковкость заготовки будет хорошая и поковка прочная.

Свойство, противоположное пластичности, называется хрупкостью. Хрупкая сталь под ударами кувалды, молота разрушается (крошится), мало изменяя свою форму.

Ударной вязкостью называется способность стали оказывать сопротивление действию ударных нагрузок. Для установления степени ударной вязкости образцы стали подвергают испытанию на особых машинах — маятниковых копрах.

**Технологические свойства стали.** Из технологических свойств стали наибольшее значение имеет обрабатываемость резанием, свариваемость, ковкость, текучесть в расплавленном состоянии, прокаливаемость и др. Пригодность металла по его технологическим свойствам оценивают при помощи специальных испытательных машин. В некоторых случаях, когда не требуется точной оценки пригодности стали, ее испытывают посредством технологических проб.

Технологические пробы представляют собой несложные способы испытания стали без точных измерений испытываемых свойств. Например, для определения степени пластичности металла производят пробу на загиб полос или листов на заданный угол в тисках, на наковальне и пр. Если при испытании не возникает трещин или других дефектов на металле, то его можно считать пригодным для обработки.

Методом технологической пробы испытывают и другие свойства металла, например способность стали на осадку в холодном состоянии, труб на изгиб и сплющивание в горячем и холодном состоянии, проволоки на скручивание и навивание на стержень, листовой стали на двойной кровельный замок и на глубину вдавливания и т. п.

## § 14. КЛАССИФИКАЦИЯ СТАЛЕЙ

В сельскохозяйственных машинах, орудиях и инвентаре только отдельные, наиболее сильно изнашиваемые детали изготовляют из специальных (легированных) сортов стали или подвергают их термической обработке. Подавляющее большинство деталей и поковок в колхозных кузницах изготовляется из обыкновенной углеродистой стали.

Все стали классифицируются по четырем признакам: способу выплавки, химическому составу, применению для изготовления изделий и структуре.

По способу выплавки стали разделяются на бессемеровские, томасовские, мартеновские, электростали и тигельные стали.

Бессемеровские стали выплавляют в конверторах-ретортах Бессемера с кислой футеровкой (из динаса), а томасовские — в конверторах Томаса с основной футеровкой (из доломитового кирпича). В конверторах Томаса можно перерабатывать высокофосфористые чугуны и получать сталь, более чистую от фосфора и серы, чем в конверторах Бессемера. Шихтой в обоих конверторах является жидкий чугун, продуваемый сжатым воздухом.

Мартеновские стали (основная и кислая) выплавляются в мартеновских печах, шихтой для которых является чушковый чугун, стальной лом, отходы стального литья с добавлением известняка или жидкий доменный передельный чугун с добавлением железной руды. Наибольшее количество стали изготовляют в мартеновских печах.

Электростали — наиболее качественные и чистые сорта стали, выплавляемые в электроплавильных печах — дуговых и индукционных. Шихта такая же, как и для мартеновских печей.

Тигельная сталь выплавляется в огнеупорных тиглях емкостью от 20 до 40 *кг*. Тигли загружаются особо чистой шихтой и в них выплавляются высококачественные стали. Тигельная выплавка обходится дорого и применяется редко. Тигельные стали успешно заменяют электросталями.

По применению стали разделяют на конструкционные, инструментальные и стали с особыми физическими свойствами.

Конструкционные стали применяются для изготовления деталей различных машин и механизмов; более ответственные детали изготовляют из конструкционных легированных сталей, менее ответственные — из конструкционных углеродистых сталей.

Инструментальные стали применяются для изготовления различных инструментов — режущего, мерительного, монтажного, ударного, штампового. Подобно конструкционным, инструментальные стали могут быть углеродистыми для изготовления инструмента, работающего в легких условиях (резцы, плашки, метчики), или легированными для изготовления инструмента, работающего в тяжелых условиях (бабы молотов, штампы для горячей штамповки).

К сталям с особыми физическими свойствами относятся такие, из которых изготовляют механизмы или детали, работающие в особых условиях (при высокой температуре, в химической среде и др.), как-то: нержавеющие стали, кислотостойкие, жаростойкие и пр.

По структуре стали разделяют на следующие классы: перлитный со структурой перлита, мартенситный, аустенитный, карбидный и ферритный. Каждый класс структуры в зависимости от на-

личия в стали легирующих элементов обладает различными физическими и механическими свойствами, что вызывает необходимость применения разных тепловых и механических режимов ковки.

По химическому составу стали разделяют на углеродистые и легированные. Углеродистые и легированные стали состоят из железа и углерода, количество последнего колеблется в пределах 0,2—2%. Кроме этого, углеродистые стали содержат в незначительных, а легированные — в значительных количествах различные химические примеси.

Примеси можно разделить на четыре группы:

п о с т о я н н ы е или обыкновенные примеси, к которым относятся элементы, присутствующие в любой стали в незначительных количествах, потому что введение их необходимо при производстве стали (марганец, кремний) или потому что невозможно полностью освободиться от них (сера, фосфор);

с к р ы т ы е примеси (кислород, водород, азот), которые присутствуют в любой стали, но содержание их настолько мало, что обнаруживается только сложными химическими анализами;

с л у ч а й н ы е примеси, попадающие в ту или иную сталь из местных шихтовых материалов или по случайным причинам (при переплавке луженого или оцинкованного скрапа в сталь попадает олово, цинк, свинец; сталь, выплавленная из керченских руд, содержит мышьяк и т. д.);

с п е ц и а л ь н ы е примеси или легирующие элементы (хром, никель, молибден, вольфрам, ванадий, медь, титан, ниобий, кобальт и др.), которые намеренно вводят в состав стали для придания ей желаемых свойств.

Сталь, содержащая обычный процент углерода, а также постоянные, скрытые и случайные примеси, называется у г л е р о д и с т о й, а сталь, содержащая, кроме перечисленных, еще и специальные примеси, называется с п е ц и а л ь н о й или л е г и р о в а н н о й.

## § 15. УГЛЕРОДИСТЫЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ СТАЛИ

В зависимости от назначения углеродистые стали разделяются на два вида: конструкционные и инструментальные.

Углеродистая конструкционная сталь содержит до 0,7% углерода и применяется для изготовления валов, осей, шатунов, зубчатых колес. Она делится на сталь обыкновенного качества (ГОСТ 380—50) и сталь качественную (ГОСТ 1050—52).

Сталь обыкновенного качества делится на группы А и В.

Г р у п п а А объединяет углеродистые конструкционные стали по механическим свойствам (предел прочности от 30 до 80 *кг/мм*$^2$) без регламентирования химического состава стали. Стали этой группы маркируются следующим образом: Ст.0, Ст.1, Ст.2, Ст.3, Ст.4, Ст.5, Ст.6 и Ст.7. Механические свойства этих сталей и применение их указаны в приложении 1.

Группа В объединяет углеродистые конструкционные стали, имеющие регламентированный химический состав и применяемые для изготовления изделий, не требующих термической обработки (рельсы, неответственные зубчатые колеса, валы, оси, мелкие ремонтные детали сельскохозяйственных машин). Маркируются эти стали так же, как и стали группы А, но с добавлением одной буквы, указывающей на способ изготовления стали. Например, обозначение МСт.1 указывает на то, что эта сталь изготовлена в мартеновской печи, обозначение БСт.3 — что сталь бессемеровская. В группе В установлены следующие марки стали: МСт.0, МСт.2, МСт.3, МСт.4, МСт.5, МСт.6, МСт.7; БСт.0, БСт.3, БСт.4, БСт.5, БСт.6 и т. д.

Конструкционная качественная углеродистая сталь применяется для изготовления ответственных деталей в машиностроении и обычно подвергается термической обработке. Эти стали маркируются двузначными цифрами: 10, 15, 20, 25, 30 и т. д., указывающими среднее содержание углерода в сотых долях процента. Механические свойства конструкционных качественных углеродистых сталей и применение их указаны в приложении 2.

## § 16. УГЛЕРОДИСТЫЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СТАЛИ

Углеродистые инструментальные стали применяются для изготовления различных инструментов — кузнечного, слесарного, штамповочного, фрез, резцов, плашек, метчиков, протяжек и пр. Они содержат от 0,7 до 2% углерода. Согласно ГОСТ 1435—54 инструментальные углеродистые стали обозначаются следующими марками: У7, У8, У8Г, У9, У10, У11, У12, У13, а также У7А, У8А, У8ГА, У9А, У10А, У11А, У12А, У13А. Буква У указывает, что сталь углеродистая, стоящая за ней цифра обозначает приблизительное содержание углерода в десятых долях процента. Буква Г ставится в том случае, если в стали имеется повышенное содержание марганца. Содержание марганца в этих сталях колеблется от 0,15 до 0,60%, а кремния — от 0,30 до 0,35%. Буква А ставится в том случае, если сталь является высококачественной по составу с пониженным содержанием серы и фосфора.

Твердость — одно из главных качеств инструментальной стали. Применение этих сталей указано в приложении 3.

## § 17. ЛЕГИРОВАННЫЕ СТАЛИ

Сталь, в состав которой намеренно вводятся специальные примеси, называется специальной или легированной. Легированная сталь, содержащая один легирующий элемент, называется тройной (в ее составе учитываются также железо и углерод), содержащая два элемента, — четверной и т. д.

В зависимости от того, какие специальные элементы введены в состав стали, она называется хромистой, никелевой, хромоникелевой, хромомарганцевокремнистой и т. д.

**Влияние химических элементов на механические свойства стали.** Каждый химический элемент, входящий в состав стали, улучшает или ухудшает ее механические свойства.

Углерод, являющийся обязательным элементом во всякой стали, независимо от его количества увеличивает твердость и прочность стали и уменьшает вязкость и способность к свариваемости. Чем больше углерода в стали, тем больше ее твердость и прочность и тем меньше вязкость и свариваемость.

Сера и фосфор — вредные примеси. Содержание серы и фосфора даже в незначительных количествах оказывает вредное влияние на механические свойства стали, понижая ее прочность. Содержание в стали более 0,045% серы делает сталь красноломкой, т. е. такой, которая при ковке в нагретом состоянии дает рванины, трещины. Содержание в стали более 0,045% фосфора делает сталь хладноломкой, т. е. легко ломающейся в холодном состоянии.

Марганец (Г) повышает твердость и прочность стали, ее режущие свойства, увеличивает прокаливаемость, но снижает стойкость стали к ударным нагрузкам. Стали Гадфильда с содержанием примерно 15% марганца обладают высокой вязкостью.

Кремний (С) значительно повышает упругие свойства стали, но снижает вязкость и свариваемость. При содержании более 2% кремния сталь становится хрупкой и при ковке разрушается.

Никель (Н) увеличивает вязкость, прочность и упругость, но несколько снижает теплопроводность стали; никелевые стали хорошо куются. Значительное содержание никеля делает сталь немагнитной, коррозийностойкой и жаропрочной. Содержание никеля в обычных сортах стали доходит до 5%, а в специальных — до 50%.

Хром (Х) повышает прочность, закаливаемость и жаростойкость, режущие свойства и стойкость на истирание, но снижает вязкость и теплопроводность стали. Поэтому хромистую сталь следует нагревать медленно и следить за выдержками, ковать при высоких температурах, так как ковка при пониженных температурах вызывает наклеп (поверхностную уплотненную корку). Содержание хрома в обычных сортах стали доходит до 2%, а в специальных — до 25%.

Молибден (М) повышает прочность, вязкость и твердость стали, ее режущие свойства, но снижает теплопроводность. Чем больше молибдена в стали, тем медленнее ее следует нагревать. Для ковки молибденовых сталей требуется более мощное оборудование, так как повышенная прочность их сохраняется и в нагретом состоянии. Содержание молибдена

в обычных сортах стали доходит до 0,45%, а в специальных — до 6%.

Кобальт (К) повышает прочность стали при ударных нагрузках, улучшает жаропрочность и магнитные свойства стали.

Ванадий (Ф) способствует раскислению стали, повышает ее твердость и режущие свойства, не оказывает на ковку заметного влияния, препятствует перегреву стали. Содержание ванадия в обычных сталях доходит до 0,1—1%, а в специальных — до 18%.

Вольфрам (В) так же, как и молибден, повышает твердость и сохраняет режущие свойства стали даже при высоких температурах, но снижает теплопроводность. Поэтому вольфрамовую сталь следует нагревать медленно, чтобы избежать трещин, а ковать — при высоких температурах. Содержание вольфрама в обычных сталях доходит до 0,5%, а в специальных — до 20%.

Титан (Т) при плавке способствует удалению из стали азота, благодаря чему сталь получается более плотной, однородной и жаропрочной.

Кроме перечисленных, при изготовлении стали применяются и другие элементы (каждый в отдельности или в соединении с одним, двумя, тремя другими элементами). Одновременным введением в состав стали двух или более легирующих элементов достигается максимальное значение механических свойств. В соответствии с этим в машиностроении нередко применяют стали сложного химического состава — хромоникелевые (содержащие хром и никель), хромокремнемарганцовистые (содержащие хром, кремний, марганец), хромовольфрамовые (содержащие хром и вольфрам) и др.

Изменения механических свойств стали, вызываемые легирующими элементами, становятся особенно заметными после термической обработки поковок.

**Маркировка легированных сталей.** Легированные стали подразделяются на конструкционные, инструментальные и стали с особыми свойствами. Для маркировки легированных сталей применяются цифры и буквы, например: легированная сталь марки 35ХГС содержит 0,32—0,39% углерода, 1,1—1,40% хрома, 0,8—1,1% марганца, 1,1 — 1,4% кремния; легированная сталь марки 25Х2МФА содержит 0,22—0,29% углерода, 1,5—1,8% хрома, 0,2—0,3% молибдена, 0,15—0,30% ванадия; буква А указывает на то, что эта сталь высококачественная, имеет пониженное содержание серы и фосфора.

Таким образом, цифры и буквы в марках легированных сталей фиксируют химический состав стали и количество легирующих элементов, а именно: первые две цифры обозначают количество углерода в сотых долях процента, буквы — наличие того или иного легирующего элемента, стоящие вслед за бук-

вами цифры — среднее содержание данного элемента в процентах, отсутствие цифр указывает на то, что количество легирующего элемента составляет около 1%. Буквы А, Э, Р, поставленные в некоторых марках легированных сталей, обозначают: буква А — сталь высококачественная, буква Э — сталь изготовлена в электропечи, буква Р — сталь быстрорежущая.

Легированная конструкционная сталь. Наименование, марки и применение 18 групп легированных конструкционных сталей установлены ГОСТ 4543—48. Наиболее употребительные марки этих сталей и их применение приведены в приложении 4.

Легированная инструментальная сталь, помимо прочих повышенных свойств, обладает лучшими режущими свойствами по сравнению с углеродистой и сохраняет их даже при нагреве до высоких температур.

Из инструментальных легированных сталей наиболее качественной является быстрорежущая сталь, которая согласно ГОСТ 5251—51 выпускается в виде двух марок Р18 и Р9 (цифры показывают среднее содержание в этой стали вольфрама в целых процентах). Наименование и применение наиболее употребительных марок легированной инструментальной стали приведены в приложении 5.

Легированные стали и сплавы с особыми свойствами. Стали и сплавы этой группы содержат значительное количество легирующих элементов, которые придают им свойства, обеспечивающие успешную работу механизмов, изготовленных из таких сталей, при высоких температурах, в среде, вызывающей коррозию и пр. Марки, наименование и применение наиболее употребительных сталей и сплавов с особыми свойствами согласно ГОСТ 5632—51 приведены в приложении 6.

Декапированная листовая сталь. Декапированной называется листовая сталь, прошедшая отжиг и травление. Она применяется для изготовления предметов домашнего обихода — котелков, бачков, бидонов и пр. Размеры листов и вес декапированной стали даны в приложении 7.

## § 18. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАРОК СТАЛЕЙ

Необходимым условием изготовления прочной и легкой детали является выбор наиболее подходящей стали. Марку стали определяют специальным химическим анализом или по сертификату (документу от завода-изготовителя стали с характеристикой ее химического состава и механических свойств). В условиях колхозной кузницы марку стали можно определять по условной окраске прутков и по испытанию на искру.

**Условная окраска прутков стали.** Для распознавания марок стали принято торцы прутков окрашивать в различные услов-

ные цвета, соответствующие тем или другим маркам стали. Условные цвета окраски некоторых марок конструкционной стали перечислены в приложении 8.

**Испытание на искру.** Испытание на искру производится на наждачном точиле. Кусок испытываемой стали слегка прижимается к вращающемуся наждачному кругу. Различные цвета и количество искр, появляющихся вследствие трения между кругом и сталью, соответствуют различным маркам стали. На рис. 16 показана проба на искру углеродистых и легированных сталей.

## § 19. ВИДЫ ПРОКАТА

Прокат (стальные прутки и листы, изготовленные на прокатных станах) делится на четыре основных вида: а) листовой; б) сортовой (профиль простой геометрической формы и фасонные профили); в) трубы; г) периодический прокат, сечение которого периодически меняется.

Колхозному кузнецу чаще всего приходится ковать сортовой прокат, а из сортового проката — заготовки из прутков круглого и квадратного сечения, а также заготовки из полосы. Необходимые данные для расчетов при использовании этих профилей проката приведены в приложениях 9 и 10.

## § 20. ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ

К цветным металлам относятся алюминий, медь, олово, свинец и др. Эти металлы и их сплавы широко применяются в сельском хозяйстве и промышленности.

**Алюминий** представляет собой белый металл с голубоватым оттенком. Он принадлежит к группе легких металлов, его удельный вес 2,7. Алюминий обладает ценными свойствами: пластичностью, ковкостью, легко поддается отливке и обработке на механических станках, отличается высокой электрической проводимостью. Чистый алюминий обладает высокой устойчивостью против атмосферных влияний. Но он имеет низкие механические свойства. Алюминий применяется в сплавах дуралюмина, латуни, бронзы, баббита и др. в виде листов, прутков, литья, поковок, труб и заклепок.

Алюминиевые листы согласно ГОСТ 1946—50 поставляются в горячекатаном состоянии (без термической обработки) — марки АД и АД1 толщиной от 5 до 10 *мм*; в отожженном состоянии — марки АД-М и АД1-М толщиной от 0,3 до 10 *мм*; в нагартованном состоянии — марки АД-Н и АД1-Н толщиной от 0,3 до 10 *мм*. Алюминиевые листы изготовляются длиной 2000, 3000 и 4000 *мм*, шириной от 400 до 1500 *мм* в зависимости от толщины.

Трубы алюминиевые согласно ГОСТ 4773—49 поставляются в отожженном состоянии марки АД-М и АД1-М и нагар-

*1 — мягкая углеродистая сталь (0,12% C)*

*2 — углеродистая сталь (0,5% C)*

*3 — углеродистая сталь (0,9% C)*

*4 — углеродистая сталь (1,2% C)*

*5 — марганцовистая сталь (10—14% Mn)*

*6 — быстрорежущая сталь (10% W, 4% Cr, 0,7% C)*

*7 — вольфрамовая сталь (1,3% W)*

*8 — кремнистая сталь*

*9 — хромистая сталь*

*10 — хромоникелевая сталь (3—4% Ni и 1% Cr)*

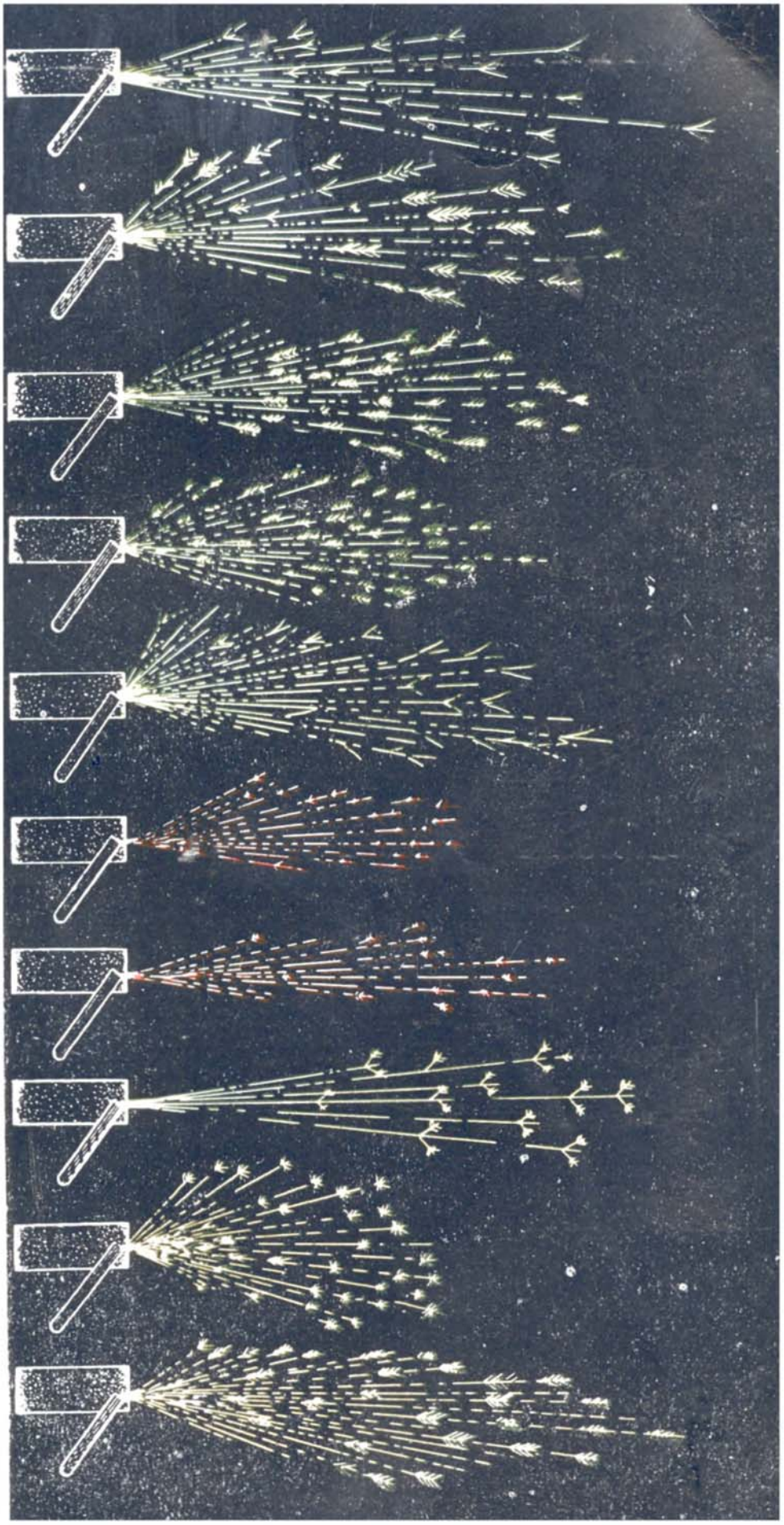


Рис. 16. Проба на искру

тованном состоянии марки АД-Н и АД1-Н. Трубы круглые тянутые изготовляют с наружным диаметром от 6 до 120 *мм* и с толщиной стенок от 0,5 до 5 *мм*, круглые прессованные — с наружным диаметром от 25 до 280 *мм* и с толщиной стенок от 5 до 32,5 *мм*. По длине алюминиевые трубы поставляют: 1) немерной длины от 2 до 5,5 *м*; 2) мерной (определенной) длины — в пределах немерной длины с допускаемыми отклонениями по длине +15 *мм*; 3) длины, кратной мерной, с припуском на каждый разрез по 5 *мм* (если другой припуск не оговорен в заказе) и с допускаемыми отклонениями на общую длину +15 *мм*.

Механические свойства алюминиевых листов и труб должны соответствовать нормам, указанным в приложении 11.

**Медь** представляет собой металл розовато-красного цвета, обладающий рядом ценных свойств: большой пластичностью, ковкостью, высокой электропроводностью и теплопроводностью. Чистая (рафинированная) медь быстро окисляется в сыром воздухе и при высокой температуре, но в сухом воздухе почти не поддается окислению. В сыром воздухе медь покрывается так называемой пахикой зеленого цвета, которая представляет собой углекислую медь. Медь хорошо поддается прокатке в тонкие листы и проволоку.

Незначительные присадки к меди других примесей понижают ее ценные свойства. Наиболее вредными примесями меди являются висмут, сурьма, свинец и сера. Особенно вредны висмут и сера. Примесь серы даже в ничтожном количестве делает медь хрупкой. Примесью меди является также кислород, который присутствует во всех технических сортах меди. При относительно большом содержании кислорода вязкость меди понижается, что ухудшает возможность обработки ее давлением и может привести к образованию трещин.

Присутствие мышьяка в количестве от 0,1 до 0,35% повышает вязкость меди и ее сопротивляемость при высоких температурах и в то же время снижает электропроводность. Поэтому такая примесь полезна для изделий, работающих при повышенных температурах, но очень вредна при изготовлении электропроводов.

Из меди М1, М2 и М3 изготовляют листы, ленты, трубы и заклепки.

Листы холоднокатаные изготовляют толщиной от 0,4 до 10 *мм*, шириной 600, 710 и 1000 *мм* и длиной соответственно 1500, 1410 и 2000 *мм*. Листы горячекатаные выпускают толщиной от 1 до 25 *мм*, шириной от 600 до 1800 *мм* с градацией 50 *мм*, шириной от 1800 до 3000 *мм* с градацией 100 *мм*, длиной от 1000 до 6000 *мм* с градацией 100 *мм*.

Медные круглые тянутые трубы выполняют из меди марок М1, М2 и М3 с наружным диаметром от 3 до 380 *мм* и толщиной стенок от 0,5 до 10 *мм*. Механические свойства листов и

труб из меди должны соответствовать нормам, указанным в приложении 11.

**Латунь** — это сплав меди с цинком; в таком сплаве содержится от 20 до 45% цинка. Латунь обладает желтой окраской различных оттенков. В зависимости от содержания в латуни меди и цинка, а также специальных примесей она разделяется на несколько сортов, обладающих разными свойствами, которые зависят от состава сплава. Чем больше цинка содержит латунь, тем большей прочностью она обладает. Чем больше меди содержит латунь, тем лучше она обрабатывается.

Латунь хорошо противодействует кислороду воздуха и обладает высокой устойчивостью против коррозии. Латунь, содержащая до 20% цинка, носит название томпака, латунь с 40% цинка называется мунц-металлом.

Наиболее употребительной является латунь марки Л-59 (содержание меди 57—60%, остальное — цинк и другие примеси) и марки Л-62 (содержание меди 60,5—63,5%, остальное — цинк и другие примеси). В зависимости от содержания меди и цинка удельный вес латуни колеблется от 8,3 до 8,9. При обработке в холодном состоянии латунь делается твердой, получает упрочнение, для устранения которого ее отжигают. Листы и полосы согласно ГОСТ 931—52 изготовляют: 1) горячекатаные листы из латуни марок Л62, Л062-1 и ЛС59-1; 2) холоднокатаные листы и полосы из латуни марок Л68, Л62, ЛМц58-2, Л062-1 и ЛС59-1.

Листы горячекатаные прокатывают толщиной от 3 до 22 *мм*, длиной 1500, 1410, 2000 *мм* и шириной соответственно 600, 710 и 1000 *мм;* листы холоднокатаные — толщиной от 0,4 до 10 *мм*, длиной 1500, 1410, 2000 *мм* и шириной соответственно 600, 710 и 1000 *мм*; полосы холоднокатаные — толщиной от 0,4 до 10 *мм*, длиной от 500 до 2000 *мм*, шириной от 40 до 500 *мм*.

Механические свойства листов и полос из латуни должны соответствовать нормам, указанным в приложении 11.

**Олово.** Чистое олово имеет серебристо-белый цвет с голубоватым оттенком. В природе олово встречается в виде окиси, соединенное одновременно с серой, сурьмой, мышьяком, медью, железом и другими примесями. Присутствие в олове примесей железа, мышьяка, висмута, сурьмы, меди и свинца понижает его ковкость и пластичность и увеличивает хрупкость. Для промышленных целей олово выпускается в виде чушек или прутков. По химическому составу и примерному назначению олово согласно ГОСТ 860—41 выпускается четырех марок: 01 — содержащее 99,9% олова; 02—99,56% олова; 03—98,35% олова; 04—96,25% олова. Олово марок 01 и 02 применяют для лужения металлических изделий, а марок 03 и 04 — для изготовления припоев, сплавов, баббитов и других целей.

Температура плавления олова 232°, температура кипения 2270°. Удельный вес чистого олова 7,3. Олово обладает высокой

легкоплавкостью, пластичностью, ковкостью, хорошо поддается прокатке. Чистое олово на воздухе не изменяется и почти не теряет своего блеска, только с течением времени оно покрывается тончайшей пленкой окиси олова серого цвета. Олово очень устойчиво к действию на него органических кислот, содержащихся в пищевых продуктах. Оно хорошо также противостоит различным атмосферным влияниям.

**Бронзы** разделяются на оловянистые и безоловянистые. Оловянистые бронзы представляют собой сплав меди и олова, в них содержатся также в небольших количествах фосфор, цинк, свинец и некоторые примеси (железо, сурьма, висмут, алюминий и др.). Оловянистые бронзы согласно ГОСТ 5017—49 изготовляются пяти марок: Бр. ОФ6,5-0,15; Бр. ОФ4-0,25; Бр. ОЦ4-3; Бр. ОЦС-4-4-2,5. Бронза оловянистая марки Бр. ОФ6,5-0,15 обладает значительной твердостью и прочностью, не окисляется и хорошо отливается. Она применяется для изготовления подшипниковых деталей, лент, полос, прутков, проволоки для пружин. Бронза оловянистая марки Бр. ОЦС-4-4-2,5 применяется для изготовления лент, полос к прокладкам во втулках и подшипниках.

Оловянистая бронза с примесью 1% фосфора называется фосфористой бронзой. Она имеет повышенную прочность и применяется для изготовления подшипников.

Бронзы безоловянистые согласно ГОСТ 493—54 изготовляют различных марок и применяют для производства деформированных и литых полуфабрикатов и изделий. Листы и ленты изготовляют из безоловянистых бронз марок Бр.А5; Бр. А7; Бр.Б2; Бр.Б2—5. Фасонное литье выполняют из безоловянистых бронз марок Бр.АМц-9-2Л; Бр.АМц10-2; Бр.АЖЭ-4Л; Бр.АЖМц10-3-1,5; Бр.АЖС7-1,5-1,5 и т. д.

**Баббит** представляет собой легкий сплав из олова, свинца, сурьмы, меди и других цветных металлов.

Баббиты оловянисто-свинцовые согласно ГОСТ 1320—55 изготовляют шести марок: Б89; Б83; Б16; Б6; БН; БТ. Баббиты указанных марок применяют для заливки подшипников.

Для заливки подшипников автотракторных двигателей применяют баббиты марок Б83 и БН. Баббит марки Б83 состоит из 7,25—8,25% сурьмы, 2,5—3,5% меди, остальное — олово. Температура плавления этого сплава колеблется в пределах 460—500°. Баббит марки Б83 является одним из лучших баббитов, но ввиду большого содержания в нем олова он является дефицитным. Баббит марки БН состоит из 9—11% олова, 13—15% сурьмы, 1,5—2% меди, 1,25—1,75% кадмия, 0,5—0,9% мышьяка. Температура плавления этого сплава колеблется в пределах 240—400°.

Баббит марки БТ, состоящий из 9—11% олова, 14—16% сурьмы, 0,7—1,1% меди и 0,05—0,2% теллура, применяется для заливки коренных и шатунных подшипников ряда двигателей.

Очень часто вместо оловянисто-свинцовых баббитов применяют кальциевые баббиты марок БК и БК2. Баббит марки БК состоит из 0,85—1,15% кальция, 0,6—0,9% натрия, остальное — свинец. Он предназначен для заливки толстослойных подшипников (толщина слоя более 3 *мм*). Баббит марки БК2 состоит из 0,35—0,55% кальция, 0,25—0,5% натрия, 1,5—2,5% олова, 0,04—0,09% магния, остальное — свинец. Он применяется для заливки тонкослойных подшипников (толщина слоя менее 1 *мм*).

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какими физическими, механическими и технологическими свойствами обладает сталь?
2. Какое влияние на механические свойства стали оказывают углерод, сера, фосфор, марганец, кремний, никель, хром и вольфрам?
3. По каким признакам классифицируется сталь?
4. Как маркируются конструкционные стали?
5. Как маркируются инструментальные стали?
6. Какие стали называются легированными и как они маркируются?
7. Какие существуют методы распознавания марок сталей, кроме химического анализа?
8. Перечислите цветные металлы и дайте краткую характеристику их механических свойств.

Глава III

# ПОНЯТИЕ О ДЕФОРМАЦИИ И ТЕЧЕНИИ МЕТАЛЛА. РАСЧЕТ ЗАГОТОВКИ

## § 21. ПОНЯТИЕ О ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ

При действии на тело внешних или внутренних сил оно изменяет свою форму. Изменение формы тела под воздействием внешних или внутренних сил называется деформацией.

Если тело после удаления действующих (приложенных) на него сил восстанавливает свою первоначальную форму, то эта деформация называется упругой (обратимой). Если же тело после удаления действующих на него сил не восстанавливает своей первоначальной формы, то такая деформация называется пластической (необратимой).

Свойства упругой и пластической деформации присущи всем металлам. Металлы, которые хорошо куются, считаются пластичными, а которые плохо куются — хрупкими.

Ковкость определяется пластическими свойствами металлов и их сплавов, т. е. способностью заготовки, изготовленной из того или иного металла, при ударах молота или давлении пресса необратимо изменять свою форму без разрушения. Пластичность у разных металлов бывает различной. Судить о пластичности металлов и их сплавов можно по механическим свойствам — относительному удлинению, относительному сужению шейки при разрыве образца и величине осадки до начала разрушения при сжатии. Для суждения о пластичности служат диаграммы пластичности.

Величина деформации обычно характеризуется степенью деформации, которая представляет собой отношение разности каких-либо размеров до и после деформации, и определяется в процентах. Например, при вытяжке степень деформации выражается как отношение разностей начальной и конечной площадей и определяется по формуле

$$E = \frac{F_0 - F_1}{F_0} \times 100,$$

где E — степень деформации вытяжки;

$F_0$ — площадь сечения заготовки до вытяжки;

$F_1$ — площадь сечения заготовки после вытяжки.

**Пример.** Вычислить степень деформации заготовки при вытяжке, если диаметр заготовки до вытяжки $D_0=20$ *мм*, а диаметр заготовки после вытяжки $D_1=16$ *мм*.

Площадь сечения заготовки до вытяжки:

$$F_0 = \frac{\pi D_0^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 20^2}{4} = 314 \text{ мм}^2.$$

Площадь сечения заготовки после вытяжки:

$$F_1 = \frac{\pi D_1^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 16^2}{4} = 200 \text{ мм}^2.$$

Степень деформации заготовки при вытяжке:

$$E = \frac{F_0 - F_1}{F_0} \cdot 100 = \frac{314 - 200}{314} \cdot 100 = 36,3\%.$$

Пластическое деформирование металлов и их сплавов подчиняется основным законам пластической деформации (закон постоянства объема, закон наименьшего сопротивления и др.).

Закон постоянства объема исходит из того, что объем тела до деформации равен его объему после деформации. Математически условие закона постоянства объема определяется по формуле

$$V = h_0,\ b_0,\ l_0 = h_1, b_1, l_1,$$

где $h_0$, $b_0$, $l_0$ — размеры тела до деформации;

$h_1$, $b_1$, $l_1$ — размеры тела после деформации.

Согласно закону постоянства объема после пластической деформации объем металла не изменяется, пластическое же деформирование металла происходит за счет перемещения элементарных объемов металла с одного места на другое.

Большое практическое значение при ковке металлов имеет закон наименьшего сопротивления, согласно которому в случае возможности перемещения элементарных объемов деформируемого тела в различных направлениях каждый объем тела смещается в направлении наименьшего сопротивления.

Заготовка квадратного сечения согласно закону наименьшего сопротивления под действием давления бойка и трения в процессе осадки постепенно округляется и превращается в цилиндр. Это объясняется тем, что в процессе осадки заготовки элементарные объемы металла, испытывающие давление бойка, будут стремиться выйти из-под бойка кратчайшим путем — в направлении наименьшего сопротивления, т. е. в направлении, перпендикулярном к сторонам (периметру сечения) заготовки. Наибольшее же сопротивление металла в этом случае наблюдается в направлении диагоналей заготовки.

Законом наименьшего сопротивления кузнецы широко пользуются на практике.

## § 22. ПОНЯТИЕ О ТЕЧЕНИИ МЕТАЛЛА ПРИ КОВКЕ

Заготовки, подлежащие обработке ковкой, нагревают до ковочной температуры. В результате этого металл переходит в такое состояние, при котором кузнец ударами молота или давлением пресса заставляет металл течь или смещаться в нужном направлении до тех пор, пока заготовке не будет придана нужная форма и размеры.

Если круглую заготовку из стали с содержанием 0,9% углерода (длина заготовки примерно в полтора раза больше ее диаметра) нагреть до температуры 1100° и начать обрабатывать на молоте, то под действием ударов бойка заготовка начнет осаживаться в стороны. В верхней и нижней частях заготовка обычно осаживается меньше, а посередине — больше. Это происходит вследствие того, что металл течет в центре заготовки интенсивней, чем в местах, где он соприкасается с бойками.

Заготовка после окончания ее обработки обычно получает форму бочки.

Процесс ковки круглой заготовки показывает, что металл неодинаково течет во всех направлениях. На течение металла в процессе ковки оказывают влияние размеры бойков, отделка их рабочей поверхности, охлаждающее действие бойков на обрабатываемую заготовку, трение между бойками и поковкой.

Бойки для ковки выбирают в зависимости от формы и размера поковок, марки обрабатываемой стали, технологии ковки, типа оборудования.

При пластическом деформировании между бойками зажимается объем металла. Объем металла, зажатый между бойками, называется *очагом деформации*. Форма очага деформации определяется длиной бойка и шириной заготовки. В широком очаге деформации большая часть металла течет в длину, а в длинном очаге деформации, наоборот, большая часть металла течет в ширину.

Такое течение металла в длину и ширину соответствует закону наименьшего сопротивления. Течение металла в процессе ковки зависит от ширины бойков. Например, при вытяжке металла узкими бойками деформируемый металл течет по закону наименьшего сопротивления вперед (поперек бойков). Поэтому при вытяжке металла пользуются узкими бойками или вытяжку производят короткой прихваткой. Для получения гладкой поверхности поковок, изготовляемых путем вытяжки, подача металла производится обычно на величину 0,4—0,8 ширины бойков.

При рассмотрении процесса осадки круглой заготовки было отмечено, что металл в центре заготовки течет интенсивнее, чем

в местах, где она соприкасается с бойками. Это явление объясняется, с одной стороны, наличием поверхностного трения между бойками и поковкой, с другой — охлаждающим действием бойков на обрабатываемый металл.

Трение заготовки о бойки молота образуется из-за шероховатой поверхности бойков. Для уменьшения трения между бойками и заготовкой необходимо применять наиболее чистые бойки, специальную смазку для бойков или пользоваться бойками с полированной поверхностью. Применение смазки способствует скольжению металла заготовки относительно бойков, что повышает его деформацию.

Охлаждающее действие бойков на поверхность обрабатываемой заготовки также влияет на течение металла. Холодные бойки при соприкосновении с заготовкой отнимают тепло с ее поверхности, уменьшают пластичность металла. На практике нагрев бойков молота осуществляется чаще всего куском горячего металла: раскаленный кусок металла кладут на нижний боек и прижимают его верхним бойком.

## § 23. ВЛИЯНИЕ КОВКИ НА СТРУКТУРУ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛА

Внутреннее строение металла называется его структурой. Структура металла зависит от его химического состава, температуры, способа отливки слитка и его размеров. При изменении структуры изменяются также свойства металлов.

Наука, изучающая структуру металлов и сплавов, называется металлографией. Основоположником науки о металлах является великий русский ученый Д. К. Чернов. Учение Д. К. Чернова о внутреннем строении металлов послужило основой развития науки о металлах.

Каждый металл имеет зернистое строение. Эти зерна можно наблюдать на его изломе. Еще лучше зерна будут видны, если, например, слиток разрезать в продольном направлении, затем подготовить шлиф, т. е. поверхность разреза обработать (отшлифовать и протравить специальным раствором). Строение слитка по диаметру и по высоте разное. Это объясняется условиями литья слитков и явлениями кристаллизации стали при остывании ее в изложнице (форма, в которой отливаются слитки). Вследствие большой разности температур расплавленного металла и стенок изложницы в первый момент после заливки металла на стенках изложницы образуется тонкая корочка из мелких зерен — кристаллов *3* (рис. 17). Когда изложница разогревается, то металл затвердевает медленнее и в следующем слое образуются вытянутые, так называемые столбчатые зерна — кристаллы *4*. В центре слитка влияние охлаждающих стенок изложницы почти не сказывается и металл затвердевает в виде крупных зерен *5*.

После заливки металла в изложницу поверхность его покрывается плотной коркой, а внутри металл находится еще в жидком состоянии. При затвердевании объем жидкого металла уменьшается и вследствие этого в слитке образуются пустоты — усадочная раковина *1* и усадочная рыхлость *2*. Верхняя часть слитка, в которой находятся усадочная раковина и усадочная рыхлость, и нижняя (донная) часть слитка *6*, в которой столбчатые кристаллы расположены вертикально и поэтому слабо соединены с основной его частью, представляют собой недоброкачественный металл. Для изготовления поковок используется лучшая, средняя, часть слитка, составляющая 63—75% его веса.

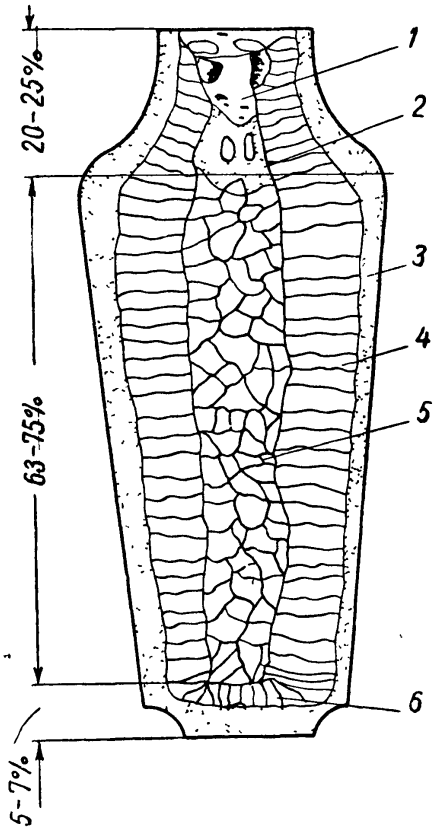



Рис. 17. Строение слитка:
*1* — усадочная раковина, *2* — усадочная рыхлость, *3* — наружная зона мелких кристаллов, *4* — зона вытянутых столбчатых кристаллов, *5* — зона кристаллов центральной части, *6* — донная часть слитка

Стальные слитки, как видно из рис. 17, не представляют собой однородной массы застывшего металла и имеют зернистое строение. Зерна металла различаются между собой по величине и форме, они могут изменять свои размеры и форму в зависимости от способа обработки металла.

В металлографии различают макроструктуру и микроструктуру. Под макроструктурой понимают строение металлов и сплавов, выявляемое при рассмотрении шлифа невооруженным глазом или с небольшим увеличением (до 20 раз). По макроструктуре стали можно определить: 1) форму внутреннего строения стали в слитке или прокате; 2) характер неоднородности по составу после отливки; 3) расположение пор, усадочных пустот, усадочной рыхлости, газовых пузырей и других пороков, встречающихся в слитке и поковках.

Микроструктурой металлов и сплавов называется их строение, которое можно наблюдать, пользуясь металломикроскопом при увеличении от 50 до 2000 раз или электронным микроскопом при увеличении в несколько десятков тысяч раз. По микроструктуре стали можно определить: 1) размеры и форму отдельных зерен, характеризующих строение стали; 2) характер пороков металла, возникших при отливке и последующей обработке (поры, трещины и т. д.); 3) структурные составляющие, получаемые после ковки и термической обработки.

При ковке изменяются макроструктура, микроструктура и

механические свойства металла. Эти изменения в основном зависят от температуры ковки, степени уковки, химического состава, способа ковки. При ковке характерная макроструктура литого металла (в том числе и литого слитка) изменяется на волокнистую макроструктуру. Образование волокнистой макроструктуры при ковке слитка происходит вследствие того, что его зерна (первичные дендритные кристаллиты), а также пороки слитка (ликвационные зоны, газовые пузыри, шлаковые включения и т. д.) вытягиваются в направлении течения металла и образуют полосы или волокна из деформированных кристаллитов, вследствие чего получается волокнистая структура.

С изменением структуры слитка изменяются механические свойства стали. При ковке слитка механические свойства стали вдоль оси лучше, чем поперек ее.

Температурные условия ковки влияют как на структуру стали, так и на ее механические свойства. При нагреве стали до 723° никаких изменений в размерах и форме зерен не происходит. При нагреве выше 723° в структуре стали происходят существенные изменения. Из разнородных и сложных по своему химическому составу отдельных зерен (феррит, перлит, цементит) получаются однородные зерна твердого раствора углерода в железе — аустенита. Этот твердый раствор может сохраняться лишь при температурах, превышающих критические; при медленном охлаждении он снова распадается, при этом сталь приобретает исходную структуру.

Если охлаждение стали вести быстро, процесс распада твердого раствора (аустенита) не успевает осуществиться полностью и сталь в зависимости от скорости охлаждения получает ряд промежуточных структур, которые придают ей различные механические свойства. Для получения высоких механических свойств кованых изделий надо ковку заканчивать при температуре, близкой к критической (около 800°). При соблюдении температурных условий ковки обеспечивается также получение кованых изделий с определенной микроструктурой.

Структура и механические свойства литой стали при ковке (вытяжкой) зависят от степени уковки. Согласно ГОСТ 2335—50 у к о в к о й называется отношение площади поперечного сечения до ковки к площади поперечного сечения после ковки. Применительно к заготовкам и поковкам уковкой называется отношение площади поперечного сечения заготовки к площади поперечного сечения поковки. Математически уковка определяется по формуле

$$У_к = \frac{F_{заг}}{F_{пок}},$$

где $У_к$ — степень уковки;

$F_{заг}$ — площадь поперечного сечения заготовки;

$F_{пок}$ — площадь поперечного сечения поковки.

Для увеличения уковки иногда перед вытяжкой производят осадку. В этом случае площадью поперечного сечения до ковки считают площадь поперечного сечения заготовки после осадки.

В процессе ковки (вытяжки) литого слитка его средняя часть приобретает обычно волокнистое строение после двух-трехкратной степени уковки. С изменением макроструктуры стали в зависимости от степени уковки меняются и механические свойства кованой стали. Например, относительное удлинение при разрыве и ударная вязкость в продольном направлении увеличиваются, а в поперечном направлении уменьшаются.

Согласно ГОСТ 2335—50 степень уковки регламентирована для поковок, изготовляемых из прокатной стали, и поковок, изготовляемых из слитков. Так, при изготовлении поковок из горячекатаной стали уковка должна быть не менее 1,5 по основному телу и не менее 1,3 по фланцам или другим выступающим частям.

**Пример.** Определить степень уковки при вытяжке поковки с сечением 250 × 250 *мм*, изготовляемой из заготовки 320 × 320 *мм*.

Определяем площадь сечения заготовки:

$$F_{заг} = 32 \cdot 32 = 1024 \ см^2.$$

Определяем площадь сечения поковки:

$$F_{пок} = 25 \cdot 25 = 625 \ см^2.$$

Степень уковки:

$$У_к = \frac{F_{заг}}{F_{пок}} = \frac{1024}{625} = 1{,}6.$$

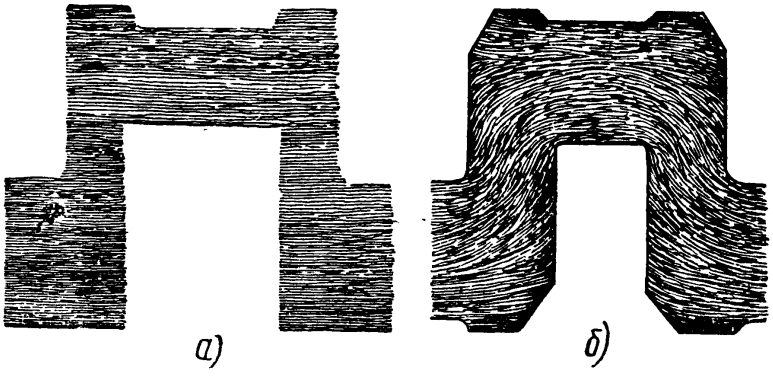



Рис. 18. Макроструктура коленчатых валов, изготовленных:
*а* — вырубкой, *б* — изгибанием

Механические свойства кованых изделий зависят также от способов ковки. При изготовлении кованых изделий нельзя перерезать волокна металла, так как это уменьшает их прочность. На рис. 18 изображены коленчатые валы, изготовленные вырубкой и изгибанием. Они отличаются по своим механическим

свойствам. У вала, изготовленного вырубкой (рис. 18, *а*), волокна перерезаны, следовательно, механические свойства в отдельных его частях будут неодинаковыми. Вал, изготовленный изгибанием (рис. 18, *б*), имеет одинаковые на всем протяжении и, следовательно, более высокие механические свойства, так как его волокна не перерезаны и расположены вдоль всего вала.

## § 24. ПРИПУСКИ, ДОПУСКИ И НАПУСКИ

Поковки изготовляют с припусками на механическую обработку, допусками на ковку и напусками.

На рис. 19, *а, б* изображен ступенчатый вал с припусками и допусками на изготовление. Из рисунка видно, что припуск указан относительно контура вала, допуск же указан относительно контура поковки.

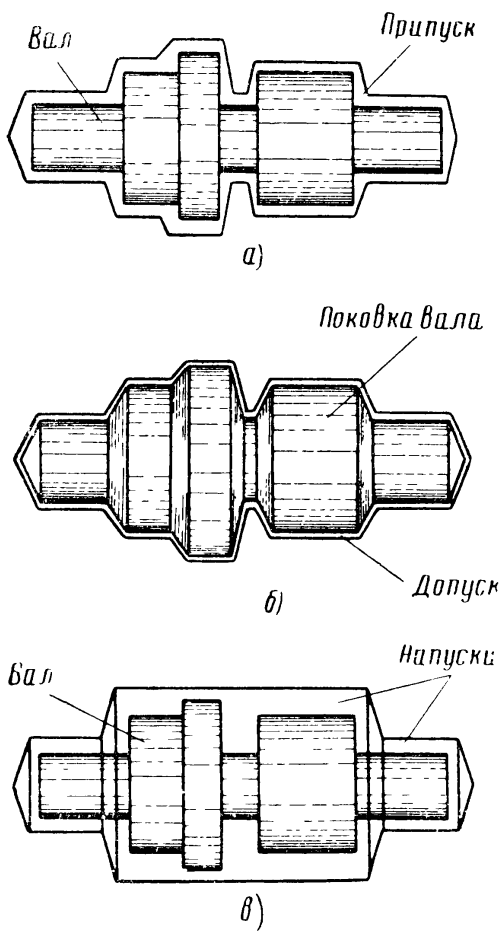



Рис. 19. Схема расположения припуска, допуска и напуска на поковку

Допуск на изготовление детали не следует смешивать с припуском на обработку детали. Припуск представляет собой увеличение размера детали сверх номинального на величину слоя металла, снимаемого при механической обработке с целью получения определенной точности размеров и необходимой чистоты рабочих поверхностей.

Величина припуска в каждом отдельном случае указывается на чертеже поковки и зависит от длины, толщины, диаметра и сложности конфигурации поковки.

Как бы точно ни работал кузнец, он не может без малейших отклонений придать детали все размеры, указанные в чертеже поковки. Поэтому, чтобы ограничить величину отклонения от задаваемых размеров, на чертеже поковки проставляются допуски, ограничивающие неточность работы кузнеца.

В тех случаях, когда поковку невозможно изготовить соответственно контуру детали, ее форма упрощается за счет оставления в необходимых местах избыточного металла, называемого напуском. Схема образования напуска поковки вала показана на рис. 19, *в*.

Основные определения и правила установления припусков и допусков на поковки регламентированы ГОСТ 7062—54.

Припуском называется предусмотренное превышение размеров поковки против номинальных размеров детали, обеспечивающее после механической обработки требуемые размеры детали и чистоту ее поверхности.

Допуском на кузнечную обработку называется разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами поковки.

Верхним отклонением называется разность между наибольшим предельным и номинальным размерами поковки. Нижним отклонением называется разность между номинальным и нижним предельным размерами поковки.

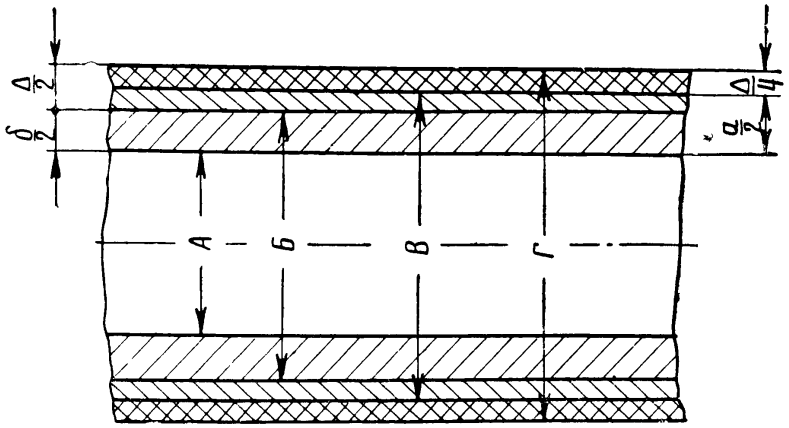



Рис. 20. Схема расположения припусков и допусков на наружный размер кованой детали (по ГОСТ 7062-54)

Схема расположения припусков и допусков на наружный размер кованой детали приведена на рис. 20. Буквами и цифрами на этой схеме обозначены:

$А$ — номинальный размер детали или поковки после механической обработки;

$б$ — минимальный припуск на размер $А$ ($б = Б - А$);

$Б$ — наименьший предельный размер поковки ($Б = А + б$);

$а$ — номинальный припуск на размер $А$ ($а = б + \frac{\Delta}{2}$);

$\Delta$ — допуск;

$\frac{\Delta}{2}$ — отклонение на номинальный размер поковки $\left(\pm \frac{\Delta}{2}\right.$ — верхнее и нижнее отклонения от номинального размера поковки);

$В$ — номинальный (расчетный) размер поковки ($В = А + а$);

$Г$ — наибольший предельный размер поковки $\left(Г = В + \frac{\Delta}{2} = \right.$ $= А + б + \Delta$).

Величины припусков на механическую обработку резанием, допуски на номинальные размеры поковок из углеродистой и ле-

гированной стали, изготовляемых свободной ковкой на молотах, регламентированы ГОСТ 7829—55.

Припуски по ГОСТ 7829—55 назначаются на номинальные размеры детали, указанные в чертеже детали, при чистоте поверхности ▽ 3 или на номинальные размеры, указанные в технологическом чертеже предварительно обработанной (ободранной) заготовки.

В таблицах ГОСТ 7829—55 указаны номинальные величины припусков на размер детали из расчета обработки поковок с двух сторон, а предельные отклонения указаны на номинальные размеры поковок. При обработке детали с одной стороны припуск принимают равным половине величины, указанной в таблицах ГОСТ 7829—55; верхнее отклонение при этом сохраняют без изменения, а нижнее принимают с коэффициентом 0,5.

Для необрабатываемых поковок или участков допуски на соответствующие размеры назначаются по ГОСТ 7829—55 с коэффициентом 0,5—0,8. Наружные радиусы округлений, утяжки при прошивке и отрубке, сдвиг сечений, смещение отверстия при прошивке, неперпендикулярность граней, неравномерность распределения припуска и другие искажения формы не должны выходить за пределы допуска.

Поковки, изготовляемые свободной ковкой на молотах по ГОСТ 7829—55, в зависимости от их конфигурации и сечения делятся на семнадцать типов.

В табл. 5, 6 и 7 указаны припуски и допуски на размеры поковок небольших сечений, так как поковки больших сечений в колхозных кузницах редко применяются. Для поковок гладких сплошных круглого сечения (табл. 5) припуски и допуски установлены в зависимости от диаметра и длины детали. Припуски и отклонения распространяются на детали с соотношением размеров $L > 1{,}5\ D$. Припуски на длину больше припусков на диаметр в три раза. Угол скоса $\alpha$ должен быть не более 10°.

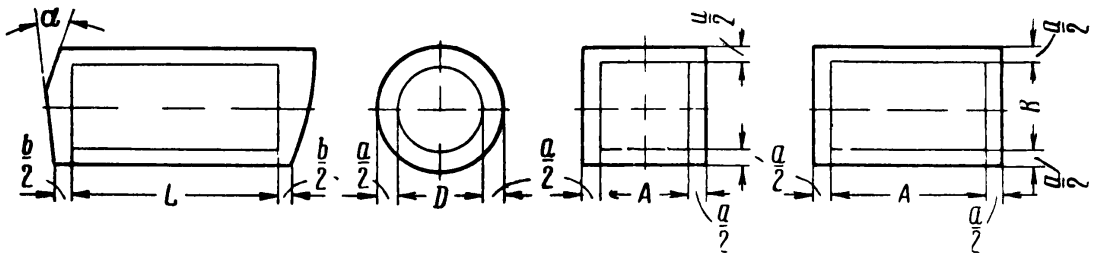
Для поковок гладких сплошных прямоугольного сечения (табл. 5) припуски и допуски установлены на размеры сечения $A$, $B$ и длину детали. Припуски и отклонения распространяются на детали с соотношением размеров $L > 1{,}5\ B$ и $A < 1{,}5\ B$. Припуски и отклонения назначаются по наибольшему размеру сечения.

Для поковок сплошных цилиндров, брусков, кубиков, пластин, дисков, дисков с отверстиями, пластин с отверстиями припуски и допуски установлены в зависимости от диаметра и высоты детали (табл. 6). Припуски и отклонения, указанные в табл. 6, распространяются на сплошные цилиндры при $H \leqslant 1{,}5\ D$; на бруски, кубики и пластины при $H \leqslant B$, $A \leqslant 1{,}5B$; на диски при $H \leqslant 0{,}5D$; на диски с отверстиями при $H \leqslant D$, $d \leqslant 0{,}5H$; на пластины с отверстиями при $H \leqslant B$, $A \leqslant 1{,}5B$, $d \leqslant 0{,}5B$.

У прямоугольных деталей за размер $H$ принимают наименьший размер, а размером $A$ считают наибольший размер детали. Припуски и отклонения на размер $B$ принимают такие же, как и на размер $A$.

Таблица 5

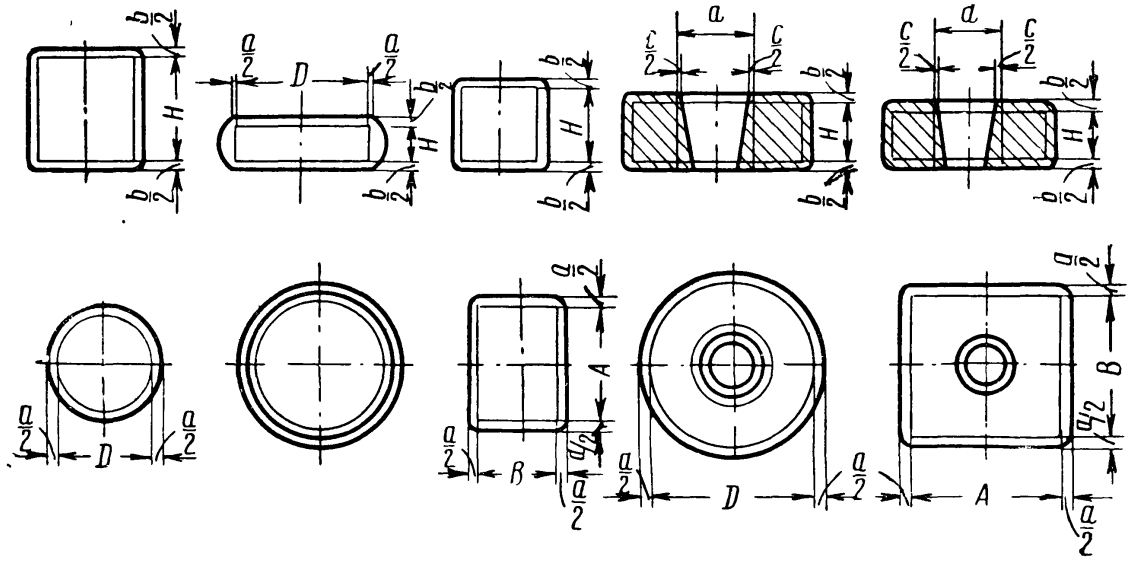
**Припуски и допуски на размеры для гладких сплошных поковок круглого и прямоугольного сечений, изготовляемых свободной ковкой на молотах**




| Длина детали $L$ в *мм* | Размеры детали, на которые начисляются припуски и допуски в *мм* | Диаметр $D$ или размеры сечения $A$ и $B$ в *мм* | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 25—50 | 51—80 | 81—120 | 121—180 | 181—250 |
| | | припуски $a$, $b$ и отклонения в *мм* | | | | |
| До 250 | На $D$, $A$, $B$ | $5^{+1}_{-2}$ | $6\pm2$ | $8\pm3$ | — | — |
| | На $L$ | $15\pm6$ | $18\pm6$ | $24\pm8$ | — | — |
| 251—500 | На $D$, $A$, $B$ | $6\pm2$ | $8^{+2}_{-3}$ | $9\pm3$ | $10\pm3$ | $12^{+3}_{-4}$ |
| | На $L$ | $18\pm6$ | $24\pm8$ | $27\pm10$ | $30\pm10$ | $36\pm12$ |
| 501—800 | На $D$, $A$, $B$ | $7\pm2$ | $9^{+2}_{-3}$ | $10\pm3$ | $11^{+3}_{-4}$ | $13\pm4$ |
| | На $L$ | $20\pm6$ | $27\pm10$ | $30\pm10$ | $33\pm12$ | $40\pm12$ |

Таблица 6

**Припуски и допуски на размеры сплошных поковок с отверстиями, имеющих форму цилиндра, диска, кубика, бруска и пластины, изготовляемых свободной ковкой на молотах**

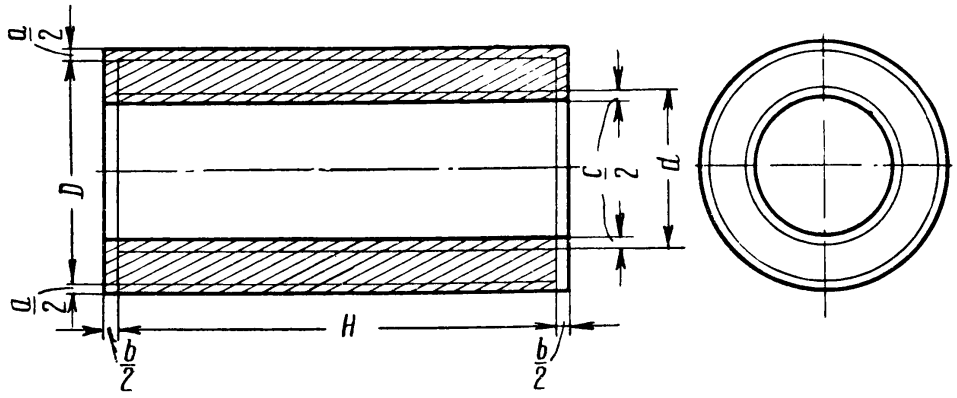


| Высота детали $H$ в *мм* | Диаметр детали $D$ или размер $A$ в *мм* | Припуски $a$, $b$, $c$ и отклонения в *мм* | | |
|---|---|---|---|---|
| | | на высоту $H$ | на размеры $D$, $A$, $B$ | на диаметр отверстия $d$ при разности $D-d$ или $A-a$ |
| | | | | 50—120 |
| До 50 | До 50 | $7\pm2$ | $7\pm2$ | — |
| | 51—80 | $7\pm2$ | $8\pm2$ | — |
| | 81—120 | $7\pm2$ | $9\pm2$ | $14\pm2$ |
| | 121—180 | $7\pm2$ | $10\pm2$ | $15\pm2$ |
| | 181—250 | $8\pm2$ | $11^{+2}_{-3}$ | $16^{+3}_{-2}$ |
| 51—80 | До 50 | $7\pm2$ | $7\pm2$ | — |
| | 51—80 | $8\pm2$ | $8\pm2$ | — |
| | 81—120 | $8\pm2$ | $10\pm2$ | $15\pm2$ |
| | 121—180 | $8\pm2$ | $11^{+2}_{-3}$ | $16^{+3}_{-2}$ |
| | 181—250 | $9^{+2}_{-3}$ | $12^{+2}_{-3}$ | $17^{+3}_{-2}$ |
| 81—120 | До 80 | $9\pm2$ | $9\pm2$ | — |
| | 81—120 | $11\pm3$ | $11\pm3$ | $16\pm3$ |
| | 121—180 | $11\pm3$ | $12\pm3$ | $17\pm3$ |
| | 181—250 | $12^{+3}_{-4}$ | $14^{+3}_{-4}$ | $19^{+4}_{-3}$ |

Для поковок цилиндров с отверстием припуски и допуски установлены в зависимости от диаметра и высоты детали (табл. 7).

Таблица 7

**Припуски и допуски на размеры поковок, имеющих форму цилиндра с отверстием, изготовляемых свободной ковкой на молотах**




| Высота детали $H$ в *мм* | Диаметр детали $D$ в *мм* | Припуски $a$, $b$, $c$ и отклонения в *мм* | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | на высоту $H$ | на наружный диаметр $D$ | на диаметр отверстия $d$ при разности $D-d$ | | |
| | | | | до 60 | 61—130 | 131—180 |
| 60—120 | 60—120 | 14±5 | 14±4 | 17±4 | — | — |
| 121—180 | 60—180 | 17±6 | 16±5 | 19±5 | 20±5 | — |
| 181—250 | 120—250 | 19±6 | 18±6 | 22±6 | 22±6 | 23±6 |

Припуски и отклонения, указанные в табл. 7, распространяются на детали, у которых $H>D$, $H<1{,}5\ D$, $d>0{,}5\ D$ и $d$ не менее 50 *мм*. Сверх припусков в отверстии допускается конусность 1 : 20.

В табл. 8 указаны величины допусков на размеры (толщину

Таблица 8

**Рекомендуемые величины допусков на размеры для поковок, не подвергающихся механической обработке**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Допуски на диаметр круглых поковок, стороны квадратных и прямоугольных поковок | Размеры диаметра или стороны в *мм* | До 25 | 26—65 | 66—160 | 161—200 |
| | Допуски в *мм* | ±1,0 | ±1,5 | ±2,0 | ±2,5 |
| Допуски на длину (общую и отдельных участков) поковок | Размеры длины в *мм* | До 160 | 161—250 | 251—400 | 401—650 |
| | Допуски в *мм* | ±2,0 | ±2,5 | ±3,0 | ±3,5 |

или длину) для гладких (без уступов), круглых и прямоугольных поковок небольших размеров, не подвергающихся механической обработке.

## § 25. СОСТАВЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖА ПОКОВКИ

Чертеж поковки составляется на основании чертежа готовой детали. На чертеже поковки дается полное графическое изображение формы поковки, проставляются необходимые размеры, характеризующие поковку, указываются припуски, допуски и напуски.

Составление чертежа поковки начинается с вычерчивания осевых линий. Затем относительно осевых линий вычерчивают тонкими линиями контур готовой детали для того, чтобы можно было, пользуясь чертежом, судить о форме готовой детали и проверить величину фактических припусков после ковки.

По табл. 5—7 устанавливают припуски на механическую обработку и отклонения на ковку. В случае необходимости на чертеже указываются напуски. После установления величин припусков, отклонений и напусков вокруг контура готовой детали вычерчивают контур поковки и проставляют основные размеры и отклонения.

Контур поковки вычерчивают толстыми линиями по ее номинальным размерам, которые допускается округлять до ближайших целых чисел в бóльшую сторону. При простановке номинальных размеров по длине поковки с уступами всегда указывается общая длина, а также длина отдельных ее участков, кроме одного концевого уступа. Этот размер концевого уступа включается в общую длину поковки. Длина концевого уступа не указывается с той целью, чтобы кузнец в процессе работы пользовался лишь размером полной длины. В противном случае он может пользоваться размерами только отдельных частей и изготовлять их по нижнему отклонению; в этом случае полная длина поковки может не получиться.

Величины верхнего и нижнего отклонений размеров обозначаются цифрами со знаками плюс и минус, располагаемыми справа и выше номинального размера поковки.

**Пример 1**. Необходимо составить чертеж поковки на брусок прямоугольной формы (рис. 21, *а*). На листе бумаги проводим осевую линию, относительно которой тонкими линиями в масштабе вычерчиваем контур бруска и проставляем размеры: длина $L=400$ *мм*, высота $B=70$ *мм* и ширина $A=100$ *мм*.

По табл. 5 в зависимости от длины $L$, высоты $B$ и ширины $A$ устанавливаем припуски и отклонения. В нашем случае при длине $L=400$ *мм*, высоте $B=70$ *мм* и ширине $A=100$ *мм* припуски и отклонения определяются на длину $L=27\pm10$ *мм*, на высоту $B=9\pm3$ *мм* и ширину $A=9\pm3$ *мм*. Согласно ГОСТ 7829—55 припуски и отклонения на высоту $B$ и ширину $A$ определяются по наибольшему размеру сечения, т. е. по размеру ширины $A$.

Размеры поковки вычисляем с учетом определенных величин припусков. Следовательно, поковка будет иметь следующие размеры: длина ее $L=400+27=427$ *мм*, высота $B=70+9=79$ *мм*, ширина $A=100+9=109$ *мм*.

Размеры поковки бруска округляем до ближайших чисел, оканчивающихся на 0 или 5, в большую сторону. Тогда поковка будет иметь следующие размеры: $L = 430$ *мм*, $B = 80$ *мм*, $A = 110$ *мм*.

После установления размеров поковки вокруг ранее нанесенных тонких линий наносим жирные линии, которыми определяется контур поковки, и проставляем номинальные размеры поковки с отклонениями, т. е. $L = 430 \pm 10$ *мм*, $B = 80 \pm 3$ *мм*, $A = 110 \pm 3$ *мм* (рис. 21, *б*).

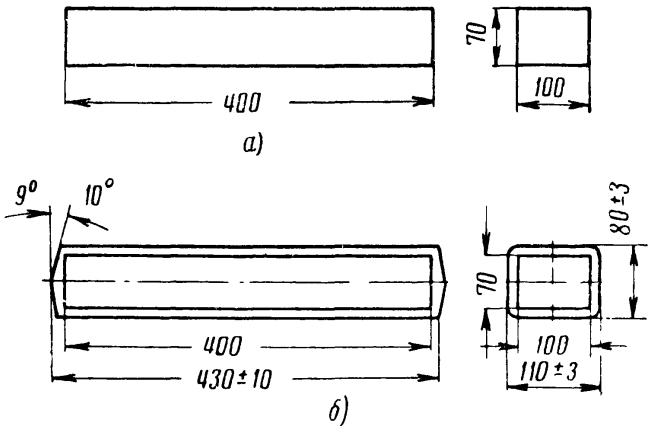



Рис. 21. Чертеж бруска прямоугольной формы:
*а* — конструктивный, *б* — поковочный

**Пример** 2. Необходимо составить чертеж поковки на втулку (рис. 22, *а*). На листе бумаги проводим осевую линию. Затем относительно осевой линии вычерчиваем тонкими линиями в масштабе контур втулки и проставляем размеры: наружный диаметр $D = 100$ *мм*, высота $H = 170$ *мм* и диаметр отверстия $d = 50$ *мм*.

По табл. 7 в зависимости от размеров высоты $H$ и диаметра цилиндра устанавливаем припуски на механическую обработку и отклонения на ковку. В нашем случае при высоте $H = 170$ *мм*, наружном диаметре втулки $D = 100$ *мм* и диаметре отверстия втулки $d = 50$ *мм* припуски и отклонения на высоту $H = 17 \pm 6$ *мм*, на диаметр $D = 16 \pm 5$ *мм* и $d = 19 \pm 5$ *мм*.

Размеры поковки определяем с учетом определенных величин припусков. Следовательно, поковка будет иметь следующие размеры: высота ее $H = 170 + 17 = 187$ *мм*, наружный диаметр $D = 100 + 16 = 116$ *мм*, диаметр отверстия $d = 50 - 19 = 31$ *мм*.

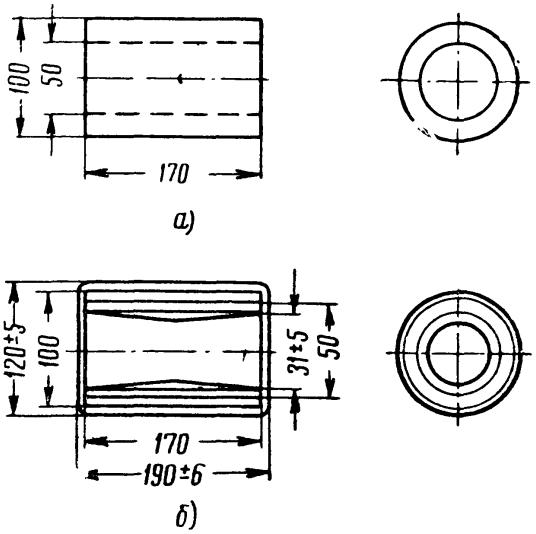



Рис. 22. Чертеж втулки:
*а* — конструктивный, *б* — поковочный

Размеры высоты и наружного диаметра поковки втулки округляем до ближайших целых чисел в бо́льшую сторону, тогда поковка будет иметь следующие размеры: $H = 190$ *мм*, $D = 120$ *мм*. Затем вокруг ранее нанесенных тонких линий, определявших контур готовой втулки, наносим жирные линии, которыми определяется контур поковки, и проставляем номинальные размеры поковки с отклонениями, т. е. $H = 190 \pm 6$ *мм*, $D = 120 \pm 5$ *мм*, $d = 31 \pm 5$ *мм* (рис. 22, *б*).

## § 26. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕСА И РАЗМЕРОВ ИСХОДНОЙ ЗАГОТОВКИ

Определение веса исходной заготовки для поковок, изготовляемых из проката, производится с учетом неизбежных технологических потерь, т. е. отходов металла на обсечки и угар. Вес исходной заготовки для поковок, изготовляемых из проката, определяется по формуле

$$G_{заг} = G_{пок} + G_{об} + G_{уг},$$

где $G_{заг}$ — вес исходной заготовки;
$G_{пок}$ — вес поковки;
$G_{об}$ — вес отходов на обсечки;
$G_{уг}$ — вес отходов на угар.

Вес поковки $G_{пок}$ в общем случае определяется как произведение объема металла поковки на удельный вес и подсчитывается по формуле

$$G_{пок} = V_{пок}\gamma,$$

где $G_{пок}$ — вес поковки;
$V_{пок}$ — объем металла поковки;
$\gamma$ — удельный вес металла.

Объемы поковок простой формы (цилиндр, шар, конус и т. п.) определяются по формулам стереометрии.

Удельный вес для углеродистых и легированных сталей равен 7,85 $г/см^3$. Объемы металла для мелких и средних поковок обычно подсчитываются в кубических сантиметрах. Вес металла соответственно получается в граммах.

Для определения объема поковки, имеющей сложную форму, поковку на чертеже разбивают на такие участки, которые имеют наиболее простую и удобную для подсчета геометрическую форму.

После подсчета объемов отдельных частей в кубических сантиметрах их суммируют и получают объем поковки. Затем объем поковки умножают на удельный вес и, разделив это произведение на 1000, получают вес поковки в килограммах.

При наличии готовой поковки путем взвешивания определяют ее вес, а затем и объем. Вес отходов на обсечки $G_{об}$ (включая отходы на обрубки) определяется в зависимости от формы поковки и выполняемых операций, предусмотренных технологическим процессом. Вес отходов на угар $G_{уг}$ определяется в зависимости от веса нагреваемого металла и количества нагревов. Поэтому при определении веса исходной заготовки вес отхода на угар принимается в среднем от 2 до 3% от веса нагреваемого металла на полный нагрев и от 1,5 до 2% на каждый подогрев. При нагреве в горнах, где топливо непосредственно соприкасается с нагреваемым металлом, угар достигает 4—5% за каждый полный нагрев. Отходы на обсечки и угар из-за трудности определения их величины обычно берутся на основании практи-

ческих данных. Суммарный вес отходов на обсечки и угар для различных поковок в процентах от веса поковок ориентировочно составляет:

1) для поковок типа бруска квадратного сечения, валика круглого сечения, изготовляемых путем протяжки, обрубки и правки, 6—7%;

2) для поковок типа валика с круглой или квадратной головкой, изготовляемых путем протяжки, кругления, обрубки и правки, 7—8%;

3) для поковок типа серьги, скобы, изготовляемых путем протяжки, обрубки, гибки и правки, 8—10%;

4) для поковок типа валика с двусторонними уступами, изготовляемых путем протяжки, засечки и обрубки, 9—10%;

5) для поковок рукояток, изготовляемых путем протяжки, засечки, обрубки и правки, 12—13%;

6) для поковок типа кривошипного вала, изготовляемых путем протяжки, засечки, обрубки и правки, 15—18%.

В случае применения нескольких нагревов в этих примерах к общему проценту необходимо добавлять металл на угар (на каждый подогрев от 1,5 до 2%).

Определение исходного сечения заготовки производится в зависимости от выбранного технологического процесса.

Для поковок, изготовляемых методом осадки, заготовка подбирается таким образом, чтобы отношение высоты к диаметру для круглых заготовок или высоты к стороне квадрата для заготовок квадратного сечения было не более 1,5—2,5. Если отношение высоты заготовки к диаметру или стороне квадрата будет более 2,5, то не исключено ее искривление при осадке.

Для поковок, изготовляемых вытяжкой, сечение заготовки определяется из условия обеспечения необходимой величины уковки, т. е.

$$F_{заг} = У_к \cdot F_{макс},$$

где $F_{заг}$ — площадь поперечного сечения заготовки;

$У_к$ — степень уковки;

$F_{макс}$ — площадь максимального поперечного сечения поковки.

После вычисления необходимого поперечного сечения катаной заготовки подбирают заготовку нужного сечения по таблицам ГОСТ. Если в этих таблицах отсутствует требуемый размер сечения, то берется ближайший бóльший размер.

Длина заготовки определяется по ее объему и сечению исходной заготовки.

Объем заготовки определяется по формуле

$$V_{заг} = \frac{G_{заг}}{\gamma},$$

$V_{заг}$ — объем заготовки;

$G_{заг}$ — вес исходной заготовки;

$\gamma$ — удельный вес.

Длина заготовки определяется по формуле

$$L_{заг} = \frac{V_{заг}}{F_{заг}},$$

где $L_{заг}$ — длина заготовки;

$V_{заг}$ — объем заготовки;

$F_{заг}$ — площадь поперечного сечения заготовки.

## § 27. ПРИМЕРЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРОВ ЗАГОТОВОК

**Пример 1.** Определить размеры заготовки для поковки валика диаметром $D=120$ *мм*, длиной $L=630$ *мм* (рис. 23, *а*). Поковка изготовляется из сортового проката методом вытяжки за один нагрев. Потери металла на обсечки и угар составляют 6% от веса поковки, а степень ковки — 1,4.

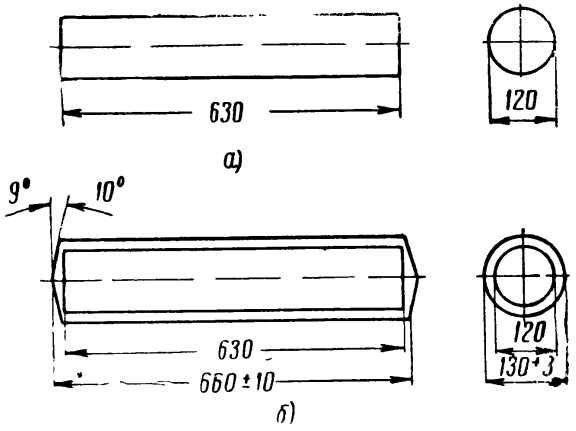



Рис. 23. Чертеж валика:
*а* — конструктивный, *б* — поковочный

Припуски на механическую обработку и соответствующие отклонения на изготовление валика определяются по табл. 6. Припуски и отклонения на размеры валика составляют на диаметр $10\pm3$ *мм* на длину $30\pm10$ *мм*. Следовательно, наружный диаметр поковки $D_1 = D+a=120+10=130$ *мм*; длина поковки $L_1=L+a=630+30=660$ *мм*. Чертеж поковки составляется на основании чертежа готового валика и размеров поковки, определенных подсчетом (рис. 23, *б*).

Объем поковки $V_{пок}$ определяется по формуле

$$V_{пок} = \frac{\pi D_1^2}{4} L_1 = \frac{3,14 \cdot 13^2}{4} \cdot 66 = 8712 \text{ см}^3.$$

Объем металла, теряемого на обсечки и угар, определяется по формуле

$$V_{отх} = \frac{V_{пок}(V_{обр} + V_{уг})}{100 - (V_{обр} + V_{уг})} = \frac{8712 \cdot 6}{100-6} = 556 \text{ см}^3,$$

где $V_{пок}$ — объем поковки;

$V_{об}$ — отход металла на обсечки;

$V_{уг}$ — отход металла на угар.

Объем металла исходной заготовки составит:

$$V_{заг} = V_{пок} + V_{отх} = 8712 + 556 = 9268 \text{ см}^3.$$

Вес заготовки соответственно будет равен:

$$G_{заг} = \frac{V_{исх} \cdot \gamma}{1000} = \frac{9268 \cdot 7,85}{1000} = 72,8 \text{ кг}.$$

Наибольшая площадь поперечного сечения:

$$F_{макс} = \frac{\pi D_1^2}{4} = \frac{3{,}14 \cdot 13^2}{4} = 132 \text{ см}^2.$$

Определяем площадь поперечного сечения заготовки при уковке, равной 1,4:

$$F_{заг} = У_к \cdot F_{макс} = 1{,}4 \cdot 132 = 185 \text{ мм}^2.$$

Определяем длину заготовки:

$$L_{заг} = \frac{V_{заг}}{F_{заг}} = \frac{9268}{185} = 50 \text{ см} = 500 \text{ мм}.$$

Таким образом, для изготовления поковки валика может быть взята заготовка диаметром 185 *мм* и длиной 500 *мм*.

**Пример 2.** Определить размеры заготовки для поковки диска диаметром 110 *мм*, высотой 80 *мм* и с диаметром отверстия 50 *мм* (рис. 24, *а*).

Поковка изготовляется из сортового проката методом осадки за один нагрев. Величина выдры (отход металла, образующегося при прошивке отверстия в поковке) обычно берется равной $^1/_3$ от полной высоты поковки. Потери металла на угар составляют 2% от веса поковки.

Припуски на обработку и соответствующие отклонения на изготовление поковки определяются по табл. 6.

Припуски и отклонения на размеры диска будут равны: на наружный диаметр $10 \pm 2$ *мм*, на высоту $8 \pm 2$ *мм*, на диаметр отверстия $15 \pm 2$ *мм*. Следовательно, поковка будет иметь следующие размеры: наружный диаметр поковки $D = 110 + 10 = 120$ *мм*, высота поковки $H = 80 + 8 = 88$ *мм*, округляем до 90 *мм*, диаметр отверстия $d = 50 - 15 = 35$ *мм*. Чертеж поковки составляется на основании чертежа диска и подсчитанных размеров поковки (рис. 24, *б*).

Из рис. 24, *б* видно, что отверстие поковки имеет конусность 1 : 20, которая дается сверх припусков.

Определяем объем поковки $V_{пок}$ в $см^3$.

$$V_{пок} = \left(\frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4}\right) H =$$

$$= \left(\frac{3{,}14 \cdot 12^2}{4} - \frac{3{,}14 \cdot 3{,}5^2}{4}\right) 9 = 930 \text{ см}^3.$$

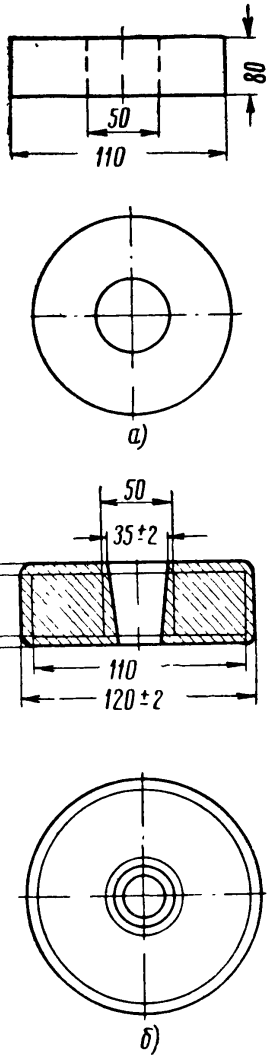



Рис. 24. Чертеж диска: *а* — конструктивный, *б* — поковочный

Определяем потери металла выдры в зависимости от высоты поковки. Высота выдры определяется по формуле

$$h_{выд} = \frac{1}{3} H = \frac{1}{3} 90 = 30 \text{ мм},$$

где $H$ — высота поковки.

Определяем объем металла выдры:

$$V_{выд} = \frac{\pi D^2}{4} h_{выд} = \frac{3{,}14 \cdot 3{,}5^2}{4} 3 = 30 \text{ см}^2.$$

Объем металла, теряемого на угар, будет составлять:

$$V_{отх} = \frac{(V_{пок} + V_{выд}) V_{уг}}{100 - V_{уг}} = \frac{(930 + 30) \cdot 2}{100 - 2} = 20 \text{ см}^2,$$

где $V_{пок}$ — объем металла поковки;

$V_{выд}$ — объем металла выдры;

$V_{уг}$ — отход металла на угар.

Определяем объем исходного металла заготовки

$$V_{заг} = V_{пок} + V_{выд} + V_{отх} = 930 + 30 + 20 = 980 \text{ см}^3.$$

Определяем вес заготовки

$$G_{заг} = \frac{V_{заг}\gamma}{1000} = \frac{980 \cdot 7{,}85}{1000} = 7{,}8 \text{ кг}.$$

Для дальнейшего подсчета размеров заготовки задаемся ее сечением. При изготовлении поковок осадкой заготовка подбирается таким образом, чтобы ее высота или длина не превышала диаметра или стороны квадрата более чем в 1,5—2 раза.

Для изготовления поковки берем квадратную заготовку размером 80×80 *мм*.

Определяем площадь поперечного сечения заготовки:

$$F_{заг} = a \cdot a = 8 \cdot 8 = 64 \text{ см}^2,$$

где $a$ — сторона квадратной заготовки, равная 8 *см*.

Определяем длину заготовки.

$$L_{заг} = \frac{V_{исх}}{F_{заг}} = \frac{980}{64} = 15{,}3 \text{ см}.$$

Проверяем, удовлетворяет ли выбранная заготовка условию

$$L \leqslant 1{,}5 \div 2{,}5\ a;$$

$$\frac{L_{заг}}{a} = \frac{153}{80} = 1{,}9.$$

Результат проверки показывает, что отношение длины к стороне находится в пределах допустимого, следовательно, поковка по размерам выбрана правильно.

**Пример 3.** Определить размеры заготовки шестерни диаметром $D$ = 114,4 *мм*, высотой $H$ = 25 *мм* и диаметром отверстия 20 *мм* (рис. 25, *а*). Поковка изготовляется из сортового проката методом осадки за один нагрев. Потери металла на обсечки, обрубки и угар составляют 7% от веса поковки; отверстие шестерни диаметром 20 *мм* не прошивается.

Припуски на механическую обработку и соответствующие отклонения на изготовление поковки шестерни определяются по табл. 6. Припуски и отклонения на размеры поковки шестерни будут равны: на наружный диаметр 9±2 *мм* и на высоту 7±2 *мм*. Следовательно, поковка будет иметь следующие размеры: наружный диаметр поковки $D_1 = D + a = 114{,}4 + 9 = 123{,}4$ *мм* или при округлении 125 *мм*, высота поковки $H_1 = H + a = 25 + 7 = 32$ *мм*.

Чертеж поковки составляется на основании чертежа готовой шестерни и подсчитанных размеров поковки (рис. 25, *б*). Определяем объем поковки $V_{пок}$ в *см*$^3$.

$$V_{пок} = \frac{\pi D_1^2}{4} H_1 = \frac{3{,}14 \cdot 12{,}5^2}{4} \cdot 3{,}2 = 402 \text{ см}^3.$$

Определяем объем металла, теряемого на обсечки и угар:

$$V_{отх} = \frac{V_{пок}(V_{обр} + V_{уг})}{100 - (V_{обр} + V_{уг})} = \frac{402 \cdot 7}{100 - 7} = 30{,}2 \text{ см}^3.$$

Определяем объем исходного металла заготовки:

$$V_{заг} = V_{пок} + V_{отх} = 402 + 30{,}2 = 432{,}2 \text{ см}^3.$$

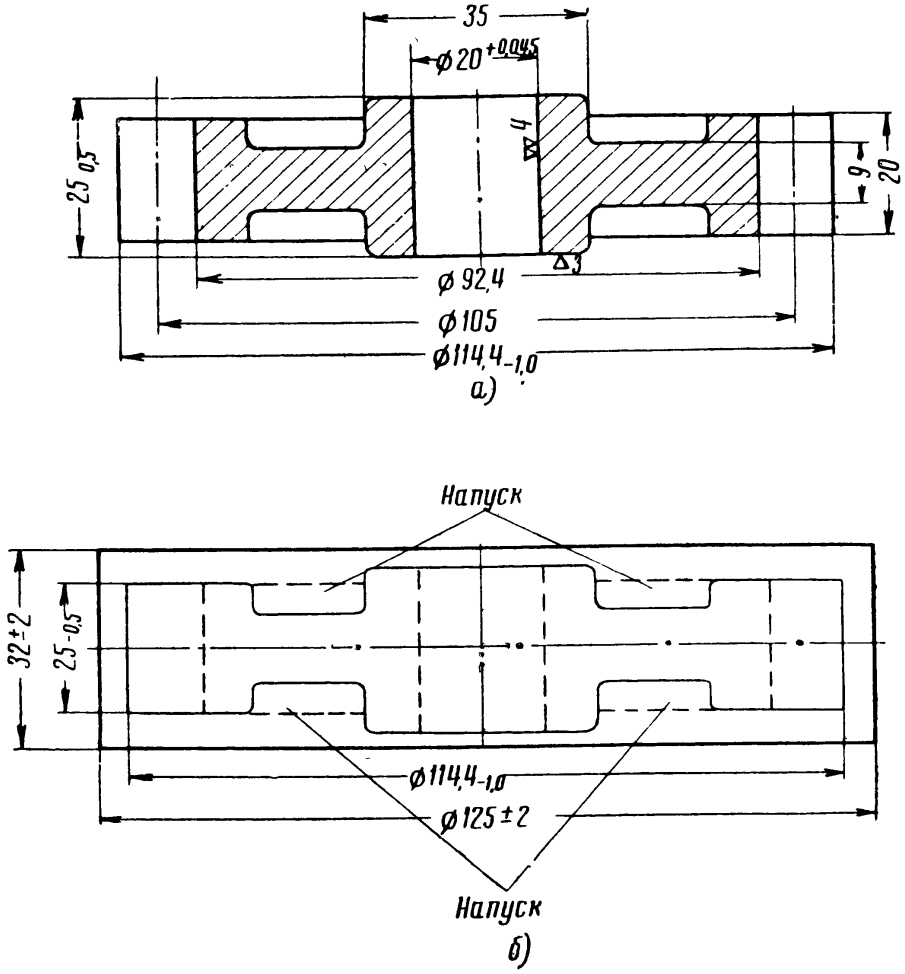



Рис. 25. Чертеж шестерни:
*а* — конструктивный, *б* — поковочный

Определяем вес заготовки:

$$G_{заг} = \frac{V_{заг}\gamma}{1000} = \frac{432{,}2 \cdot 7{,}85}{1000} = 3{,}4 \text{ кг}.$$

Для дальнейших подсчетов размеров заготовки задаемся ее сечением. При изготовлении поковки осадкой заготовка подбирается таким образом, чтобы ее высота не превышала диаметра или стороны квадрата более чем в 1,5—2,5 раза.

Для изготовления поковки берем круглую заготовку диаметром $d = 70$ *мм*.

$$F_{заг} = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3{,}14 \cdot 7^2}{4} = 38 \text{ см} = 380 \text{ мм}.$$

Определяем длину заготовки:

$$L_{заг} = \frac{V_{заг}}{F_{заг}} = \frac{432,2}{38} = 11,4 \text{ см} = 114 \text{ мм}.$$

Проверяем, удовлетворяет ли выбранная заготовка условию: $L \leqslant 1,5 \div 2,5\ d$.

$$\frac{L_{заг}}{d} = \frac{114}{70} = 1,63.$$

Результат проверки показывает, что отношение длины к диаметру находится в пределах допустимого, следовательно, поковка по размерам выбрана правильно.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какая деформация называется пластической и каким законам она подчиняется?
2. Какие факторы оказывают влияние на течение металла в процессе ковки?
3. Что называется уковом (уковкой)?
4. Что называется припуском на механическую обработку и допуском на ковку?
5. Что называется напуском?
6. Как составить чертеж поковки?
7. Как определить вес металла, необходимого для изготовления поковки при применении заготовки из проката?
8. Как определяется вес поковки?
9. Как определяется отход на угар?

## Глава IV

# НАГРЕВ МЕТАЛЛА И НАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

### § 28. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Для повышения пластичности и ковкости металла его подвергают нагреву в кузнечных горнах или печах. Нагрев металла осуществляется путем передачи ему тепла, выделяемого при сжигании топлива.

**Процесс горения топлива.** Сжигание топлива происходит в процессе горения, т. е. быстрого соединения горючих элементов топлива — углерода, водорода и серы с кислородом воздуха. Если в топку подается достаточное количество воздуха, а следовательно, и кислорода, то происходит полное сгорание основных горючих элементов — углерода и водорода и выделяется значительное количество тепла.

При подаче недостаточного количества воздуха, а следовательно, и кислорода, сгорание горючих элементов будет неполным и тепла выделится меньше. Например, при неполном сгорании углерода тепла выделится в три с лишним раза меньше, чем при полном сгорании. Поэтому всегда нужно подавать в топку печи или в горн достаточное для полного сгорания топлива количество воздуха. Однако следует иметь в виду, что избыток подаваемого воздуха вредно влияет на качество нагреваемого металла.

О количестве воздуха, подаваемого в топку печи или в горн, можно судить по следующему внешнему признаку. При большом избытке воздуха из трубы выходит светлый, мало заметный для глаза дым, а пламя в печи или горне — короткое, состоящее из небольших блестящих язычков. Такой избыток воздуха вызывает местные перегревы и пережоги металла, и поэтому подача воздуха должна быть уменьшена.

При недостаточной подаче воздуха из трубы выходит густой черный дым, а пламя в печи или горне — длинное красного цве-

та с черными прожилками. Такая подача воздуха замедляет нагрев металла, вызывает излишний расход топлива и поэтому должна быть увеличена.

Более точно характер процесса горения и величину подачи воздуха определяют специальными приборами — газоанализаторами, которые анализируют состав отходящих газов (дыма). На основании этих данных регулируют подачу воздуха в кузнечную печь.

## § 29. ВИДЫ ТОПЛИВА И ЕГО ХАРАКТЕРИСТИКА

В кузнечном производстве применяется твердое, жидкое и газообразное топливо. К твердому топливу относятся дрова, каменный уголь, торф, древесный уголь, антрацит, кокс; к жидкому — нефть, мазут, смолы; к газообразному — природный, газогенераторный, коксовальный, доменный, светильный и другие газы.

Некоторые из перечисленных видов топлива употребляются для сжигания в том виде, в каком они добываются, и поэтому носят название естественного топлива (каменный уголь, дрова, нефть, природный газ и пр.), а другие виды употребляются в переработанном состоянии и носят название искусственного топлива (древесный уголь, кокс, мазут, генераторный газ и пр).

Не все виды топлива с одинаковым успехом можно применять для нагрева заготовок. Решающими условиями при выборе вида топлива являются стоимость и тепловое качество его, а также наличие местных запасов. Наилучший способ нагрева — с помощью электрического тока. Он быстро нагревает металл, не ухудшая его состава и механических свойств. Однако стоимость такого нагрева довольно высока, а нагревательные устройства, основанные на действии электрического тока, недостаточно усовершенствованы.

Жидкое топливо, главным образом мазут, обладает высокой теплотворной способностью, быстро нагревает металл, не ухудшая его механических свойств, но требует специальных устройств для распыления; доставка его из районов месторождения сильно повышает стоимость нагрева. Кроме того, использование жидкого топлива более целесообразно в других отраслях народного хозяйства: в химической промышленности, где оно является технологическим сырьем, на водном, железнодорожном транспорте и др.

Газообразное топливо в виде естественного газа, газогенераторного газа из каменных углей и торфа является наиболее подходящим топливом для кузнечных цехов, оборудованных механическими молотами. Однако в условиях колхозной кузницы газообразное топливо не применяется ввиду сложности работ по подводке его к печи.

Наиболее подходящим видом топлива для колхозных кузниц является твердое топливо — каменный уголь, антрацит, древесный уголь. Эти виды топлива обеспечивают необходимую температуру нагрева металла, имеются в достаточном количестве, и стоимость их невысокая. Каменный уголь содержит небольшое количество серы и значительное количество золы, а древесный не обладает этим недостатком и поэтому является лучшим топливом для колхозной кузницы. Иногда в качестве топлива применяют дрова, торф, бурый уголь, но эти виды твердого топлива не обеспечивают температуры, необходимой для нагрева металла под ковку.

Из каменных углей лучшим сортом для колхозной кузницы является уголь под названием «орешек» в виде мелких кусков диаметром 15—25 *мм* черного цвета со смолистым блеском.

Качество всякого топлива определяется его теплотворной способностью ($Q$), т. е. количеством тепла, которое выделяется при полном сгорании одного килограмма твердого или жидкого топлива, или одного кубического метра газообразного топлива.

Единицей измерения теплотворной способности всякого топлива служит так называемое условное топливо, теплотворная способность которого принята равной 7000 *ккал* на килограмм топлива. Для того чтобы выразить действительную теплотворную способность топлива через условную единицу, надо действительную теплотворную способность разделить на 7000. Чем больше получится частное от этого деления, называемое калорийным эквивалентом топлива, тем его теплотворная способность выше и, следовательно, оно ценнее. Теплотворная способность наиболее употребительных видов твердого топлива и величина калорийных эквивалентов приведены в табл. 9.

Таблица 9

**Теплотворная способность наиболее употребительных видов топлива и величина калорийных эквивалентов**

| Наименование топлива | Теплотворная способность $Q$ в *ккал/кг* | Калорийный эквивалент |
|---|---|---|
| Донецкий каменный уголь марки Г | 5900 | 0,842 |
| » » » » ПЖ | 5980 | 0,855 |
| » » » » Т | 6320 | 0,903 |
| Донецкий антрацит | 6400 | 0,915 |
| Кузнецкий каменный уголь марки Д | 6300 | 0,900 |
| » » » » ПЖ | 6260 | 0,895 |
| Карагандинский каменный уголь марки ПЖ/ПС | 5230 | 0,746 |
| Кизеловский каменный уголь марки ПЖ | 4690 | 0,670 |
| Богуславский бурый уголь марки БР | 2710 | 0,387 |
| Челябинский бурый уголь марки Б | 3700 | 0,528 |
| Воркутинский бурый уголь марки ПЖ | 5530 | 0,790 |
| Подмосковный бурый уголь марки БМ | 2640 | 0,378 |

Продолжение табл. 9

| Наименование топлива | Теплотворная способность $Q$ в *ккал/кг* | Калорийный эквивалент |
|---|---|---|
| Гдовские сланцы | 2040 | 0,292 |
| Коксовая мелочь | 5610 | 0,801 |
| Коксовый торф | 2630 | 0,376 |
| Дрова (смешанные) | 2440 | 0,348 |
| Бензин | 10450 | 1,492 |
| Керосин | 10260 | 1,465 |
| Моторное топливо | 9880 | 1,411 |
| Мазут малосернистый марки 10 | 9850 | 1,408 |
| » » » 40 | 9420 | 1,345 |
| » » » 80 | 9240 | 1,320 |
| Древесный уголь | 6800 | 0,971 |
| Мазут сернистый марки 10 | 9620 | 1,374 |
| » » » 40 | 9280 | 1,325 |

## § 30. НАГРЕВ МЕТАЛЛА ДЛЯ КОВКИ

Процесс и температура нагрева неодинаковы для различных металлов. Колхозному кузнецу чаще всего приходится ковать углеродистую сталь и иногда легированную, при нагреве которых необходимо соблюдать следующие условия.

Нагревом должны быть достигнуты необходимая для ковки температура, равномерное ее распределение по сечению и длине заготовки при сохранении целостности ее и наименьшем слое окалины.

Для выполнения этих условий решающее значение имеют температура верхнего предела нагрева, скорость и продолжительность нагрева заготовки.

Температура верхнего предела нагрева зависит от химического состава металла и обычно принимается на 100—200° ниже линии солидуса (см. рис. 60) и в пределах 1200—1300°. Нагрев должен обеспечить наибольшую пластичность металла до начала ковки; металл не следует подвергать перегреву или пережогу. При нагреве нужно принимать во внимание продолжительность ковки (количество операций); последняя операция должна быть закончена при температуре, установленной для конца ковки данного металла. Поэтому температура предела нагрева для ковки поковок с небольшим количеством операций может быть несколько понижена.

Температурные интервалы ковки различных сталей и цветных металлов приведены в табл. 10.

При нагреве заготовок до температуры выше рекомендованной наблюдаются крайне вредные явления, называемые перегревом и пережогом металла. Структура перегретого металла неровная, крупнозернистая, при ковке она является причиной тре-

Таблица 10

**Температурные интервалы ковки различных сталей и цветных металлов**

| Марка металла | Название | Температура ковки в град. | | |
|---|---|---|---|---|
| | | начало | конец | |
| | | не выше | не выше | не ниже |
| **I. Стали** | | | | |
| Сталь марки 15 | Углеродистая конструкционная качественная | 1250 | 830 | 700 |
| » 20 | То же | 1250 | 830 | 700 |
| » 30 | » | 1250 | 850 | 730 |
| » 35 | » | 1250 | 850 | 730 |
| » 40 | » | 1250 | 850 | 750 |
| » 45 | » | 1200 | 850 | 750 |
| » 50 | » | 1180 | 870 | 780 |
| У7, У8 | Углеродистая инструментальная | 1180 | 870 | 780 |
| У9, У10 | То же | 1150 | 900 | 800 |
| У12 | » | 1100 | 900 | 800 |
| 30Г2 | С повышенным содержанием марганца | 1120 | 850 | 780 |
| 50Г2 | То же | 1180 | 900 | 800 |
| 50ХГ | Хромомарганцовистая | 1180 | 900 | 800 |
| 30Х | Хромистая | 1180 | 900 | 800 |
| Х(ШХ—15) | » | 1150 | 870 | 800 |
| 40ХН | Хромоникелевая | 1170 | 900 | 820 |
| 12ХН2А | » | 1180 | 880 | 800 |
| 1Х18Н9Т | Хромоникелевая нержавеющая | 1170 | 930 | 870 |
| 1Х13, 2Х13 | Хромистые нержавеющие | 1150 | 920 | 870 |
| 3Х13 | | | | |
| **II. Цветные металлы и сплавы** | | | | |
| Д1, АК2, АК4, АК5, АК6 | Алюминиевые сплавы | 490 | 380 | 350 |
| АК8 | » » | 470 | 400 | 350 |
| МА1, МА2 | Магниевые сплавы | 430 | 350 | 350 |
| МА3 | » » | 400 | 300 | 300 |
| МА5 | » » | 370 | 300 | 300 |
| БрАЖ9-4 | Медные сплавы | 850 | 700 | 700 |
| БрАЖМ 10-3-1,5 | | | | |
| ЛС-59 | » » | 750 | 600 | 600 |

щин и рванин на поковке. Для того чтобы исправить структуру перегретого металла, т. е. сделать ее ровной, мелкозернистой, поковку (заготовку) необходимо подвергнуть отжигу. Структура пережженного металла также крупнозернистая, но, кроме того, между зернами появляются пленки вследствие проникно-

вения кислорода, находящегося в печных газах. Появление пленок нарушает связь между зернами, и при ковке металл разрушается.

Скорость нагрева зависит в первую очередь от теплопроводности металла, которая в свою очередь зависит от химического состава и величины сечений заготовки. Чем меньше в стали углерода и легирующих примесей, тем выше теплопроводность, тем бóльшая скорость может быть допущена при нагреве. Чем больше сечение заготовки, тем медленнее тепло проходит внутрь заготовки и тем меньше должна быть скорость нагрева, чтобы избежать внутренних дефектов (трещин). Скорость нагрева

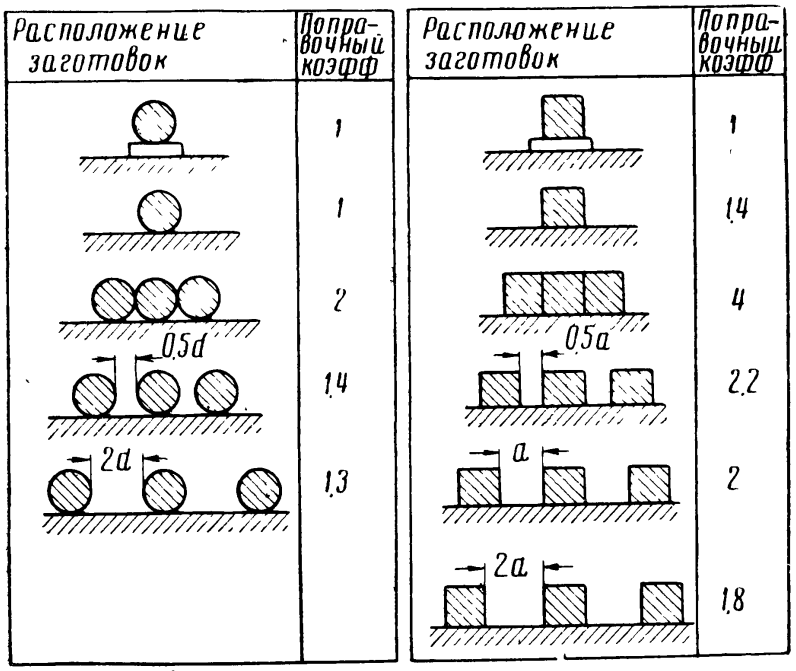



Рис. 26. Величина поправочных коэффициентов к формуле Н. Н. Доброхотова в зависимости от количества и порядка расположения на поду печи одновременно нагреваемых заготовок

среднеуглеродистых сталей в кузнечных печах колеблется в пределах 2—2,5 мин. на 1 *см* диаметра заготовок, а в кузнечных горнах — в пределах 3—4 мин.

Время (продолжительность) нагрева зависит от скорости нагрева, типа нагревательного устройства, порядка расположения нагреваемых заготовок и др. В электрических нагревательных устройствах время нагрева меньше, чем в печах, а в печах меньше, чем в горнах. Время нагрева распадается на два периода — при низких температурах (до 500—600°) и при высоких температурах (до конца нагрева). В первом периоде в заготовке возникают внутренние напряжения, поэтому нагревать следует осторожно, с небольшой скоростью, чтобы не вызвать внутренних трещин. Во второй период пластичность металла сильно возрастает и нагрев заготовок следует вести с бо-

лее высокой скоростью. Для определения времени, необходимого на нагрев металла в кузнечных печах, существует несколько способов, из которых наиболее точен способ академика Н. Н. Доброхотова, который рекомендует определять время, необходимое для нагрева, по следующей формуле:

$$Z = KDV\overline{D},$$

где $Z$ — время нагрева в час;

$K$ — коэффициент, равный 10 для углеродистых сталей и 20 — для легированных сталей;

$D$ — диаметр или сторона квадрата заготовки в *мм*.

Так как эта формула относится к заготовке, равномерно нагреваемой со всех сторон, чего на практике не всегда можно достигнуть, то полученный результат умножается на коэффициент, зависящий от количества и порядка расположения на поду печи одновременно нагреваемых заготовок. Величина поправочных коэффициентов указана на рис. 26.

Время, потребное на нагрев в печи заготовок диаметром до 100 *мм* или со стороной квадрата до 100 *мм*, можно принимать по табл. 11.

Таблица 11

**Время, потребное на нагрев заготовок из углеродистой стали от 15 до 1200°**

| Диаметр или сторона квадрата в *мм* | Температура рабочего пространства печи в град. | Заготовка круглая | | | | Заготовка квадратная | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Время в минутах при расположении заготовок в печи | | | | | | | |
| | | одиночном | на расстоянии $d$ | на расстоянии $0{,}5\,d$ | вплотную | одиночном | на расстоянии $a$ | на расстоянии $0{,}5\,a$ | вплотную |
| 10 | 1300 | 2,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 2,5 | 3,5 | 4,5 | 8,0 |
| 20 | | 3,0 | 3,5 | 5,0 | 7,0 | 4,5 | 6,0 | 8,0 | 13,0 |
| 30 | | 5,0 | 5,5 | 7,0 | 10,0 | 6,0 | 8,5 | 11,0 | 19,0 |
| 40 | | 6,8 | 8,0 | 9,5 | 13,0 | 8,0 | 11,0 | 14,0 | 25,0 |
| 50 | | 8,0 | 9,5 | 12,0 | 16,0 | 10,5 | 14,5 | 17,5 | 32,0 |
| 60 | | 9,5 | 11,5 | 14,0 | 19,5 | 12,5 | 17,5 | 21,0 | 38,0 |
| 70 | | 11,0 | 13,5 | 16,5 | 22,5 | 14,5 | 20,5 | 25,0 | 44,0 |
| 80 | | 13,0 | 15,5 | 19,5 | 26,0 | 17,0 | 23,5 | 28,5 | 52,0 |
| 90 | | 15,0 | 18,0 | 23,0 | 31,0 | 19,5 | 27,0 | 33,5 | 62,0 |
| 100 | | 18,0 | 21,5 | 27,0 | 36,0 | 23,0 | 32,5 | 40,0 | 72,0 |
| 10 | 1400 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 2,0 | 2,5 | 3,5 | 6,0 |
| 20 | | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 4,0 | 2,5 | 3,5 | 5,0 | 8,0 |
| 30 | | 3,0 | 3,5 | 4,5 | 5,5 | 3,5 | 5,0 | 6,5 | 11,0 |
| 40 | | 3,5 | 4,5 | 5,5 | 7,5 | 4,5 | 6,5 | 8,0 | 15,0 |
| 50 | | 4,5 | 5,5 | 6,5 | 9,0 | 5,5 | 8,0 | 10,0 | 18,0 |
| 60 | | 5,0 | 6,0 | 8,0 | 10,5 | 6,5 | 9,5 | 12,0 | 21,0 |
| 70 | | 6,0 | 7,5 | 9,0 | 12,5 | 7,5 | 11,0 | 13,5 | 24,0 |
| 80 | | 7,0 | 8,5 | 10,5 | 14,0 | 9,0 | 12,5 | 15,5 | 28,0 |
| 90 | | 8,0 | 9,5 | 11,5 | 15,5 | 10,0 | 14,0 | 17,0 | 31,0 |
| 100 | | 9,0 | 10,5 | 13,0 | 17,5 | 11,5 | 15,5 | 19,0 | 35,0 |

Приведенная выше формула Н. Н. Доброхотова для определения времени, необходимого на нагрев, а также табл. 11 могут быть использованы только при нагреве в пламенных печах. Примерные данные о времени нагрева в кузнечных горнах приведены в § 33.

Кузнец должен уметь определять температуру нагрева металла для того, чтобы обеспечить температуру начала ковки, указанную в табл. 10, и не допускать перегрева или пережога металла. При нагреве заготовок и поковок температура определяется приборами — пирометрами, а также по цветам побежалости — при термической обработке и цветам каления стали — при нагреве под ковку (табл. 12 и 13).

Таблица 12

**Цвета побежалости**

| Цвет стали | Температура в град. |
|---|---|
| Бледно-желтый | 220 |
| Желтый | 230 |
| Темно-желтый | 240 |
| Коричневый | 255 |
| Коричнево-красный | 265 |
| Фиолетовый | 285 |
| Темно-синий | 295—310 |
| Светло-синий | 315—325 |
| Серый | 330 |

При нагреве стали выше 330° цвета побежалости исчезают, металл продолжает оставаться темным до температуры 500°.

Таблица 13

**Цвета каления стали**

| Цвет стали | Температура нагрева в град. | Цвет стали | Температура нагрева в град. |
|---|---|---|---|
| Бурый | 500 | Оранжево-желтый | 1000 |
| Начало красного свечения | 550 | Соломенно-желтый | 1100 |
| Темно-красный | 650 | Светло-желтый | 1200 |
| Вишнево-красный | 700 | Белый | 1300 |
| Светло-вишневый | 800 | Ярко-белый | 1400 |
| Густо-оранжевый | 900 | | |

**Окисление металла при нагреве.** При нагреве в печи или горне заготовка покрывается слоем окислов, что вызывает появление окалины, которая затем отделяется от поверхности заготовки. Появление и отделение окалины продолжаются и во время ковки, в результате этого происходит большая потеря металла — от 1 до 3% веса поковки за один нагрев.

**Влияние нагрева на прочность стали.** Нагрев, повышая пластичность и ковкость стали, понижает ее прочность. Так, предел прочности стали марки 15 при температуре 20° составляет 40 *кг/мм²*, а при температуре 1200° — только 1,9 *кг/мм²*, а стали марки 35 — соответственно 60 и 2,2 *кг/мм²*. В табл. 14 приведены данные о величине предела прочности различных сталей при нагреве до определенных температур.

Таблица 14

**Предел прочности стали $\sigma_b$ при различных температурах нагрева** (в *кг/мм²*)

| Цвет нагрева | Температура нагрева в град. | Для сталей с пределом прочности в холодном состоянии | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 40 | 60 | 80 | 100 |
| Белый | 1300 | 1,4 | 2,0 | 2,4 | 3,0 |
| Светло-желтый | 1200 | 1,9 | 2,2 | 3,6 | 5,0 |
| Соломенно-желтый | 1100 | 2,2 | 3,6 | 5,1 | 6,5 |
| Оранжево-желтый | 1000 | 3,0 | 5,4 | 7,5 | 10,9 |
| Густо-оранжевый | 900 | 4,5 | 7,5 | 11,1 | 15,9 |
| Светло-вишневый | 800 | 4,5 | 11,1 | 15,5 | 23,0 |
| Вишнево-красный | 700 | 5,0 | 15,0 | 25,0 | 32,0 |

## § 31. НАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

Для нагрева металла применяют кузнечные горны и печи. Кузнечные горны отличаются простотой устройства и поэтому имеют наибольшее распространение в колхозных кузницах. Кузнечные печи более совершенны и экономичны, но в колхозных кузницах они применяются сравнительно редко ввиду сложности их устройства.

В колхозных кузницах применяется несколько видов кузнечных горнов: кирпичный, сварной или клепаный, переносный. Все они работают на твердом топливе (древесном или каменном угле) с избыточным количеством воздуха. Кирпичный и сварной горны — стационарные и получают воздух в горновое гнездо методом вдувания от кузнечных мехов или от вентилятора. Переносный горн получает воздух от вентилятора, приводимого в действие ногой кузнеца.

Кирпичный горн на один огонь с подачей воздуха (дутья) от мехов (рис. 27) состоит из кладки, вытяжной трубы *1* с зонтом *2* и мехов *7*, приводимых в действие неравноплечим рычагом. Рычаг подвешен к потолку и соединен с мехами цепью *8*. Высота кирпичной кладки 700—800 *мм*, ширина 1000—1100 *мм* и глубина 1000—1100 *мм*. Для прочности горн связывается каркасом из уголковой или листовой стали. На поверхности кладки сделаны два углубления: для горнового гнезда *5* и для бака с во-

дой *3*. Внизу горна имеется ниша *4* для хранения угля. Горновое гнездо выкладывается из шамотного кирпича и со стороны мехов имеет отверстие — сопло *6*, в которое вставляется чугунная или керамическая трубка диаметром 20—90 *мм*, длиной 200—250 *мм*. Размеры горнового гнезда принимаются в следующих пределах: глубина 150—200 *мм*, ширина 200—400 *мм*, длина 200—400 *мм*.

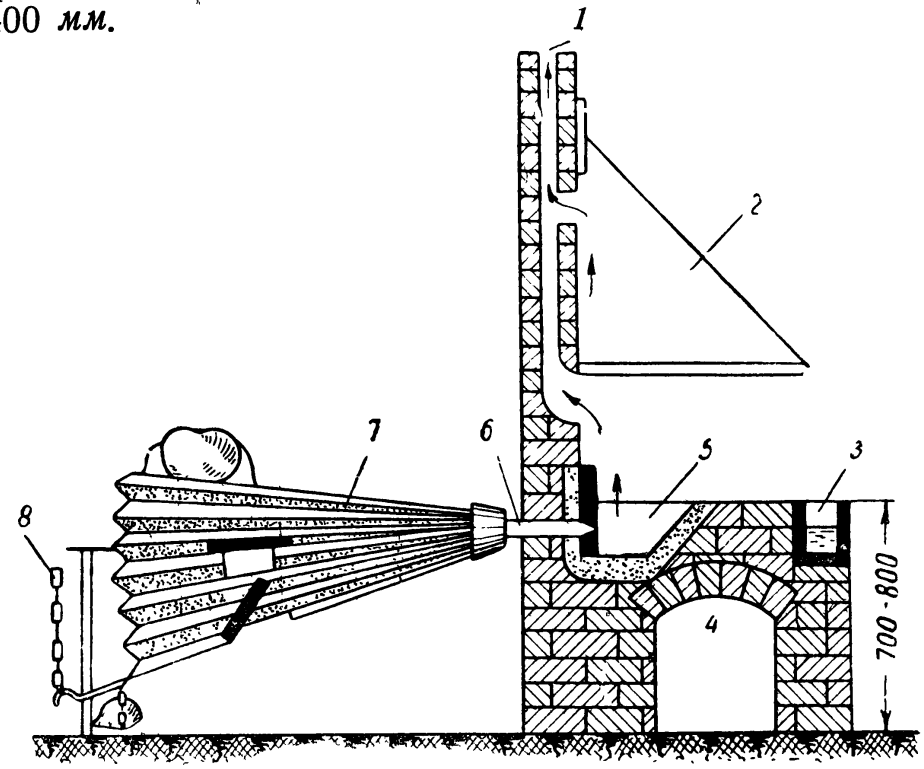



Рис. 27. Кирпичный горн.

Техническая характеристика кузнечных горнов приведена в табл. 15.

Таблица 15

**Техническая характеристика кузнечных горнов**

| Показатели | Площадь горна в $м^2$ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1 | 1,8 | 2,3 | 2,7 |
| Расход угля в *кг/час* . . . . . | 1,5—3,0 | 3,0—3,75 | 7,5—15 | 15—30 |
| Диаметр сопла в *мм*: | | | | |
| при работе на каменном угле . . | 20—25 | 25—30 | 30—40 | 50—65 |
| при работе на древесном угле . | 25—30 | 35—40 | 50—65 | 75—90 |
| Количество подаваемого воздуха в $м^3$/*мин*: | | | | |
| для сжигания каменного угля . | 1,4 | 2,2—2,8 | 3,3—4,2 | 5,5—8,5 |
| для сжигания древесного угля . | 1,5 | 2,2—2,8 | 4,2—5,6 | 8,5 |

Кирпичные горны с одним горновым гнездом (одноогневые) располагаются в углу кузницы или примыкают к средней части одной из стен кузницы, двухогневые обычно примыкают к сред-

ней части одной из стен кузницы. Для безопасности между стеной кузницы (если она бревенчатая) и стенкой горна оставляют небольшой интервал, засыпаемый землей. Горны с несколькими горновыми гнездами (многоогневые) располагают чаще всего посредине кузницы, а горновые гнезда с общим дутьем от вентилятора — по сторонам горна.

Топливом для кузнечного горна служит каменный уголь (антрацит) или древесный. Древесный уголь доступен, не содержит серы и поэтому не оказывает вредного влияния на нагреваемый металл, но он быстро сгорает. Каменный уголь не всегда доступен в колхозных условиях, содержит примесь серы, вредно влияющую на нагреваемый металл, но обладает большой теплотворной способностью. Серый подмо-

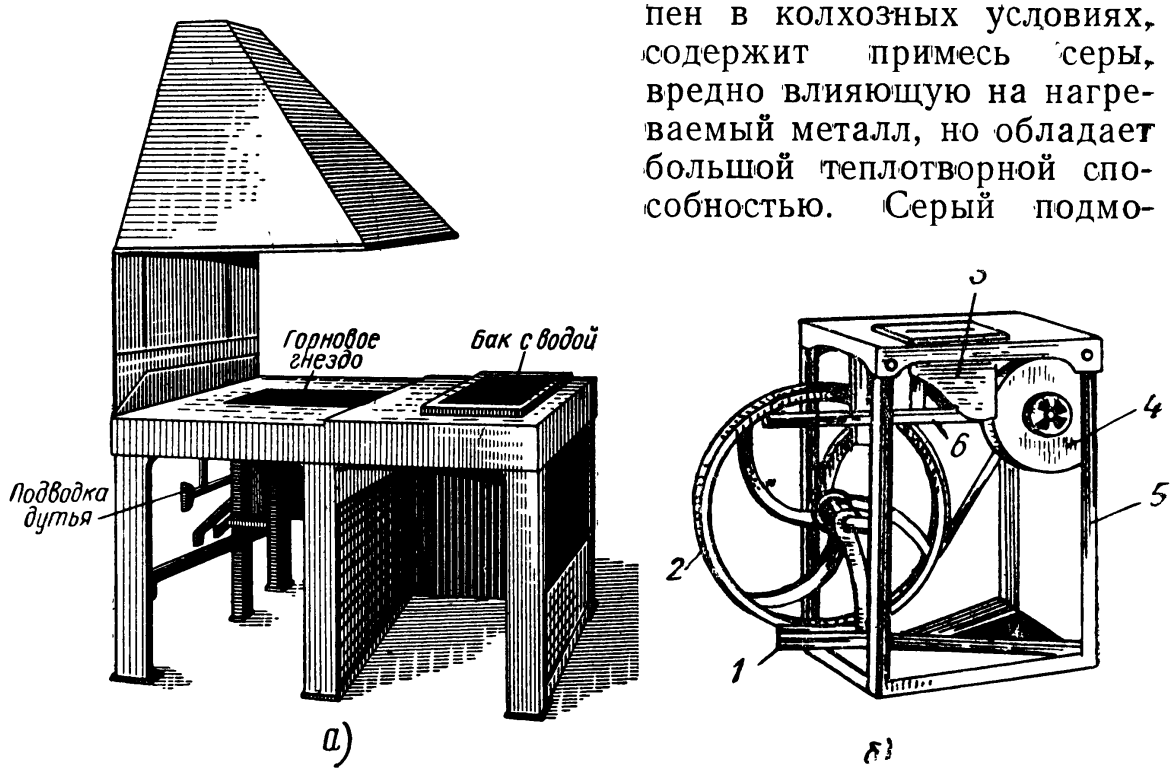



Рис. 28. Кузнечные горны:
*а* — сварной, или клепаный, *б* — переносный

ковный каменный уголь совсем не годится для кузнечного горна, так как содержит много серы и опасен, на солнце он самопроизвольно может возгораться.

Сварной или клепаный кузнечный горн (рис. 28, *а*) может быть изготовлен самим кузнецом из уголковой и листовой стали. Преимущество этого горна перед кирпичным заключается в том, что он более долговечен, может передвигаться, зонт его может устанавливаться на различную высоту в зависимости от интенсивности горения угля.

Переносный кузнечный горн (рис. 28, *б*) применяется главным образом при выполнении ремонтных работ в поле, вдали от кузницы. На раме *5* горна смонтированы чугунное горновое гнездо *3*, вентилятор *4*, ножной привод со шкивом (маховиком) *2*, педаль *1* и ручка *6* для регулирования подачи воздуха.

Кузнечные горны просты в изготовлении и обслуживании и имеют невысокую стоимость. Однако большой расход топлива, неравномерный нагрев заготовок и невозможность соблюдения неколеблющегося режима нагрева являются их крупными недостатками.

## § 32. КУЗНЕЧНЫЕ МЕХА И ВЕНТИЛЯТОРЫ

**Кузнечные меха.** Кузнечные меха благодаря простоте их устройства, изготовления и управления получили широкое распространение в колхозных кузницах. Наиболее удобны клинчатые меха двойного действия (рис. 29). Две доски, расположен-

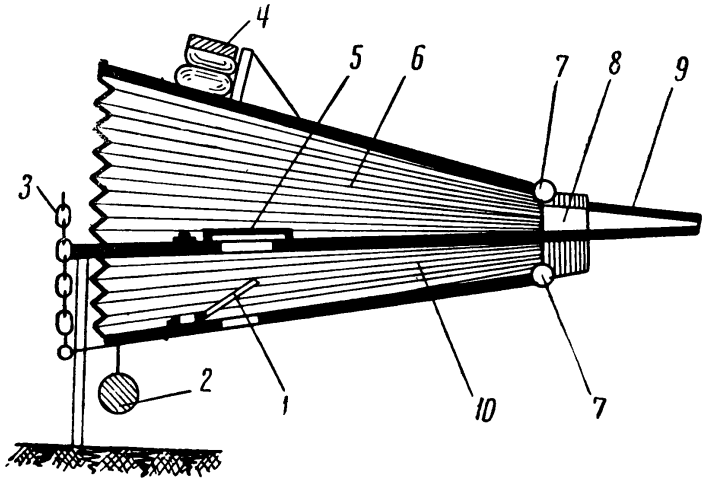



Рис. 29. Кузнечные меха

ные сверху и снизу мехов и срезанные с боков на конус, шарнирами *7* прикреплены к коробке *8*. Третья доска, находящаяся между верхней и нижней, укреплена неподвижно узким концом в коробке, а широким — на стойке высотой 500—600 *мм*, врытой в земляной пол кузницы. Верхняя доска наглухо соединена со средней с боков и с торцовой части кожей (или брезентом), образующей, как на гармошке, глубокие складки.

Таким образом, между верхней и средней досками создается непроницаемый верхний мешок *6*, откуда воздух может выходить только по трубке *9* через сопло в горновое гнездо. Подобно этому нижняя доска со средней образует нижний мешок *10*, в который воздух поступает из кузницы через наружный клапан *1* и передается из этого мешка в верхний мешок через внутренний клапан *5*.

Рабочий процесс мехов несложен: рычагом и цепью *3* нижняя доска поднимается, клапан *1* закрывается, и поэтому воздух открывает клапан *5* и перемещается в верхний мешок. При опускании рычага нижняя доска под действием груза *2* также опускается, клапан *1* открывается, верхняя доска под действием

верхнего груза *4* будет тоже опускаться. Клапан *5* закрывается, и воздух, заключенный в верхнем мешке, будет вытесняться через трубку *9* в горновое гнездо.

**Вентиляторы для кузнечных горнов.** Для подачи воздуха в горновое гнездо применяются также небольшие центробеж-

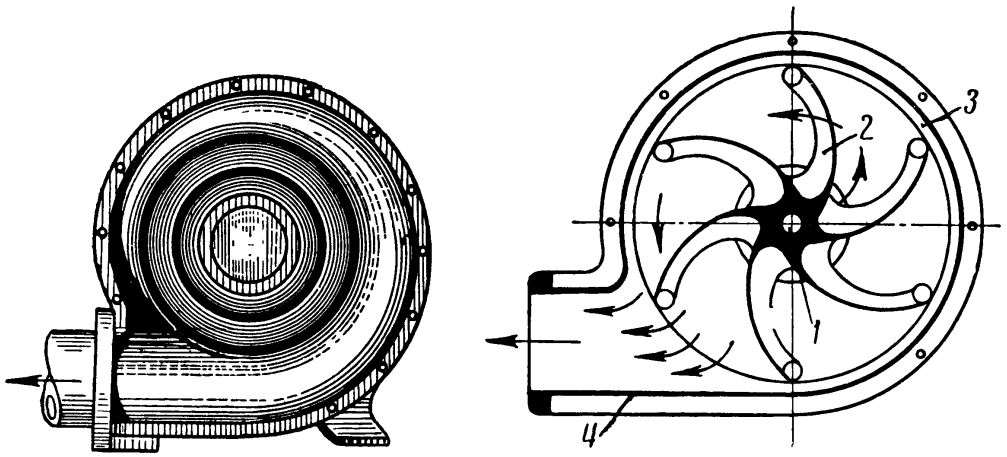



Рис. 30. Центробежный вентилятор для кузнечного горна:
*а* — общий вид, *б* — внутреннее устройство

ные вентиляторы. Они просты по устройству, обеспечивают равномерное дутье, могут приводиться в действие электродвигателем (через редуктор), а также рукой или ногой кузнеца. Вентилятор состоит из кожуха, напоминающего по форме улитку (рис. 30, *а*), в котором вращается рабочий валик *1* с насаженными на нем изогнутыми лопастями *2* (рис. 30, *б*). При вра-

Таблица 16

**Техническая характеристика центробежного вентилятора № 4**

| Наименование | Показатель |
|---|---|
| Производительность, $м^3/сек$ | 0,315 |
| Напор, $кг/м^2$ | 240 |
| Число оборотов в минуту | 2850 |
| Электродвигатель: | |
| тип | И2/-21/4 |
| мощность, *квт* | 2,2 |
| Габаритные размеры, *мм*: | |
| длина | 565 |
| ширина | 800 |
| высота | 550 |
| Общий вес, *кг* | 70 |

щении валика слева направо воздух, заключенный в кожухе *3*, лопастями вытесняется в трубу *4* вентилятора и по трубопроводу передается в горновое гнездо.

Воздух вытесняется из кожуха непрерывно и равномерно, так как на место вытесненного в разреженное пространство кожуха через несколько отверстий в нем поступает из кузницы

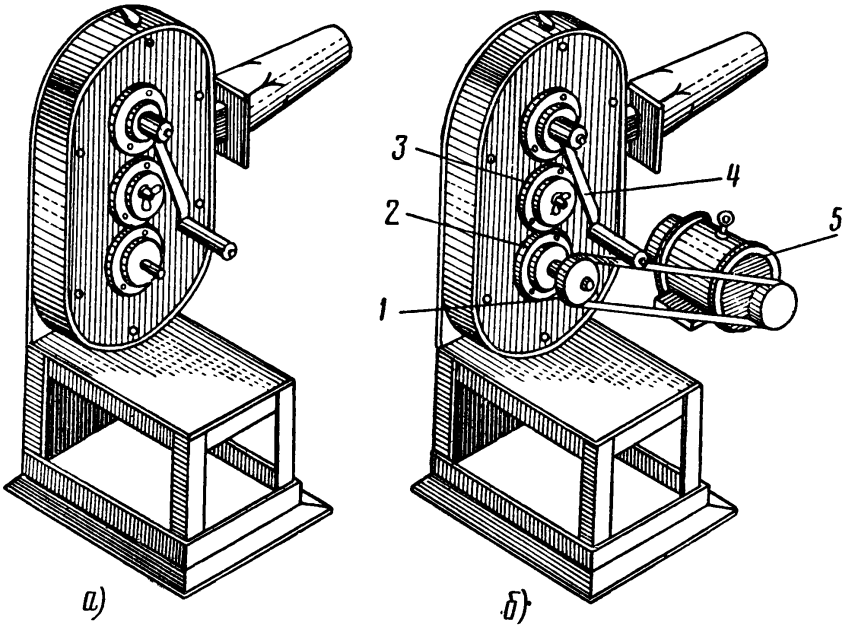



Рис. 31. Приводы вентиляторов:
*а* — ручной, *б* — от электродвигателя: *1* — шкив с ремнем, *2* — нижняя шестерня, *3* — промежуточная шестерня, *4* — ручка, *5* — электродвигатель

наружный воздух. Количество поступающего из вентилятора воздуха и степень его сжатия зависят от скорости вращения лопастей. Устройство приводов для вентиляторов показано на рис. 31. Краткая техническая характеристика центробежного вентилятора № 4 приведена в табл. 16.

## § 33. ОСОБЕННОСТИ НАГРЕВА ЗАГОТОВОК В КУЗНЕЧНОМ ГОРНЕ

Для обеспечения бесперебойной работы кузнечного горна необходимо соблюдать следующие условия.

**До начала работы.** Произвести растопку горна, соблюдая следующую последовательность: в гнездо засыпать слой угля, положить на угли легковоспламеняющиеся материалы (паклю, масляные обтирочные концы, лучину) так, чтобы их можно было зажечь спичкой, насыпать сверху небольшой слой мелкого угля, зажечь концы и дать слабое дутье; когда разгорятся угли, заложить нагреваемый металл в гнездо, засыпать сверху слоем угля толщиной 60—80 *мм* и дать нормальное дутье.

**Во время работы.** Следить за тем, чтобы дутье было равномерным, добавлять уголь взамен сгоревшего с таким расчетом, чтобы под нагреваемым металлом и над ним оставались слои угля толщиной не менее 60—80 *мм*. Для того чтобы нагревание происходило быстрее, полезно верхний слой угля смачивать водой, тогда сверху, над металлом, образуется корка, способствующая большему сосредоточению тепла в горновом гнезде. Необходимо следить также за тем, чтобы интенсивное горение угля происходило на небольшом участке вокруг металла. Для ограничения этого участка уголь, расположенный вокруг него, также смачивают водой и уплотняют слой лопаткой. Вынимать из горна нагретый металл следует после прекращения дутья.

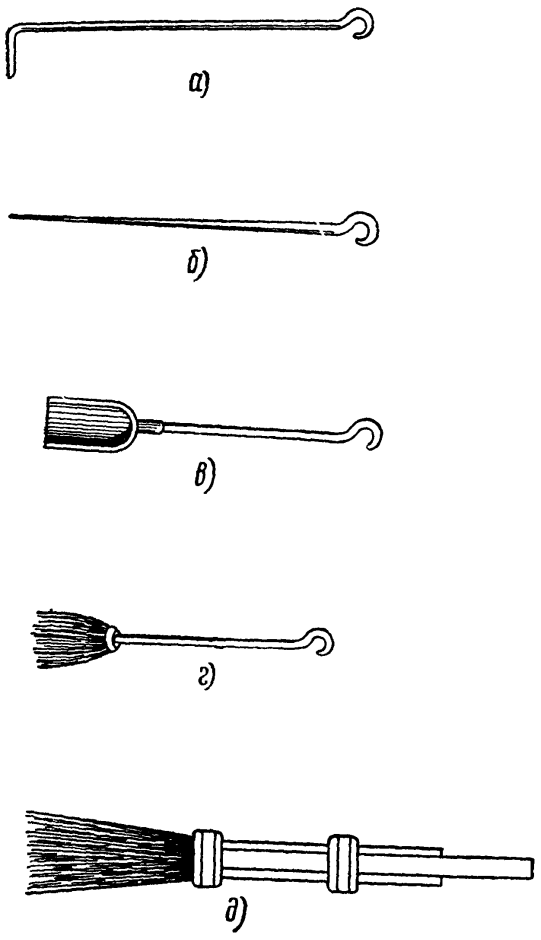



Рис. 32. Горновые инструменты:
*а* — кочережка для выгребания шлака и перемешивания угля в горне, *б* — пика для пробивания и разрыхления спекшегося угля, *в* — лопатка для подбрасывания угля в горн, *г* — брызгалка из мочала для смачивания угля водой, *д* — метелка из мочала для сметания золы и шлака

**По окончании работы.** Пока еще горн не остыл, очистить гнездо горна и сопло от «слитков» — затвердевших кусков, образовавшихся из расплавленного металла, угля, золы, и продуть воздухом.

Для ухода за горном применяют кочережки, пики, лопатки, брызгалки и метелки, изображенные на рис. 32.

Время, потребное на нагрев заготовок в кузнечном горне, зависит от многих факторов (конструкции горна, дутья, вида топлива, количества и расположения заготовок и др.), влияние которых на продолжительность нагрева трудно поддается учету и в литературе не нашло достаточного отражения. По наблюдениям автора, продолжительность нагрева заготовок до ковочной температуры в кирпичных горнах, работающих на древесном угле, колеблется в довольно широких пределах. Так, для нагрева заготовок, закладываемых в горн по одной штуке, требуется:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| для | заготовок | диаметром | 10—20 *мм* | —2,5— 4 *мин* |
| » | » | » | 20—30 » | — 4 — 8 » |
| » | » | » | 31—40 » | — 8 — 15 » |
| » | » | » | 41—50 » | —15 —25 » |

| | | |
|---|---|---|
| со стороной квадрата | 10—20 *мм* | — 3 — 5 *мин* |
| » » » | 21—30 » | — 5 — 9 » |
| » » » | 31—40 » | — 9 —15 » |
| » » » | 41—50 » | — 15—25 » |

## § 34. КУЗНЕЧНЫЕ ПЕЧИ

Существует много типов кузнечных нагревательных печей, классифицируемых по разным признакам — методам нагрева металла, видам потребляемого топлива, конструкции нагревательного пространства, использованию тепла отходящих газов и т. д. В условиях колхозной кузницы наиболее подходящим типом печи является однокамерная печь, отапливаемая твердым топливом (углем), несложная по устройству и легко управляемая.

На рис. 33 изображена в разрезе однокамерная печь конструкции Союзтеплостроя, работающая на твердом топливе. Корпус печи выложен из шамотного кирпича (заштрихован сплошными линиями) и заключен в каркас, изготовленный из швеллерного и уголкового железа. В корпусе печи размещены камеры: топочная *1* и нагревательная *6*. Горячие газы поступают из топочной камеры в нагревательную, нагревают металл и выходят наружу через каналы *9*. Загрузка угля производится через боковое окно *3* на решетку *2*, а зола проваливается в железную коробку *4*. Воздух для сгорания топлива (дутье) подается от вентилятора под решетку и дополнительно через трубу *5*. Нагреваемые заготовки через посадочное окно *10*, закрываемое заслонкой *8*, укладываются на под *11* печи. Подъем и опускание заслонки производятся с помощью цепи *7* с противовесами.

Производительность такой печи совершенно достаточна для колхозной кузницы и достигает 350 *кг* с каждого квадратного метра камеры в час. Расход топлива 5—7 *кг/час*. Вентилятор для дутья типа «Сирокко» № 8. Габариты на полу 1700 × × 1400 *мм*, высота 1500 *мм*. Обычно такие печи, установленные на четырех ножках из швеллеров, могут переставляться с одного места на другое.

Однокамерные печи подобного типа, но с использованием отходящих газов при помощи особых приспособлений, называемых рекуператорами, значительно снижают расход топлива.

Разрез однокамерной кузнечной печи конструкции инж. В. Е. Харитонова, работающей на жидком или газообразном топливе, изображен на рис. 34. Корпус печи также выложен из шамотного кирпича, заключен в каркас из уголкового железа и установлен на основание, выложенное из красного кирпича. Заготовки загружают в печь через посадочное окно *7*, над которым смонтирована плоская коробка *8* из листовой стали с охлаждающей водой. Топливо в виде подогретого мазута форсункой в воспламененном состоянии подается через окно *6* в ка-

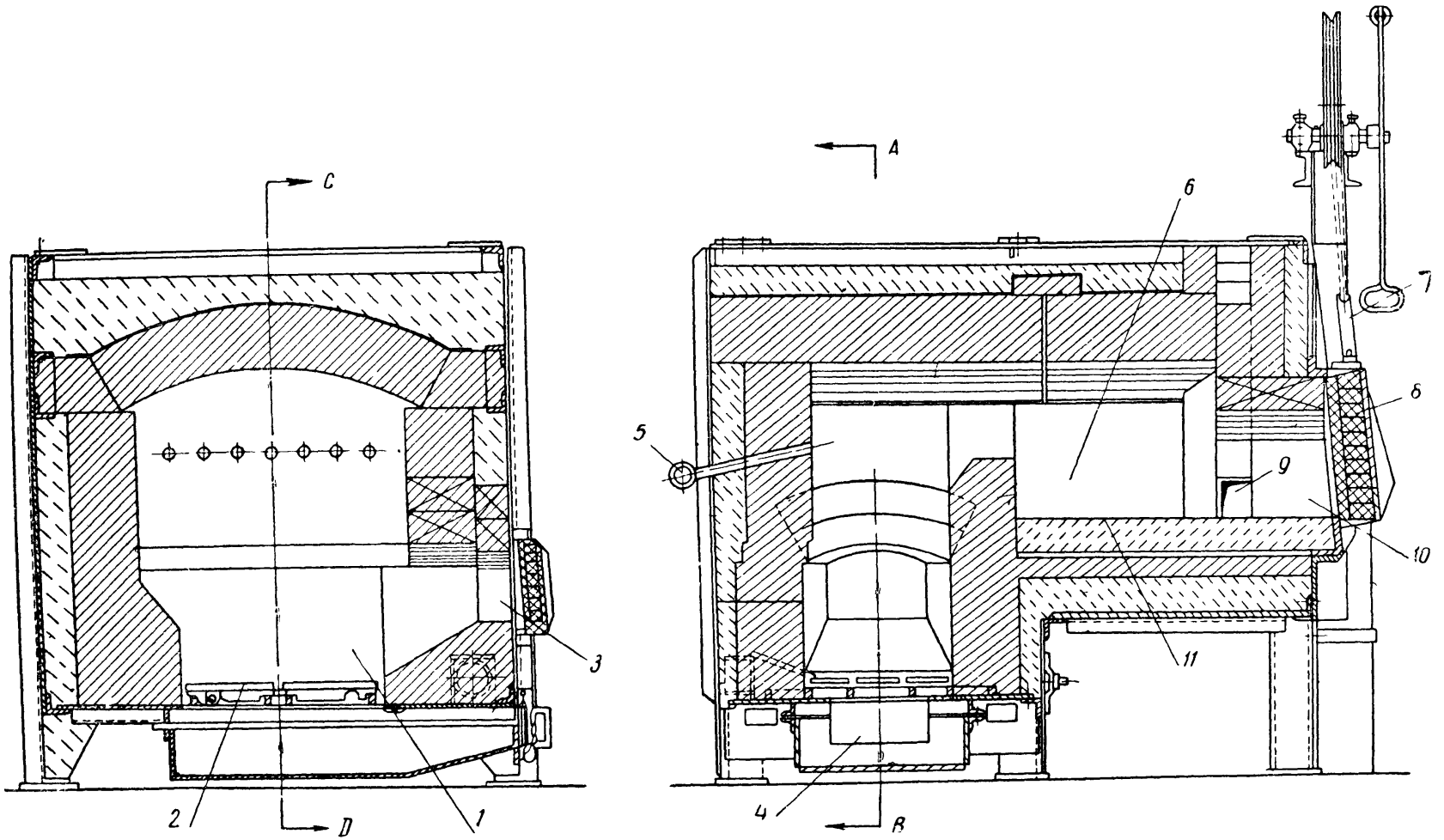



Рис. 33. Однокамерная печь конструкции Союзтеплостроя:

*1* — топочная камера, *2* — решетка, *3* — загрузочное окно для топлива, *4* — коробка для золы, *5* — дополнительная труба для подачи воздуха, *6* — нагревательная камера, *7* — цепь для подъема заслонки, *8* — заслонка, *9* — дымовые каналы, *10* — посадочное окно, *11* — под печи

меру печи *5*. Холодный воздух по трубе *2* поступает в рекуператор *3*, подогреваемый отходящими по каналу *1* газами, и в подогретом состоянии по трубе *4* подается в форсунку.

Кузнечная печь конструкции В. Е. Харитонова не сложна по устройству и управлению, занимает небольшую площадь, обеспечивает более высокую производительность труда, чем однока-

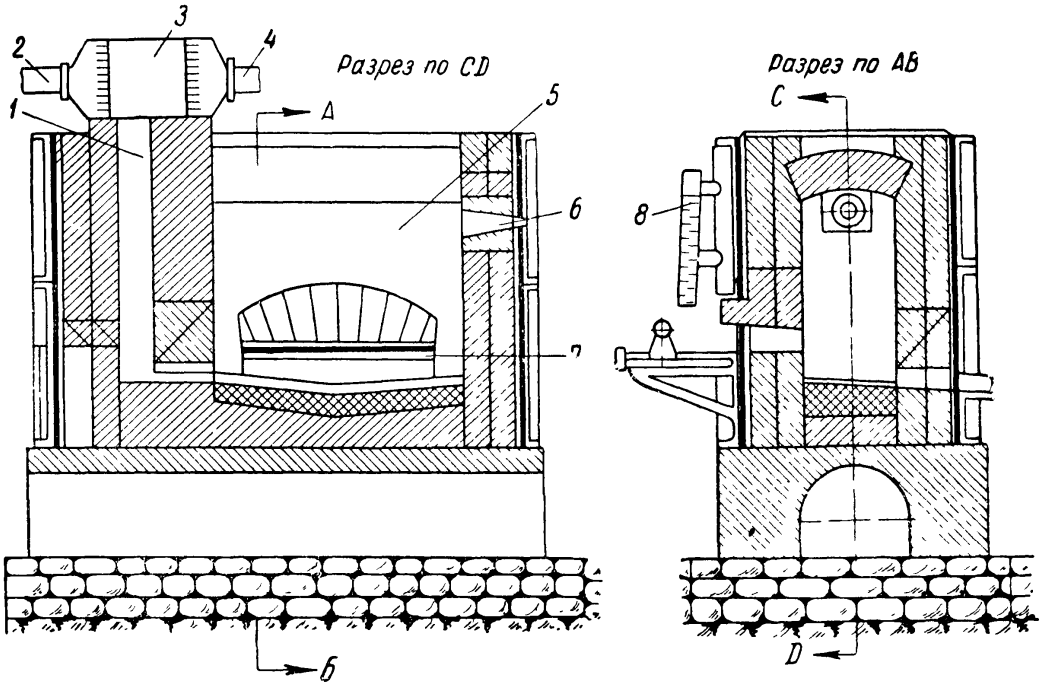



Рис. 34. Однокамерная печь конструкции В. Е. Харитонова:
*1* — канал для отходящих газов, *2* — входная труба для воздуха, *3* — рекуператор, *4* — выходная труба, *5* — камера печи, *6* — окно для форсунки, *7* — посадочное окно, *8* — коробка с охлаждающей водой

мерная печь конструкции Союзтеплостроя; однако отопление этой печи жидким и дорогим топливом ограничивает возможность ее применения в колхозных кузницах.

## § 35. ЭЛЕКТРОНАГРЕВ МЕТАЛЛА

В настоящее время для нагрева металла под ковку широко применяют электрический ток. Такой способ нагрева имеет большие преимущества перед нагревом в пламенных печах, а именно:

высокую скорость нагрева и вследствие этого резкое повышение производительности труда, обеспечение почти полного отсутствия окалины;

возможность точного регулирования температуры (до $\pm 5°$);

значительную экономию производственных площадей и чистоту рабочего места нагревальщика.

Электронагрев металла осуществляется в электронагревательных устройствах или в электрических печах.

В электронагревательных устройствах нагрев производится путем возбуждения тепла непосредственно в нагреваемой заго-

товке двумя основными способами — индукционным и контактным. Индукционный нагрев выполняется в нагревательном индукторе (соленоиде), по которому пропускается переменный ток повышенной или промышленной частоты, вызывающий нагрев заготовки, заложенной в индуктор. Контактный нагрев осуществляется путем зажима заготовки в контактах и пропускания через нее электрического тока большой силы. Выделение тепла и нагрев происходят в результате омического сопротивления самой нагреваемой заготовки.

Существует довольно много удачных конструкций электронагревательных устройств, успешно применяемых для нагрева заготовок, главным образом в штамповочных кузницах. Однако высокая стоимость первоначальных капиталовложений на приобретение и установку электронагревательных устройств, трудности, связанные со вторичными нагревами (подогревами) заготовок и сложностью нагрева фасонных поковок, а также необеспеченность нормальной загрузкой делают неприменимыми электронагревательные устройства в колхозной кузнице.

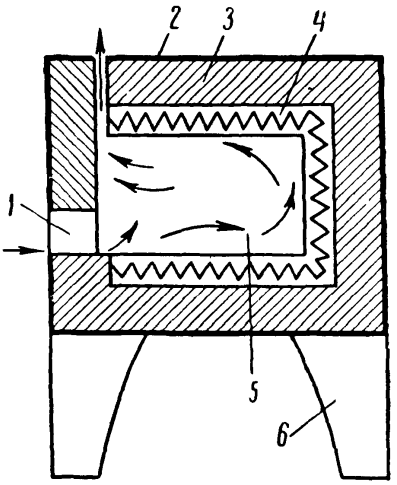



Рис. 35. Электрическая печь:

*1* — рабочее окно, *2* — кожух, *3* — огнеупорная кладка, *4* — нагревательные элементы, *5* — рабочее пространство, *6* — подставка

Электрические печи могут применяться в колхозных кузницах, располагающих электрической энергией, главным образом для нагрева под ковку цветных металлов и для термической обработки. Электрические печи относятся к группе печей сопротивления, устройство которых основано на том, что при прохождении электрического тока через проводник последний нагревается и выделяет тепла тем больше, чем меньше сопротивления оказывает проводник.

Как видно из схематического рис. 35, устройство электрической печи несложно. Она представляет собой коробку, изготовленную из огнеупорного кирпича и заключенную в кожух из листовой стали. Такая коробка для удобства обычно устанавливается на подставку из уголковой стали. У стен и у свода внутри коробки располагаются элементы сопротивления, нагреваемые проходящим через них током. Передача тепла нагреваемому металлу осуществляется лучеиспусканием накаляемых элементов сопротивления, чаще всего изготовленных из хромоникелевых сплавов. Примерные размеры печи: площадь пода 300×600 *мм*, высота до свода 200—250 *мм*. К печи подводятся два провода от электросети, концы которых крепятся зажимными контактами к концам элементов сопротивления.

Применение электрических печей освобождает от установки дорогостоящих дымовых труб и обеспечивает чистоту кузницы,

так как такие печи не выделяют дыма. Кроме того, электрические печи не требуют никакого топлива. Тем не менее в колхозной кузнице рекомендуется ставить электрические печи как дополнительное оборудование к основному нагревательному оборудованию — кузнечному горну или кузнечной пламенной печи, так как в электрической печи невозможно нагреть сталь до 1150—1250°.

## § 36. ИЗМЕРЕНИЕ И КОНТРОЛЬ ТЕМПЕРАТУРЫ

Температура нагрева металла имеет первостепенное значение для ковки. Недогретую сталь, так же как и перегретую, нельзя ковать. Поэтому для качественного нагрева стали необходимо поддерживать температуру в печи или горне такой, чтобы она обеспечивала ровную ковочную температуру для данной марки стали.

Существует два основных способа измерения температуры печи, а также температуры нагреваемого металла — на глаз (по цветам каления) и с помощью специальных приборов — пирометров.

**Определение температуры по цветам каления.** Этот способ применяется главным образом при нагревании стали в горнах. Кузнец вынимает нагреваемую заготовку из горна и судя по цвету, который она приняла вследствие нагрева, определяет температуру нагрева ее в градусах. В табл. 13 показано соответствие цветов нагретой заготовки температурам в градусах Цельсия.

Точность определения температуры нагрева по этим цветам зависит от освещения кузницы, погоды, опыта и зрения кузнеца и других данных. Поэтому указанным способом можно только приближенно определять температуру нагрева стали.

**Определение температуры с помощью пирометров.** Этим способом можно более точно определять как температуру в печах, так и температуру нагреваемой заготовки. Различают несколько видов пирометров, из которых наиболее употребительными являются термоэлектрический и оптический.

Термоэлектрический пирометр (рис. 36, *а*, *б*) применяется для измерения температуры печи. Он состоит из двух частей — термопары *1* и гальванометра *2*, соединенных между собой проводами *7* длиной до четырех метров. Термопара через отверстие вводится непосредственно в печь и подвергается воздействию горячих газов, а гальванометр показывает температуру печи в градусах. Термопара представляет собой две тонкие проволочки *4*, изготовленные из разнородных металлов и спаянные в точке *3*. Свободные концы проволочек с помощью зажимов *8* электрически соединены с гальванометром. Вследствие того, что проволочки изготовлены из разнородных металлов, при нагреве в месте спая возникает электрический ток, который по проводам

передается в гальванометр и вызывает движение стрелки на градуированной шкале. Чем выше температура печи, тем сильнее ток и тем больше стрелка отклоняется вправо.

Для предохранения от механических повреждений термопара заключена в кожух *5*, а для предохранения от соприкосновения

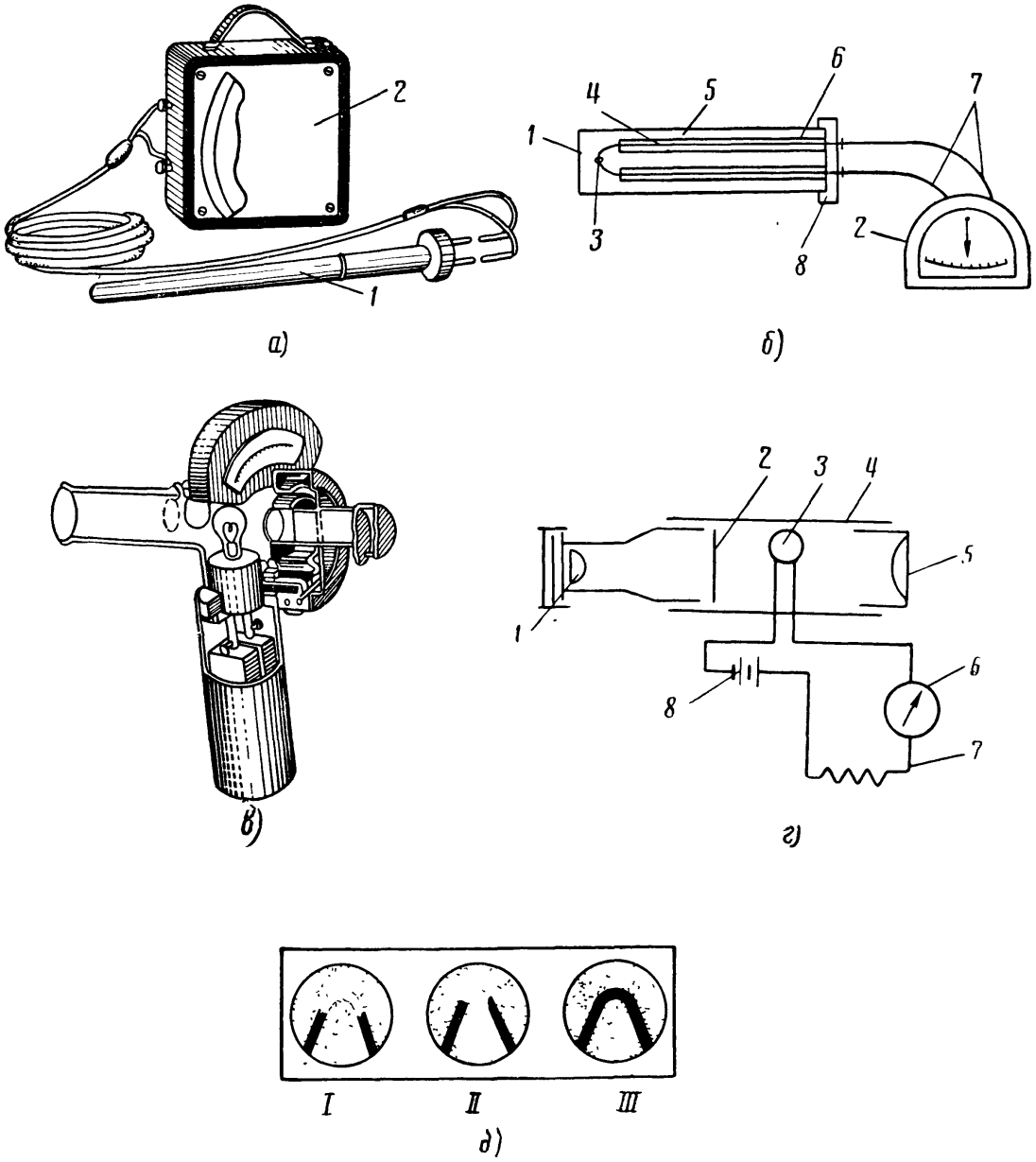



Рис. 36. Пирометры: *а, б* — термоэлектрический (общий вид и схема); *в, г, д* — оптический (общий вид, схема и три возможных показания пирометра)

проволок между собой каждая из них заключена в фарфоровую или кварцевую трубку *6*. Усовершенствованные конструкции термоэлектрических пирометров снабжены самопишущими приборами, которые вычерчивают на сетке кривую колебания температуры печи.

**Определение температуры с помощью оптического пирометра.** Оптический пирометр (рис. 36, *в, г*) применяется для определения температуры нагреваемой заготовки или поковки. Он состоит из зрительной трубы *4*, окуляра *5*, объектива *1*, красного стекла *2*, электрической лампочки *3*, реостата *7*, регулирующего силу накала нити лампочки, гальванометра *6*, показывающего температуру нагреваемого металла в градусах, и аккумулятора *8*, питающего током лампочку. Процесс измерения температуры протекает в следующей последовательности. Зрительная труба *4* нацеливается на раскаленный металл, лучи от которого проникают через красное стекло *2* и создают красный фон, яркость которого зависит от температуры раскаленного металла. На этом красном фоне резко выделяется нить лампочки в том случае, когда температура ее накала ниже температуры раскаленного металла и сливается в один цвет в том случае, когда температура накала нити лампочки и металла одинакова. Для определения температуры металла следует реостатом *7* отрегулировать силу накала нити лампочки до такого состояния, чтобы она не выделялась на красном фоне. Температура, показанная в этот момент на шкале гальванометра, и будет температурой раскаленного металла. На рис. 36, *д* представлены три возможных показания пирометра: *I* — температура накала нити лампочки почти одинакова с температурой нагрева металла; *II* — температуры одинаковы; *III* — температура металла выше температуры накала нити.

Оптическим пирометром можно измерять температуру от 700 до 1500°.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как определить по внешним признакам излишек или недостаток подаваемого в печь или горн воздуха?
2. Какое топливо является наиболее подходящим для колхозной кузницы и почему?
3. Какова температура начала ковки для стали и цветных металлов?
4. Как определяется время, потребное на нагрев в печи заготовки из углеродистой стали до ковочной температуры?
5. Как устроен кузнечный горн?
6. Как устроены меха и вентилятор для подачи воздуха в кузнечный горн?
7. Расскажите об устройстве кузнечной печи, работающей на жидком топливе.
8. Как производится нагрев металла электрическим током?
9. Какие приборы применяются для измерения и контроля температуры в печи и нагреваемого металла?

# Глава V

# КУЗНЕЧНЫЕ ОПЕРАЦИИ

## § 37. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Основными кузнечными операциями являются: 1) вытяжка (протяжка); 2) осадка и высадка; 3) прошивка и пробивка (получение отверстий); 4) кузнечная рубка; 5) гибка; 6) кручение (закручивание); 7) кузнечная сварка. Эти операции в большинстве случаев применяются не отдельно, а комплексно в той или иной последовательности, обусловленной технологическим процессом изготовления поковки.

Все кузнечные операции обычно выполняются с предварительным нагревом металла (заготовки) до ковочной температуры (1150—1250°). Ковку следует заканчивать при температуре, указанной в табл. 10. Если ковка не закончена, необходимо вновь нагреть поковку до ковочной температуры. В зависимости от продолжительности ковки кузнецу иногда приходится делать один нагрев и от одного до шести подогревов (а следовательно, и выносов из горна), чтобы закончить изготовление поковки. Количество подогревов должно быть как можно меньшим.

Ковку ручным способом производят обычно два человека: кузнец и молотобоец. Кузнец подбирает заготовку, закладывает ее в горн, нагревает, зажимает в клещах левой рукой (или обеими), вынимает из горна, укладывает на наковальню, берет в правую руку ручной молоток и наносит им легкие удары по заготовке, указывая этим места, по которым молотобоец должен наносить удары кувалдой.

Молотобоец приводит в действие кузнечные меха (если нет вентилятора) для подачи воздуха в горн; после нагрева заготовки он берет обеими руками кувалду и наносит удары по местам нагретой заготовки, которые указываются кузнецом.

Если требуется пробить отверстие, отрубить конец, сгладить неровности на поковке или произвести другие действия с покров-

кой, кузнец вместо ручного молотка берет в правую руку соответствующий вспомогательный инструмент (зубило, пробойник, гладилку и пр.), устанавливает его рабочей частью на обрабатываемое место, а молотобоец наносит удар по головке этого инструмента.

Ковку на молотах, устанавливаемых в колхозных кузницах, производит один человек — кузнец. Он же выполняет обязанности нагревальщика.

## § 38. ОСНОВНОЙ ИНСТРУМЕНТ, ПРИМЕНЯЕМЫЙ ПРИ КОВКЕ

Все инструменты, применяемые при ковке, можно разделить на три группы: основной инструмент, контрольно-измерительный и вспомогательный.

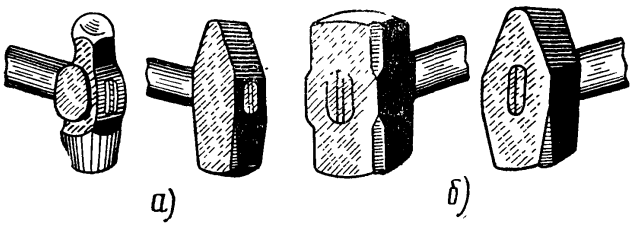
Основной кузнечный инструмент для ручной ковки — ручной молоток (ручник), кувалда, клещи — применяется при выполнении любой кузнечной операции.

**Ручной кузнечный молоток** (рис. 37, *а*) — основной инструмент кузнеца. Он служит для ковки мелких поковок и указания молотобойцу места для нанесения ударов кувалдой. Различают две формы ручных молотков: а) с квадратным бойком и пяткой, расположенной в поперечном направлении; б) с круглым бойком и с закругленной пяткой. Вес ручного молотка колеблется от 0,5 *кг* — для мелких до 2 *кг* — для более крупных поковок.

Рукоятка ручного молотка изготовляется из вязкого и сухого дерева — березы, клена, яблони — и прочно закрепляется в молотке; один конец рукоятки расклинивается; длина рукоятки 300—350 *мм*, сечение овальной формы, увеличивающееся к другому концу.

**Кувалда** — инструмент молотобойца, предназначенный для нанесения сильных ударов по поковке. На рис. 37, *б* показаны кувалды двух видов; наиболее часто применяется кувалда с выпуклым бойком и конусной пяткой, применяемой для первоначальной грубой, но более быстрой ковки заготовки. Вес кувалды колеблется в пределах от 2 до 10 *кг*, длина ручки — от 600 до 800 *мм*. Ручка изготовляется из цельного дерева прочной и вязкой породы (дуба, ясеня, клена), плотно вставляется в кувалду и заклинивается в ней. Сечение ручки имеет овальную форму и увеличивается к концу.

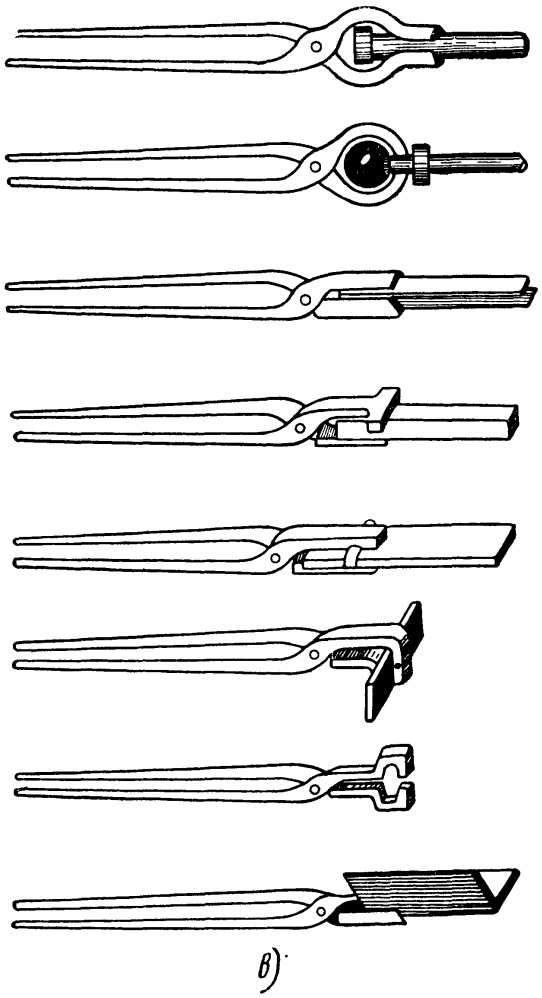
**Кузнечные клещи** служат для удерживания заготовок или поковок в нужном положении и поворачивания их во время ковки. Они состоят из двух стержней, наложенных друг на друга и соединенных между собой заклепкой (рис. 37, *в*). В губках клещей зажимается и удерживается заготовка или поковка. Длина клещей обычно от 400 до 700 *мм*, а длина губок от 75 до 150 *мм*. В зависимости от конфигурации заготовки или поковки, а также от характера работы губки клещей выполняют различной формы.



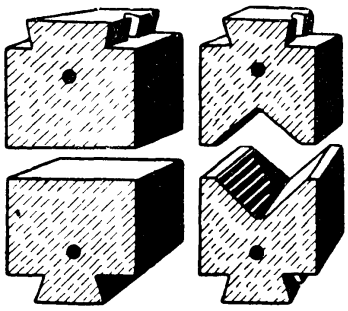
а)



б)



в)



г)

Рис. 37. Основной кузнечный инструмент:
*а* — ручные молотки, *б* — кувалды, *в* — клещи, *г* — бойки

При изготовлении тяжелой поковки, когда кузнецу трудно удерживать ее в клещах, на рукоятки клещей надевается кольцо, что облегчает работу кузнеца. Клещи обычно изготовляют из полосовой стали с содержанием углерода 0,3—0,4%. Рекомендуется хранить клещи на специальной стойке.

Описание вспомогательного и контрольно-измерительного инструментов приводится ниже.

**Бойки.** Молотовые бойки являются основным инструментом при машинной ковке. Они непосредственно наносят удары по поковке. Верхний боек крепится к бабе, а нижний — к шаботу. Крепление осуществляется посредством ласточкина хвоста, сухаря и клина. В зависимости от конфигурации поковки применяют различные по форме бойки — плоские, закругленные и вырезные (рис. 37, *г*). Размеры наиболее употребительных (плоских) бойков для пневматических молотов приведены в табл. 17.

Таблица 17

**Размеры плоских бойков для пневматических молотов**

| Вес падающих частей в *кг* | Размеры в *мм* | |
|---|---|---|
| | ширина | длина |
| 50—100 | 70—80 | 150—180 |
| 150 | 80—95 | 180—200 |
| 200 | 90—110 | 200—220 |
| 300 | 110—125 | 230—260 |
| 400 | 110—130 | 260—290 |

Завод-изготовитель поставляет вместе с молотом и бойки, но они могут быть изготовлены и самим кузнецом из стали марки 30 или 50. Кромки рабочих поверхностей бойков должны быть закруглены, чтобы на поковке не образовывались надрубы и нажимы. Полезно делать нижний боек несколько длиннее верхнего, это позволяет лучше размещать на нем заготовку, приспособления, производить правку длинных поковок.

## § 39. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ МАШИННОЙ КОВКЕ

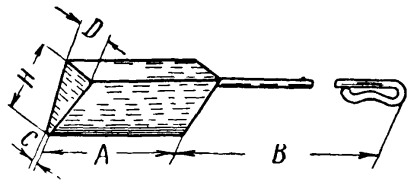
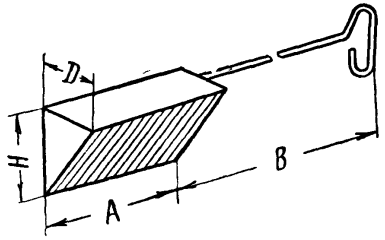
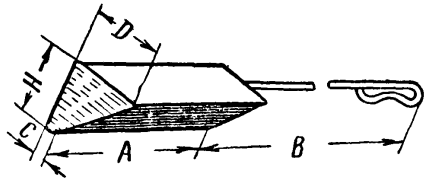
При машинной ковке применяют такие же клещи, как и при ручной ковке, и такие же вспомогательные инструменты (гладилки, раскатки, пережимки и пр.), но размеры их несколько увеличены, так как машинной ковкой обычно изготовляют более крупные поковки.

Кроме того, при машинной ковке применяют значительное количество специальных инструментов, краткое описание которых приводится ниже.

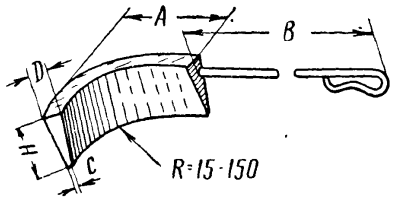
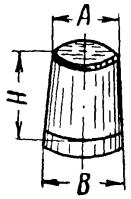
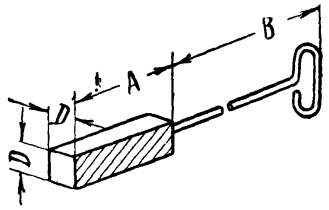
**Топоры.** Разрубка и отрубка металла при ковке на молотах

Таблица 18

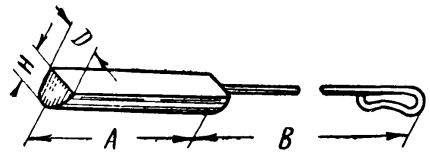
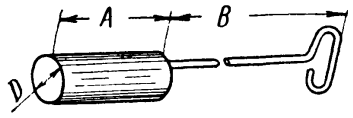
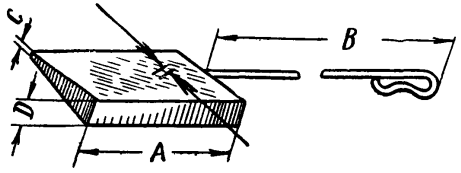
**Примерные конструктивные размеры вспомогательных инструментов для машинной ковки**

| Наименование инструмента | Эскиз | Конструктивные размеры в *мм* | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *A* | *B* | *D* | *C* | *H* |
| Топоры двусторонние (наиболее употребительные) |  | 125<br>175<br>200 | 600—700 | 15<br>20<br>30 | 5<br>7<br>10 | 70<br>85<br>100 |
| Топоры односторонние (косяки) |  | 125<br>175<br>200 | 600—700 | 20<br>30<br>50 | —<br>—<br>— | 50<br>60<br>70 |
| Топоры трапецеидальные (отвалы) |  | 125<br>175<br>200 | 600—700 | 50<br>75<br>100 | 15<br>20<br>30 | 100<br>130<br>150 |

Продолжение табл. 18

| Наименование инструмента | Эскиз | Конструктивные размеры в *мм* | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *A* | *B* | *D* | *C* | *H* |
| Топоры полукруглые |  | 200<br>250<br>300 | 600—700 | 50<br>70<br>80 | 5<br>7<br>10 | 100<br>150<br>150 |
| Прошивни сплошные |  | 45<br>55<br>65<br>75 | 50<br>60<br>70<br>80 | —<br>—<br>—<br>— | —<br>—<br>—<br>— | 90<br>100<br>120<br>130 |
| Квадраты |  | 150<br>150<br>200<br>300 | 600—700 | 15<br>20<br>30<br>40 | —<br>—<br>—<br>— | —<br>—<br>—<br>— |

Продолжение табл. 18

| Наименование инструмента | Эскиз | Конструктивные размеры в *мм* | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *A* | *B* | *D* | *C* | *H* |
| Раскатки овальные |  | 200<br>250<br>300 | 600—700 | 50<br>60<br>80 | —<br>—<br>— | 50<br>60<br>80 |
| Засечки цилиндрические |  | 150<br>200 | 600—700 | 40<br>50 | —<br>— | —<br>— |
| Клиновые накладки |  | 100<br>150<br>200 | 500—600 | 20<br>40<br>60 | 10<br>15<br>20 | 80<br>100<br>120 |

производится кузнечными топорами различной формы — односторонними (со скосом в одну сторону), двусторонними (со скосом в обе стороны), трапецеидальными (для рубки в вырезных бойках), полукруглыми (для рубки и вырубки закругленных концов). Топоры чаще всего изготовляют из стали марки 50 (ГОСТ В1050—41), рабочая часть топоров подвергается термообработке до твердости $R_c = 40 \div 45$. Ручки топоров нередко изготовляют за одно целое с топором; можно их также приклепывать.

**Прошивни** (сплошные и пустотелые) применяют для прошивки больших по диаметру и глубоких отверстий. Прошивни изготовляют из углеродистой инструментальной стали марки У7.

Квадраты представляют собой отрезки стали квадратного сечения длиной 150 *мм* с ручками из прутков диаметром 12—15 *мм*. Квадраты применяют для отрубки надрубленного топором конца металла, а также в качестве надставок на топор, если высота топора недостаточна для рубки заданной поковки.

**Раскатки.** Для ускорения вытяжных работ применяют раскатки различных профилей, из которых самой употребительной является раскатка овальная.

**Засечки.** С помощью засечек на заготовке делаются прожимы, желобки, необходимые для перехода от одного сечения к другому.

**Клиновые накладки** применяют для отделочных операций при ковке конусных изделий. Одну накладку помещают и удерживают на нижнем бойке молота, а другую — сверху поковки, которая таким образом оказывается зажатой между двумя клиновыми накладками. В этом положении наносится удар бойком по верхней накладке, вследствие чего все неровности на поковке сглаживаются.

Примерные конструктивные размеры наиболее употребительных инструментов для машинной ковки приведены в табл. 18.

## § 40. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ МАШИННОЙ КОВКЕ

В условиях колхозной кузницы наиболее подходящими приспособлениями для поворотов (кантования) тяжелых поковок при машинной ковке являются воротяжки и кузнечные патроны.

**Воротяжка** (рис. 38, *а*) представляет собой две стальные пластины, каждая с двумя рукоятками, оттянутыми от концов пластин. Пластины накладываются на заготовку, как показано на рисунке, и стягиваются болтами. Двое рабочих за рукоятки поворачивают заготовку в нужном направлении.

**Кузнечный патрон** (рис. 38, *б*) широко применяется для посадки заготовок в печь, выгрузки, подачи под молот и поворотов под молотом. Он состоит из цилиндрической головки *2* с зажимными болтами *1* и длинного конца *4*, на котором имеется ру-

коятка *3* для вращения заготовки. Заготовка *7* одним концом крепится в головке и зажимается болтами. Применение кузнечного патрона значительно облегчает труд кузнецов и повышает его производительность. В большинстве случаев при ковке тяжелых заготовок патрон поворачивается вместе с зажатой в нем

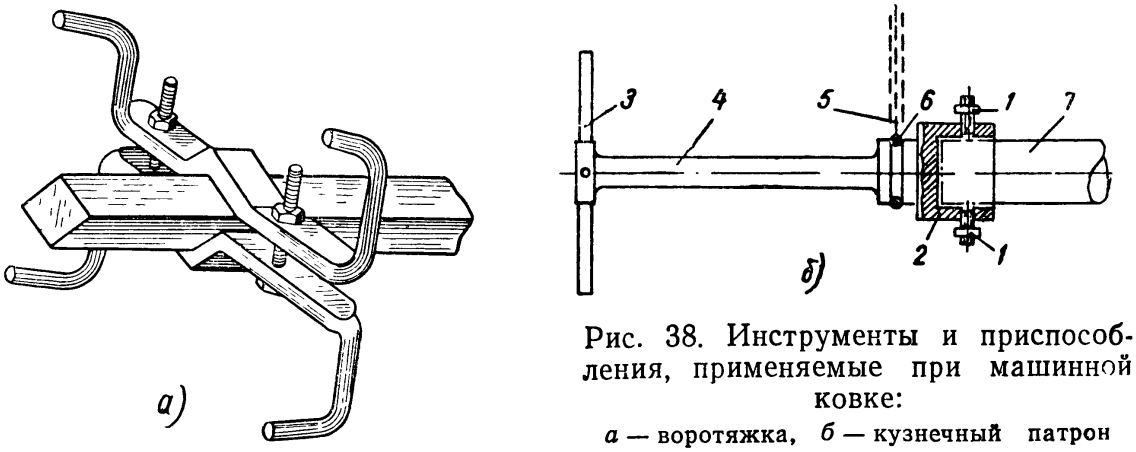



Рис. 38. Инструменты и приспособления, применяемые при машинной ковке:
*а* — воротяжка, *б* — кузнечный патрон

заготовкой на кольце *6*. Кольцо *6* подвешено к прочной цепи *5* с блоком, укрепленным на двутавровой балке, уложенной концами на стойки у стен кузницы.

## § 41. КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

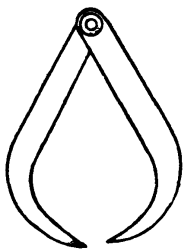
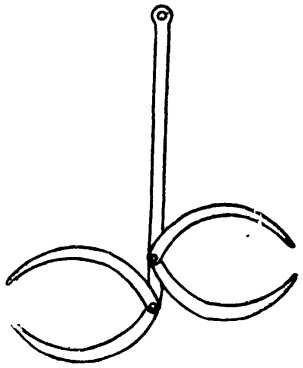
Поковки, изготовляемые в колхозной кузнице, должны иметь заданные по чертежу (или образцу) форму и размеры, которые проверяются с помощью контрольно-измерительных кузнечных инструментов. Наименование и назначение этих инструментов указаны в табл. 19.

Чаще всего кузнецу приходится пользоваться стальной линейкой и кронциркулем. С помощью линейки кузнец выбирает длину заготовки, а с помощью кронциркуля и линейки — сечение заготовки, выполняя эти действия в следующей последовательности. Сечение прутка, от которого предполагается отрубить заготовку, измеряется кронциркулем (у полосы — ширина и толщина, у квадрата — сторона, у круга — диаметр). Полученные при измерении разъемы ножек кронциркуля не имеют размеров в единицах измерения (*мм*, *см*) и поэтому величину разъема переносят на линейку, устанавливая один конец ножки кронциркуля на нулевое деление линейки и отсчитывая по линейке расстояние в миллиметрах до места (риски) установки другой ножки. Таким же образом пользуются и нутромером.

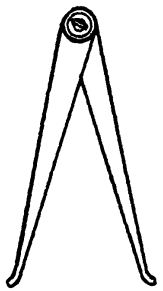
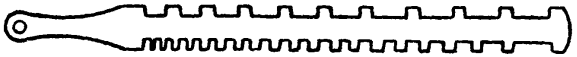
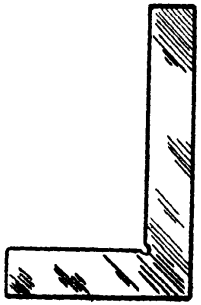
Для перенесения величины углов с одной поковки на другую одна (вращающаяся) ножка малки поднимается так, чтобы угол поковки плотно входил в разъем малки; затем вращающаяся ножка закрепляется винтом в этом положении и по установленному разъему ножек малки контролирует угол на другой по-

Таблица 19

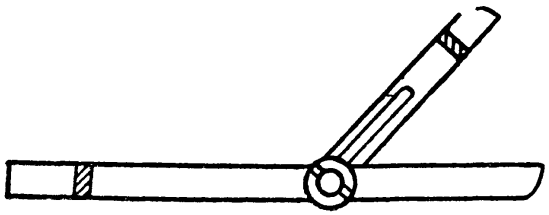
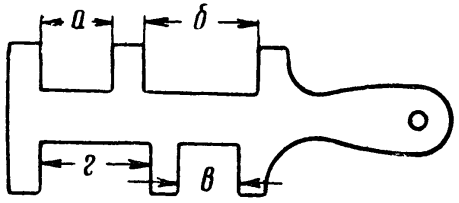
**Контрольно-измерительные кузнечные инструменты**

| Наименование инструмента | Эскиз | Назначение |
|---|---|---|
| Метр складной с делениями на миллиметры и сантиметры | — | Для измерения длины, ширины и толщины заготовок и поковок, а также для установления величины разъемов кронциркуля и нутромера |
| Линейка стальная длиной 500 *мм* с делениями на миллиметры и сантиметры | — | Для измерения величин менее 500 *мм* |
| Кронциркуль с двумя ножками |  | Для измерения наружных размеров поковок |
| Кронциркуль с четырьмя ножками |  | Для одновременного измерения двух размеров поковки (длины, ширины) |

Продолжение табл. 19.

| Наименование инструмента | Эскиз | Назначение |
|---|---|---|
| Нутромер |  | Для измерения внутренних размеров поковок (отверстий, выемок) |
| Калибр |  | Для измерения толщины сечений полос и мелких поковок |
| Угольник |  | Для проверки прямых углов поковки, ребер, торцов |

Продолжение табл. 19.

| Наименование инструмента | Эскиз | Назначение |
|---|---|---|
| Малка |  | Для перенесения размеров углов с одной поковки на другую и для проверки углов готовых поковок |
| Шаблон |  | Для проверки размеров одинаковых поковок, изготовляемых в большом количестве |

ковке. Величину разъема ножек малки устанавливают непосредственно по рабочему чертежу.

Шаблоны употребляют при изготовлении поковок сложной конфигурации или большого количества поковок одной и той же, хотя и несложной конфигурации. При изготовлении поковки шаблон накладывается на ее поверхность и форма поковки выверяется и исправляется по шаблону. Шаблоны изготовляют из листовой стали по кузнечному чертежу поковки или по проверенной готовой поковке.

## § 42. ВЫТЯЖКА

Вытяжкой (протяжкой) называется такая кузнечная операция, посредством которой заготовка увеличивается в длину за счет уменьшения площади поперечного сечения. Вытяжка — самая распространенная кузнечная операция. Она может выполняться вручную и на молотах.

Для выполнения операции вытяжки вручную кузнец захватывает нагретую заготовку клещами и подает ее на наковальню.

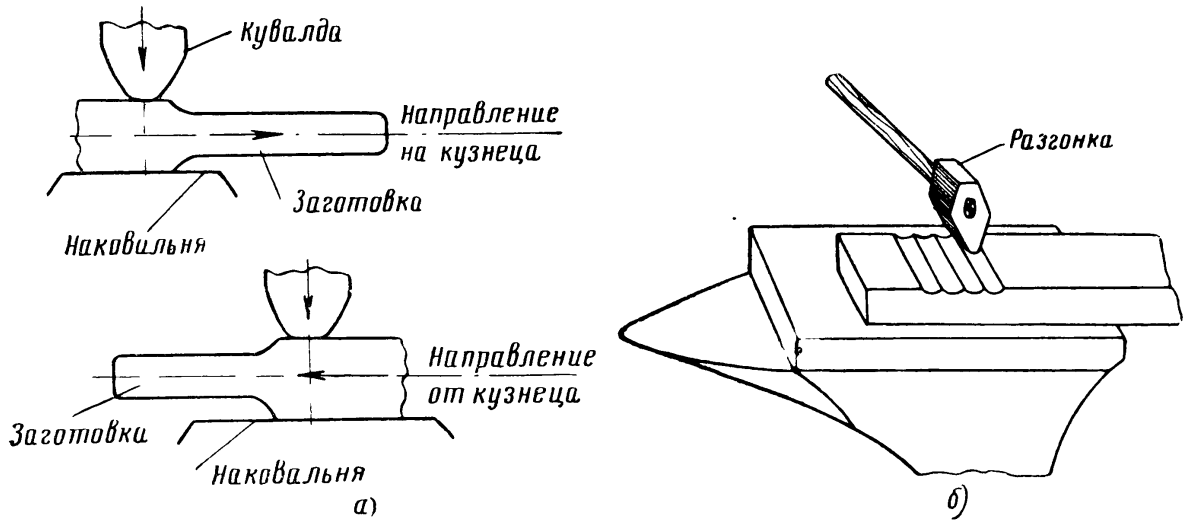



Рис. 39. Операция вытяжки:
*а* — непосредственными ударами кувалды по заготовке, *б* — с помощью разгонки

Молотобоец кувалдой наносит сильные удары непосредственно по заготовке (рис. 39, *а*) или по вытяжному инструменту — разгонке (рис. 39, *б*).

Независимо от формы поперечного сечения заготовки вытяжку всегда следует вести сначала на квадрат, т. е. если требуется вытянуть заготовку квадратного сечения на круглое, то сначала нужно ее отковать на квадрат, затем на восьмиугольник, шестнадцатиугольник и на круг. Или, если требуется заготовку круглого сечения протянуть на поковку тоже круглого сечения, то сначала ее нужно отковать на квадрат, затем на восьмиугольник, шестнадцатиугольник и на круг.

Такая последовательность ковки объясняется тем, что только при ковке на квадрат происходит наибольшее соприкасание бойка молота или кувалды с металлом, и, следовательно, вытяжка будет выполняться быстрее, заготовка будет проковываться по всему сечению, раскалывания металла по поперечным осям не произойдет.

Для выравнивания расширившейся части заготовки ее после каждых одного — трех ударов следует поворачивать на 90° (на ребро).

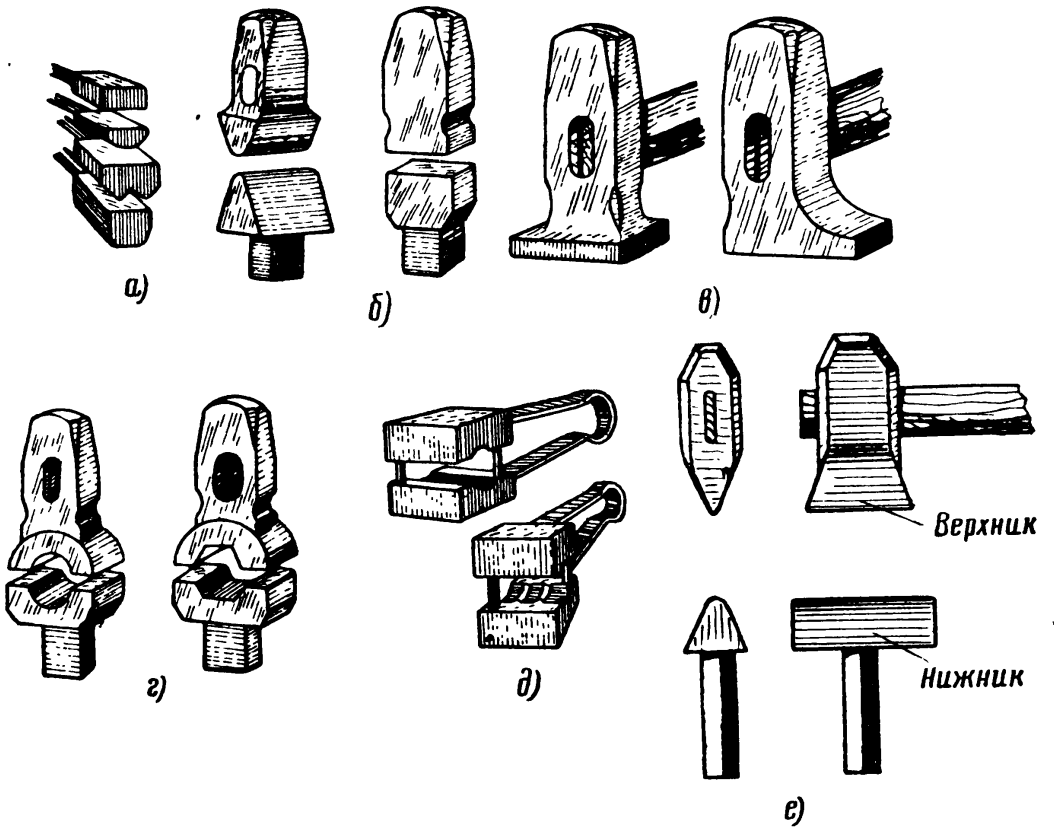



Рис. 40. Вытяжные инструменты:
*а* — раскатки, *б* — подбойки, *в* — гладилки, *г* — обжимки, *д* — пружинные обжимки, *е* — пережимки

Вытяжку заготовки (удары кувалдой или бойком молота) обычно начинают с ее середины, вытягивая сначала один конец, затем другой. При нанесении ударов кузнец передвигает заготовку по наковальне, от себя или на себя. Вытяжку мелких заготовок удобнее производить с перемещением на кузнеца.

Кроме основных инструментов, для ускорения процесса вытяжки применяют вытяжные инструменты — раскатки, подбойки, гладилки, обжимки и пережимки.

**Раскатки** изготовляют из инструментальной стали; они имеют разнообразную форму (рис. 40, *а*). При вытяжке с помощью раскатки удар кувалдой или бойком молота наносится не по заготовке, а по раскатке, наложенной на заготовку, что значительно ускоряет вытяжку.

**Подбойки** (рис. 40, *б*) применяют не только для вытяжки, но и для образования желобчатых углублений в поковке и вогнутых поверхностей. Подбойки закаливаются; рабочая часть их чисто обрабатывается.

**Гладилки** (рис. 40, *в*) применяют для приглаживания и выравнивания поверхности поковки после вытяжки заготовки раскатками или подбойками, так как после этих инструментов остаются неровности. Удары кувалдой или верхним бойком молота по гладилке должны быть не сильными, но достаточными для сглаживания неровностей.

**Обжимки** (рис. 40, *г*) применяют для вытяжки круглых изделий. Они состоят из двух половин: верхней, называемой верхником, и нижней, называемой нижником. Хвост нижника вставляют в квадратное отверстие наковальни, в желобок его укладывают круглую заготовку, накрывают верхником, по которому наносят удары кувалдой.

На рис. 40, *д* показаны пружинные обжимки; нижняя и верхняя части обжимок одинаковы и соединены пружинящей полосой. Две шпильки, закрепленные в верхней половине, служат для обеспечения симметричной обжимки.

**Пережимки** (рис. 40, *е*) применяют для того, чтобы наметить место перехода (уступа) на заготовке от одного сечения к другому. Пережимка также состоит из двух частей: верхника и нижника. Нижник вставляют хвостом в отверстие наковальни, затем на конусную часть его укладывают заготовку, на нее в месте пережима устанавливают верхник, по которому наносят удары кувалдой или бойком молота.

## § 43. ВИДЫ ВЫТЯЖНЫХ РАБОТ

Наиболее употребительными видами вытяжки являются: 1) вытяжка квадрата на квадрат меньшего сечения без уступа; 2) вытяжка квадрата на квадрат меньшего сечения с уступом; 3) вытяжка квадрата на полосу без уступа; 4) вытяжка квадрата на полосу с уступом; 5) вытяжка квадрата на круглое сечение; 6) образование выступа на полосе; 7) уширение (расплющивание, разгонка) заготовки; 8) образование заплечиков; 9) передача металла.

**Вытяжка квадрата на квадрат меньшего сечения без уступа** (рис. 41, *а*) производится непосредственно кувалдами или с помощью раскаток от середины заготовки; сначала вытягивают один конец, а потом другой, обычно с двух или нескольких нагревов. При вытяжке необходимо соблюдать основное правило — после каждых одного—трех ударов кувалдой или верхним бойком молота поворачивать заготовку на 90°. По окончании вытяжки обмеряют вытянутый конец кронциркулем. Для ускорения вытяжки применяют полукруглую раскатку, а для выглаживания поверхности поковки — гладилку с острыми кромками.

**Вытяжка квадрата на квадрат меньшего сечения с уступом** (рис. 41, *б*). Кузнец начинает вытяжку с предварительной операции — изготовления уступа. Для этого он с помощью пережимки ударами кувалды или верхнего бойка молота с четырех сторон делает на назначенном месте пережимы (зарубки) на

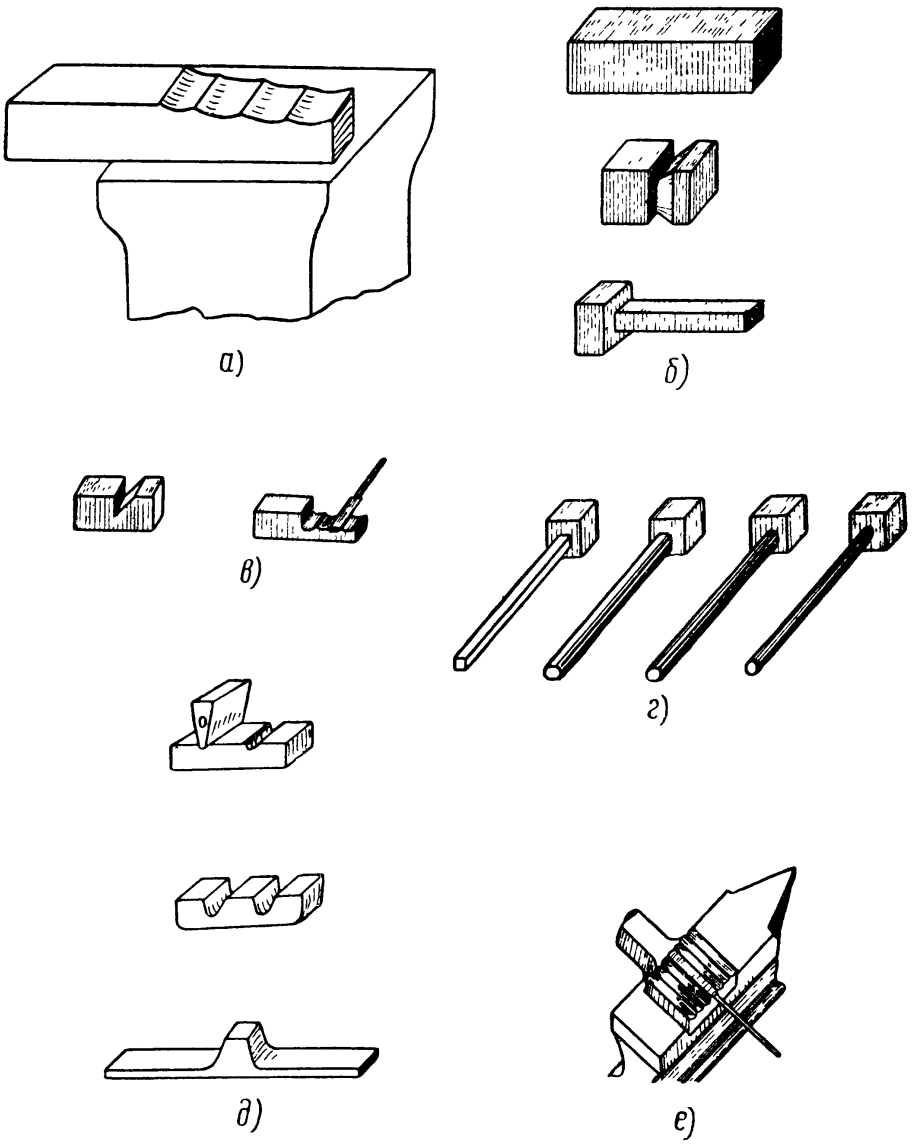



Рис. 41. Виды вытяжных работ

*а* — вытяжка квадрата на квадрат меньшего сечения без уступа, *б* — вытяжка квадрата на квадрат меньшего сечения с уступом, *в* — вытяжка квадрата на полосу с уступом, *г* — вытяжка квадрата на круглое сечение, *д* — образование выступа на полосе, *е* — уширение заготовки

заготовке. Затем кувалдой или бойком вытягивается конец заготовки на заданный размер, так же как и в предыдущем случае.

**Вытяжка квадрата на полосу без уступа производится** так же, как и вытяжка квадрата на меньший квадрат без уступа. С помощью раскатки, начиная с середины заготовки, вытягивают один конец ударами кувалды или бойка молота по раскатке,

затем выглаживают поверхность гладилкой; таким же образом вытягивают второй конец.

**Вытяжка квадрата на полосу с уступом** (рис. 41, *в*) производится с помощью пережимки или топора (при ковке тяжелых заготовок). Ударами кувалды пережимку вдавливают сверху в квадрат и образуют таким образом пережим. Одну сторону (вправо или влево от пережима) оттягивают на заданное сечение.

**Вытяжка квадрата на круглое сечение** (рис. 41, *г*) выполняется последовательными переходами: квадрат большего сечения протягивают на квадрат меньшего; затем легкими ударами сбивают углы, в результате чего сечение заготовки приобретает форму восьмигранника; отковывают заготовку на круглое сечение легкими ударами кувалды и окончательно отделывают в подкладных штампах.

**Образование выступа на полосе** (рис. 41, *д*) производится с помощью пережимки; ударами кувалды ее вдавливают в заготовку и образуют на ней два пережима. Концы заготовки вправо и влево от пережимов оттягивают и выглаживают гладилкой.

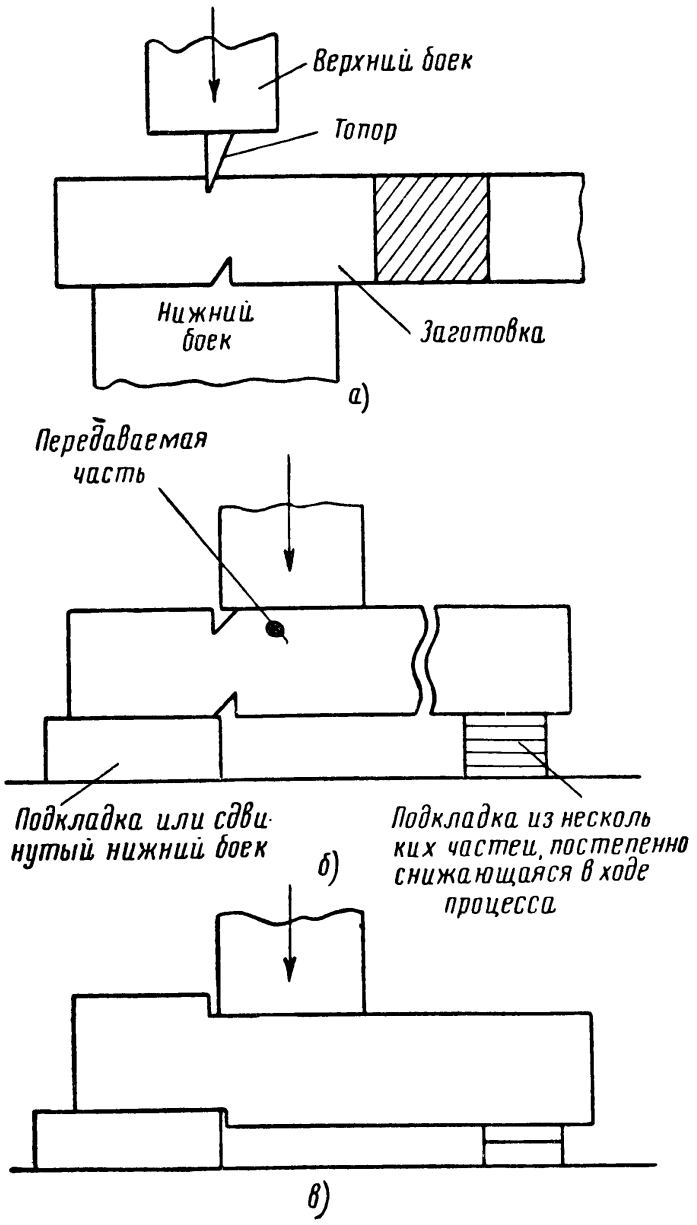



Рис. 42. Схема передачи металла:
*а* — наметка участка передачи, *б* — предварительное смещение металла, *в* — окончательное смещение металла

**Уширение** (расплющивание) заготовки (рис. 41, *е*) является также операцией вытяжки заготовки, но в поперечном направлении. Уширение выполняют с помощью раскатки, по которой наносят удары кувалдой. Операцию расплющивания следует начинать с середины заготовки.

**Передача металла.** Передачей металла называется такая куз-

нечная операция, посредством которой производится смещение части заготовки из одной плоскости в другую с сохранением параллельности горизонтальных осей. Процесс передачи металла выполняют в следующей последовательности. После нагрева металла в месте передачи заготовку укладывают на нижний боек молота и топором делают надрубы сверху и снизу, как показано на рис. 42. Затем на нижний боек ставят подкладку, на которую опирают один конец заготовки, а другой — на стойку также с подкладкой и верхним бойком наносят удары до тех пор, пока металл не переместится сверху вниз на необходимое расстояние.

## § 44. ДЕФЕКТЫ ПРИ ВЫТЯЖНЫХ РАБОТАХ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

**Наклеп** образуется в виде твердого и хрупкого слоя металла на поверхности поковки, вследствие ковки при пониженной температуре. Для устранения этого дефекта поковку следует отжечь.

**Трещины.** Появление трещин на поковках объясняется ковкой при низкой температуре (см. табл. 10) или нарушением правильной последовательности переходов (например при ковке квадратной заготовки сразу на круг). В большинстве случаев поковка с трещинами является неисправимым браком. Только неглубокие трещины можно устранить выточкой на наждачном точиле.

**Изгиб** заготовки во время ковки получается вследствие того, что удары кувалдой или молотом наносят по одной стороне заготовки или вследствие неравномерного нагрева заготовки. В местах, прогретых сильнее, заготовка изгибается от ударов кувалды или молота и принимает саблеобразный вид. Чтобы избежать этого дефекта, заготовку следует прогревать равномерно по всей длине и сечению и при вытяжке поворачивать через каждые один—три удара на 90°.

## § 45. ОСАДКА И ВЫСАДКА

**Осадкой** называется такая кузнечная операция, с помощью которой заготовка увеличивается в поперечном сечении и уменьшается по длине.

В зависимости от того, в какой части заготовки увеличивается поперечное сечение, различают три вида осадки: а) полную, когда увеличивается поперечное сечение по всей длине заготовки (рис. 43, *а*); б) серединную, когда увеличивается поперечное сечение заготовки только в ее середине (рис. 43, *б*); в) концевую, когда увеличивается поперечное сечение одного или обоих концов заготовки (рис. 43, *в*).

Два последних вида осадки — серединную и концевую — при-

нято называть высадкой. Высадка длинной и тяжелой заготовки представлена на рис. 43, *г*.

Осадку и высадку выполняют как ручной, так и машинной ковкой. Заготовку нагревают до ковочной температуры: всю — в случае полной осадки или только ту часть, которая будет высаживаться, — в случае серединной или концевой высадки. Затем заготовку захватывают клещами, ставят ее торцом на наковальню или на нижний боек и наносят удары по противоположному торцу кувалдой (или верхним бойком), как показано на рис. 43.

При выполнении полной осадки следует иметь в виду, что длина заготовки должна быть не больше трех ее диаметров, или трех сторон квадратной заготовки. В случае нарушения этого

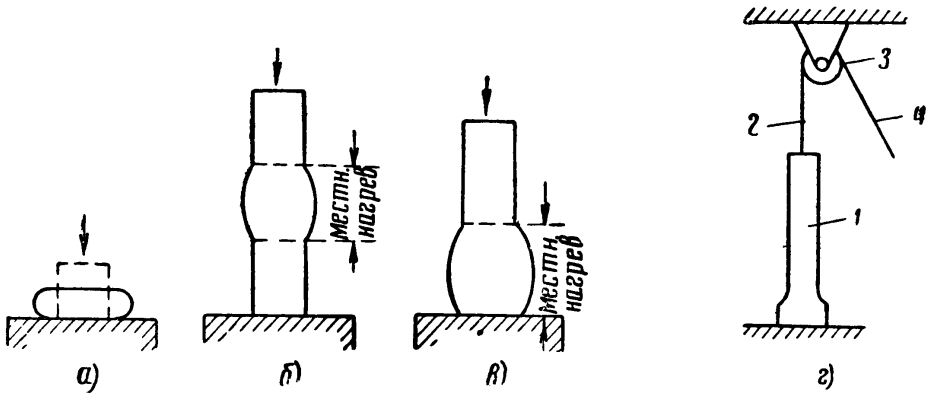



Рис. 43. Виды осадки:
*а* — полная, *б* — серединная (высадка), *в* — концевая (высадка), *г* — высадка длинной и тяжелой заготовки: *1* — заготовка, *2* — канат, *3* — блок, *4* — свободный конец каната

требования заготовка при осадке будет изгибаться, что вызовет образование складок на поверхности поковки и другие дефекты.

Осадка и высадка применяются в кузнечной практике значительно реже, чем вытяжка, и в тех случаях, когда из заготовки, достаточной по весу, требуется отковать поковку, сечение которой больше сечения заготовки.

**Дефекты при осадке.** При выполнении операций осадки и высадки иногда обнаруживаются дефекты поковки — изгибы, наружные складки, косогранность. Эти дефекты в большинстве случаев являются результатом нарушения основных технологических требований: заготовка при осадке не поворачивалась вокруг вертикальной оси; удары наносились не по середине торца, а по краю; длина заготовки превышала допускаемую величину.

Изгибы выправляют ударами кувалды, неглубокие складки вырубают зубилом или зачищают на наждачном точиле. Косогранность, т. е. неправильное расположение граней поковки после полной осадки квадратной заготовки, можно выправить на наковальне ударами кувалды с предварительным подогревом поковки.

## § 46. ПРОШИВКА И ПРОБИВКА ОТВЕРСТИЙ

Для получения больших и малых отверстий в заготовках и поковках, а также для изготовления бесшовных колец применяют кузнечные операции, называемые прошивкой и пробивкой. Обе эти родственные операции могут выполняться ручной ковкой (небольшие отверстия) и машинной ковкой (большие отверстия).

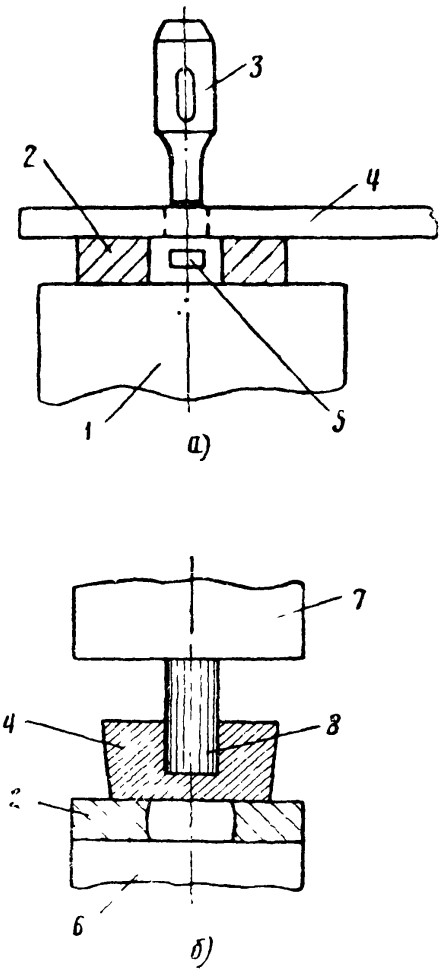



Рис. 44. Прошивка отверстий:

*а* — прошивка при ручной ковке, *б* — прошивка при машинной ковке: *1* — наковальня, *2* — подкладное кольцо, *3* — пробойник, *4* — заготовка, *5* — выдра, *6* — нижний боек, *7* — верхний боек, *8* — прошивень

**Прошивка.** Под прошивкой, выполняемой ручным способом, понимают кузнечную операцию по изготовлению отверстий в заготовках и поковках небольшой толщины — листах, полосах, тонких поковках. Нагретую до температуры 900—1000° заготовку вынимают из горна или печи клещами и кладут на подкладное кольцо; последнее помещают на наковальне (рис. 44, *а*) так, чтобы намеченное для прошивки место находилось над отверстием кольца, диаметр которого больше прошиваемого отверстия. Затем устанавливают пробойник на центр намечаемого отверстия и по головке пробойника наносят удары кувалдой. Пробойник прошивает металл, в результате чего из прошитого отверстия выдавливается часть металла, называемая выдрой.

Прошивка больших по диаметру и глубоких сквозных отверстий осуществляется на молотах с помощью прошивней и надставок. Нагретая заготовка (рис. 44, *б*) устанавливается на кольцо, уложенное на нижнем бойке; ударами верхнего бойка прошивень вдавливается в заготовку. В том случае, если высота прошивня недостаточна, применяют надставки.

**Пробивка.** Под пробивкой, выполняемой ручным способом, понимают кузнечную операцию по изготовлению отверстий в небольших заготовках с помощью бородка, вводимого поочередно с обеих сторон заготовки (рис. 45, *а, б, в*). Вместо подкладного кольца при пробивке пользуются отверстием в наковальне. Нагретую до ковочной температуры заготовку берут клещами и укладывают на наковальню так, чтобы место, предназначенное для пробивки, приходилось над отверстием наковальни. Затем ударами кувалды вдавливают бородок на полови-

ну толщины заготовки, вынимают из образовавшегося углубления, переворачивают заготовку на другую сторону, выправляют молотком выпуклость и пробивают тем же бородком отверстие с этой стороны. Операцию пробивки следует выполнять в начале

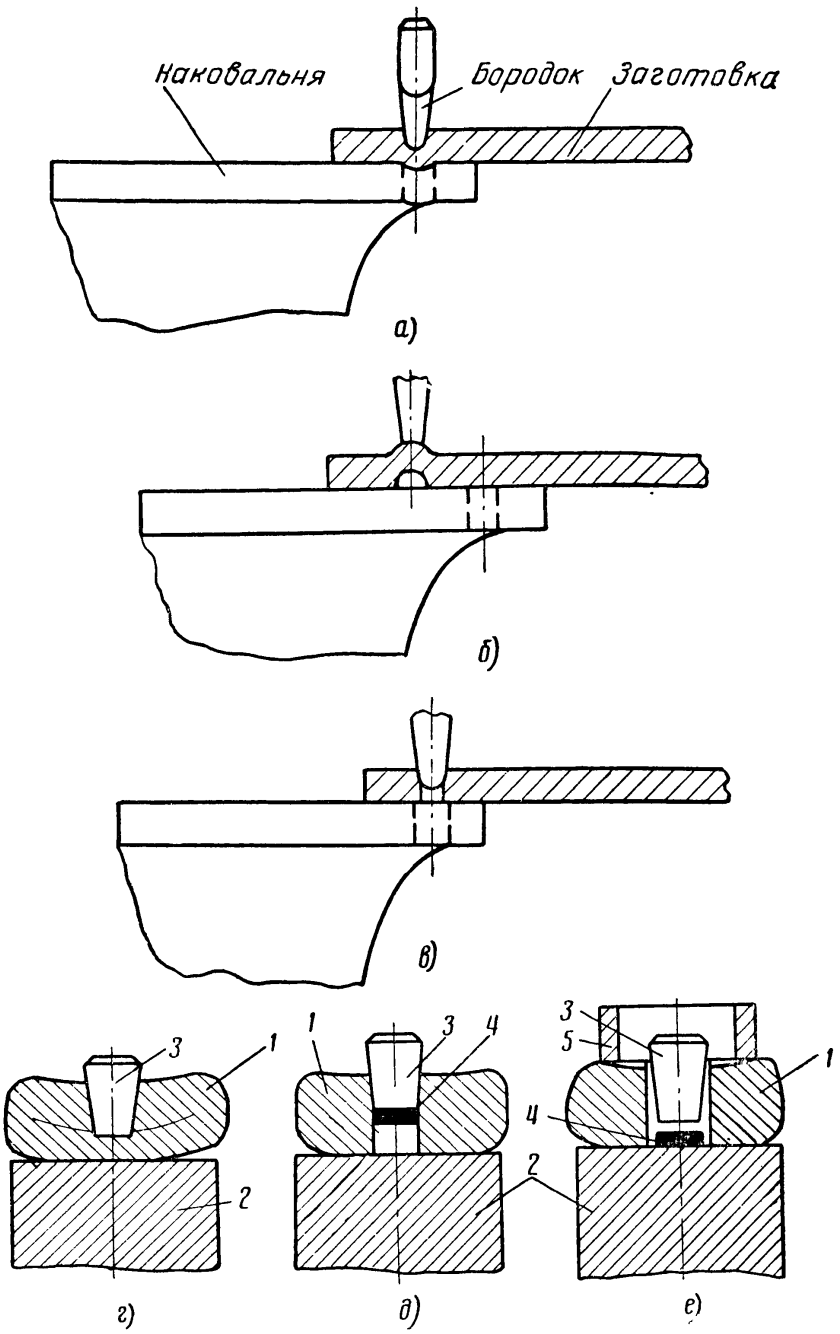



Рис. 45. Пробивка отверстий:
*а* — первый прием, *б* — второй прием, *в* — третий прием, *г, д, е* — пробивка поковок на молоте: *1* — поковка, *2* — нижний боек, *3* — прошивень, *4* — выдра, *5* — оправочное кольцо

ковки, чтобы потом иметь возможность выправить заготовку, у которой пробивка несколько искажает очертания.

Пробивка больших по диаметру и глубоких отверстий производится на молоте без подкладных колец. Нагретую заготовку *1*

(рис. 45, *г, д, е*) устанавливают на нижний боек *2*, верхним бойком наносят удары по прошивню *3*, затем поворачивают заготовку и с другого торца окончательно пробивают отверстие.

В процессах прошивки и пробивки пробойники, бородки и прошивни иногда с большим трудом удается вынуть из углублений и отверстий, вследствие трения между стенками инструмента и металла. Во избежание этого в начале каждой операции в первоначальное углубление, образовавшееся от вдавливания в заготовку инструмента, насыпают угольную пыль (порошок) или смазывают это углубление смесью графита с мазутом. Сгорая, уголь или смесь образуют газы, что способствует выталкиванию инструмента из углубления. Кроме этого, для выталкивания инструмента применяют оправочные кольца *5* (рис. 45, *е*), которые накладывают на заготовку сверху; по этим кольцам наносят удары бойком, вследствие чего заготовка расправляется и отверстия несколько расширяются, освобождая прошивень.

**Расширение и выглаживание стенок отверстий.** Нередко отверстие после прошивки имеет не гладкие стенки, а после пробивки — не прямые и не гладкие, так как бородок — конусной формы. Для устранения этих дефектов и для калибровки применяют бочкообразную оправку, которую ударами кувалды про-

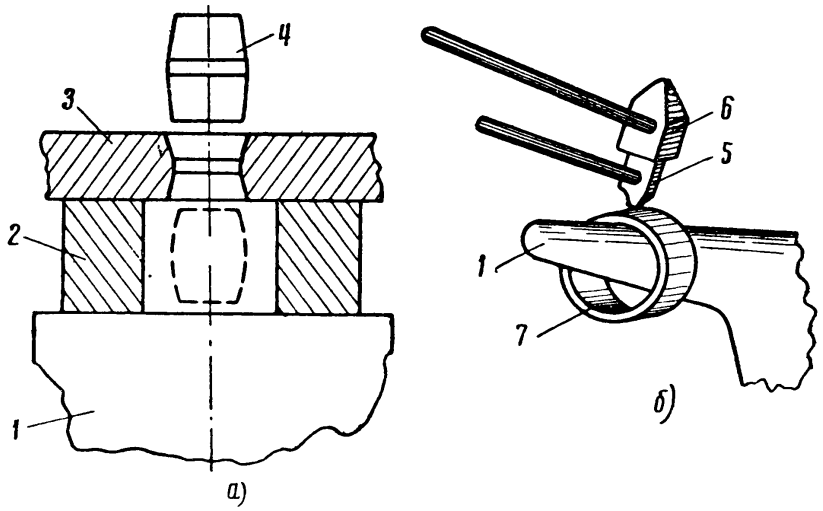



Рис. 46. Калибровка отверстий и раскатка кольца:
*а* — калибровка с помощью оправки, *б* — раскатка кольца: *1* — наковальня, *2* — подкладное кольцо, *3* — заготовка, *4* — оправка, *5* — раскатка, *6* — кувалда, *7* — кольцо

талкивают через все отверстие (рис. 46, *а*). Такие оправки применяют также и для расширения небольших отверстий.

**Раскатка колец.** Применяя пробивку или прошивку, можно изготовить кольцо, не изгибая заготовки. Для этого в заготовке бородком или пробойником делают отверстие, расширяют его оправкой и раскатывают на роге наковальни (рис. 46, *б*). Бесшовные кольца большого диаметра, обечайки и барабаны изготовляют машинной ковкой — на молотах с помощью прочной подставки и оправки.

## § 47. ИНСТРУМЕНТЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ПРОШИВКЕ И ПРОБИВКЕ

Для выполнения операций прошивки и пробивки применяется основной кузнечный инструмент (кувалда, клещи, молоток) и специальный инструмент — пробойники, бородки, прошивни, надставки, кузнечные формы, оправки.

Пробойники и бородки (рис. 47, *а*, *б*) применяются при ручной ковке: пробойники — для прошивки, а бородки — для пробивки отверстий. Рабочая часть этих инструментов может иметь различное сечение, но чаще всего применяется круглое или квад-

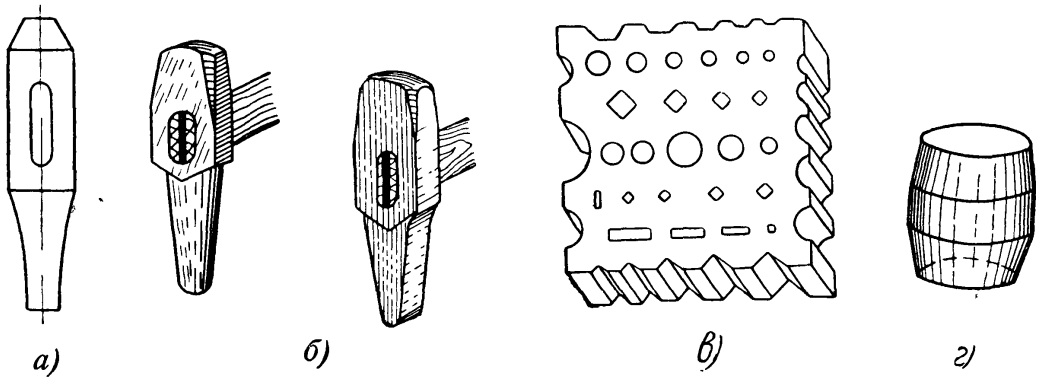



Рис. 47. Инструменты, применяемые при прошивке и пробивке:
*а* — пробойник, *б* — бородки, *в* — кузнечная форма, *г* — оправка

ратное. Как видно из рисунка, пробойник и бородки очень сходны по конструкции, разница между ними заключается в том, что рабочая часть бородка имеет уклон до 1 : 20, а пробойника — до 1 : 10. Пробойники и бородки изготовляют из стали марки У7, рабочая часть их закаливается до твердости $R_C = 40 \div 50$.

**Кузнечная форма** (рис. 47, *в*) представляет собой стальную или чугунную плиту размерами примерно 250×250×70 *мм* с отверстиями различной формы и размеров. Ребра формы имеют вырезы различной конфигурации. Кузнечная форма применяется в качестве подкладки при изготовлении отверстий, а также для ковки фигурных поковок.

**Оправка** (рис. 47, *г*) применяется для выглаживания и калибровки стенок прошитого или пробитого отверстия. Форма оправок бочкообразная, размеры — в зависимости от диаметра отверстия.

## § 48. ДЕФЕКТЫ ПРИ ПРОШИВКЕ И ПРОБИВКЕ

При неправильной прошивке и пробивке отверстий на поковках возможны следующие дефекты.

Трещины по краям отверстия появляются вследствие недостаточного нагрева заготовки. Для предупреждения этого дефекта заготовку следует нагревать до температуры не менее 1000°.

**Заусенцы** по краям отверстия на нижней стороне заготовки возникают вследствие того, что диаметр подкладного кольца значительно больше диаметра отверстия. Для предупреждения этого дефекта подкладное кольцо следует выбирать с отверстием, диаметр которого не превышает диаметра прошиваемого отверстия больше чем в 1,2 раза. Заусенцы можно удалить на наждачном точиле.

**Смещение отверстия** при пробивке или уклон в сторону при прошивке появляются вследствие неправильной установки бородка с обратной стороны заготовки или в результате того, что пробойник при прошивке был поставлен не перпендикулярно к заготовке, а с наклоном в одну сторону. Для предупреждения этих дефектов всегда необходимо тщательно проверять установку бородка или пробойника.

**Затяжка верхних краев отверстия** вниз происходит вследствие того, что по пробойнику или бородку сразу наносились сильные удары кувалдой или бойком. Для устранения этого дефекта первые удары, наносимые по инструменту, должны быть легкими.

**Мятое отверстие** со смещенной осью получается в результате сильного нагрева бородка от заготовки и искривления его. Для предупреждения этого дефекта бородок следует чаще вынимать из пробиваемого отверстия и охлаждать в воде.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дайте краткое описание основных кузнечных операций и основного кузнечного инструмента, применяемого для ручной ковки.
2. Почему всегда следует сначала вести вытяжку на квадрат?
3. Перечислите виды вытяжных работ и вспомогательный инструмент для каждого вида вытяжных работ.
4. Какие дефекты возможны при выполнении вытяжных работ и как они устраняются?
5. Дайте краткое определение операции осадки и высадки.
6. Какие дефекты возможны при выполнении высадочных работ?
7. Дайте краткое определение операций прошивки и пробивки отверстий при ручной ковке.
8. Какие вспомогательные инструменты применяют для прошивки и пробивки отверстий?
9. Какие дефекты возможны при выполнении прошивки и пробивки отверстий?

Глава VI

# КУЗНЕЧНЫЕ ОПЕРАЦИИ

(продолжение)

## § 49. РУБКА МЕТАЛЛА ПРИ РУЧНОЙ КОВКЕ

**Рубкой** называется кузнечная операция, посредством которой заготовку (поковку) разделяют на части или отделяют от нее часть материала. Рубкой также удаляют (вырубают) трещины, волосовины и другие дефектные места заготовки (поковки).

Рубка применяется главным образом в тех случаях, когда требуется из длинной заготовки получить две или несколько коротких, отрубить излишки или надрубить, т. е. прорубить некоторую часть толщины заготовки.

**Рубка при ручной ковке.** При ручной ковке обычно применяются следующие виды рубки: разрубка, отрубка и надрубка. Все они выполняются на наковальне с помощью кувалды или ручного молотка и кузнечного зубила.

Процесс разрубки состоит в следующем (рис. 48, *а*): разрубаемую заготовку (поковку) укладывают на наковальню так, чтобы она плотно прилегала к ней, устанавливают зубило на место отруба и, удерживая левой рукой заготовку, а правой зубило, ударами кувалды (молотка) по зубилу надрубают заготовку на половину ее толщины. Затем заготовку поворачивают на 180°, укладывают на край наковальни (рис. 48, *б*), устанавливают вторично зубило против надруба и окончательно разрубают заготовку.

При разрубке с подсечкой (рис. 48, *в*) заготовку устанавливают на подсечку, вставленную хвостом в отверстие наковальни, устанавливают зубило над острой частью подсечки и ударами кувалды по зубилу разрубают заготовку.

Под отрубкой понимается тот же процесс разрубки, но применяемый для отделения от заготовки (поковки) коротких концов.

Надрубка (надрубание) — один из видов рубки, применяемой в тех случаях, когда требуется прорубить заготовку на заданную глубину. Надрубать заготовку можно с одной, с двух сторон или кругом. Иногда надрубание применяется при вытяжных работах, когда требуется образовать уступ на заготовке (поковке) и оттянуть конец на меньший размер сечения.

Рубку прутков и полос из малоуглеродистых сталей можно производить в холодном состоянии, а из средне- и высоколегированных обязательно с нагревом до 800—950°.

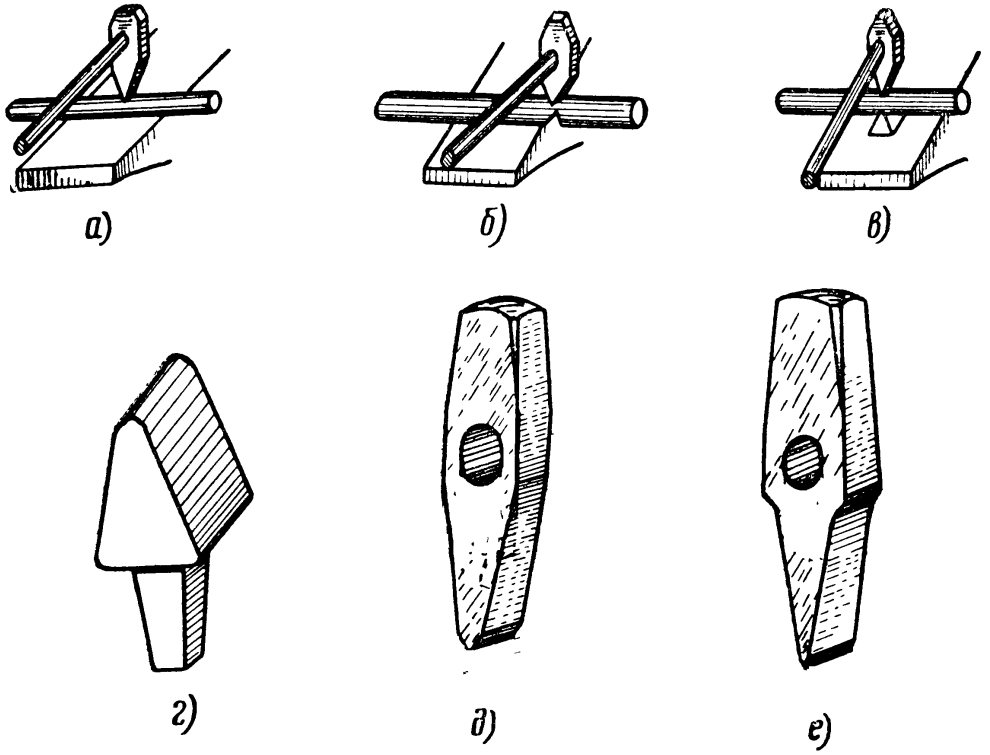



Рис. 48. Рубка металла при ручной ковке:
*а, б* — разрубка без подсечки, *в* — разрубка с подсечкой, *г* — подсечка, *д* — зубило для холодной рубки, *е* — зубило для горячей рубки

Опытные кузнецы при отрубке заготовки от прутка или полосы не дорубают зубилом до конца, а ломают вручную в месте надруба. Этот прием сокращает количество переточек зубила и уменьшает возможность ранения работающих.

**Инструменты, применяемые при ручной рубке.** Кроме обычных кузнечных инструментов, для выполнения рубки применяют специальные — подсечки и кузнечные зубила (рис. 48, *г*, *д*, *е*). Подсечки изготовляют из инструментальной стали; рабочая часть подсечки закаливается с последующим отпуском. Кузнечные зубила изготовляют из стали марки У7, рабочая часть их подвергается термообработке до твердости $R_C = 45 \div 50$. Заточку кузнечных зубил для холодной рубки принимают в пределах 40—45°, а для горячей — в пределах 80—85°. Обрубка закругленных частей поковки производится полукруглым зубилом.

Для удобства в работе зубило насаживается на деревянную ручку длиной 300—400 *мм*. Бывает, что среднюю часть зубила обматывают отожженной проволокой, концы которой скручиваются и образуют ручку, с помощью которой зубило удерживают в нужном положении.

При рубке металла в горячем состоянии зубило нагревается и теряет свою твердость. Чтобы избежать этого, зубило при рубке следует охлаждать в холодной воде. При рубке металла в холодном состоянии режущую часть зубила нужно смазывать машинным маслом, чтобы уменьшить трение и увеличить стойкость зубила.

## § 50. РУБКА МЕТАЛЛА ПРИ МАШИННОЙ КОВКЕ

Рубка тяжелых и крупногабаритных заготовок производится на молотах с помощью топоров и квадратов.

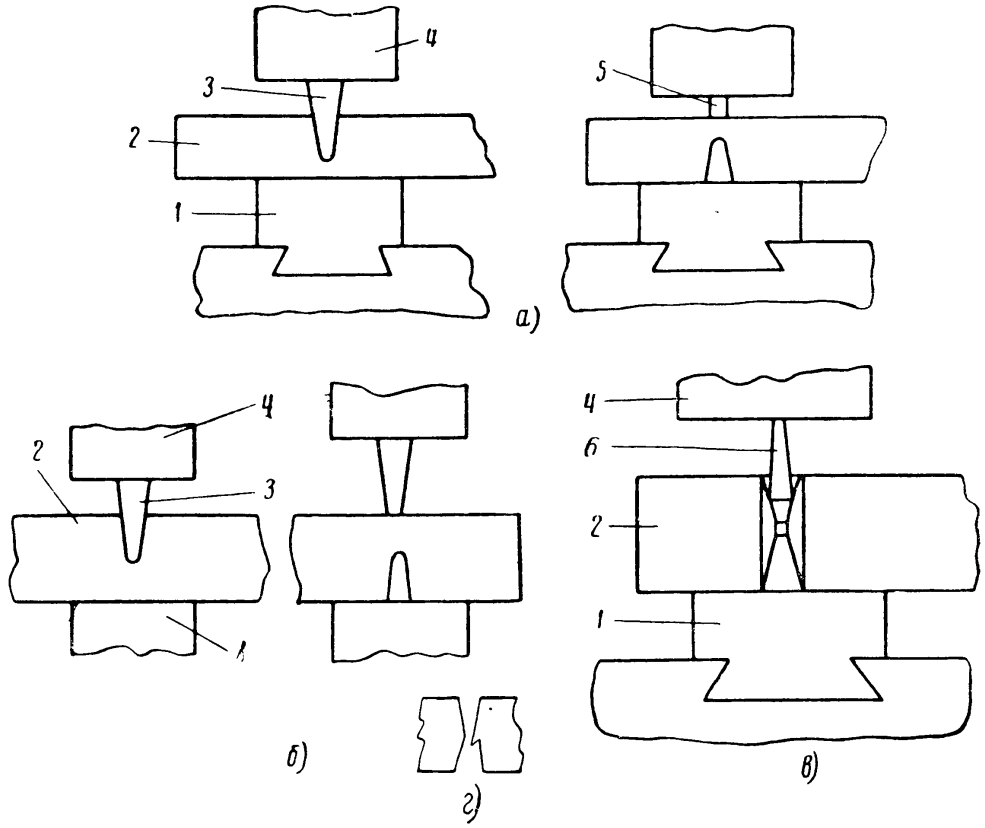



Рис. 49. Рубка металла при машинной ковке:
*а* — с одной стороны, *б* — с двух сторон, *в* — с четырех сторон, *г* — торцы заготовки с заусенцем в месте разруба: *1* — нижний боек, *2* — заготовка, *3* — топор, *4* — верхний боек, *5* — квадрат, *6* — пластинчатая раскатка

Различают несколько способов машинной рубки: с одной, с двух и с четырех сторон.

**Рубка с одной стороны** (рис. 49, *а*). Заготовку *2* устанавливают на нижний боек *1*, затем на линию, намеченную для рубки,

накладывают топор *3* и наносят легкие удары верхним бойком *4* по обуху топора. В образовавшуюся под давлением топора канавку на заготовке насыпают толченого угля, снова накладывают топор и сильными ударами верхнего бойка продавливают топор на такую глубину, чтобы осталась непрорубленной часть заготовки не толще квадрата. После этого заготовку поворачивают на 180°, вместо топора берут квадрат *5*, устанавливают его на непрорубленную часть и ударами верхнего бойка по квадрату окончательно разрубают заготовку.

**Рубка с двух сторон** (рис. 49, *б*) применяется при работе с заготовками значительной толщины (свыше 100 *мм*). Процесс выполнения ее такой же, как и при рубке с одной стороны, но квадрат не применяется. Надрубка с обеих сторон производится топором; с каждой стороны заготовка надрубается на половину ее толщины.

**Рубка с четырех сторон.** В тех случаях, когда при рубке крупногабаритных заготовок желают избежать заусенцев, образующихся в местах разрубки, применяют рубку с четырех сторон (рис. 49, *в*). После того как будут сделаны топором надрубы на заготовке с четырех сторон, в месте разрубки образуется перемычка, на которую накладывают пластинчатую раскатку *6*, наносят по ней удары верхним бойком, и перемычка выпадает в виде выдры.

Инструменты, применяемые для рубки при машинной ковке, показаны в табл. 18.

**Образование заусенцев.** Как при ручной, так и при машинной ковке нередко появляются заусенцы (рис. 49, *г*), которые при дальнейших операциях приводят к браку поковки, так как заковываются, вызывая местное расслоение. Поэтому заусенцы необходимо срубать зубилом или топором до начала ковки.

## § 51. ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РУБКЕ МЕТАЛЛА

При выполнении рубки необходимо соблюдать следующие основные правила техники безопасности.

1. Заготовку на наковальне укладывать так, чтобы отрубленная часть при падении не поранила кузнеца или молотобойца. С этой целью нередко применяют предохранительные переносные щиты, которые устанавливают с той стороны наковальни, куда может отскочить отрубленный кусок металла.

2. Зубило на заготовку устанавливать строго вертикально, а не наклонно, а при рубке с подсечкой — напротив подсечки. Несоблюдение этого правила приводит к тому, что при ударе кувалдой зубило может отлететь в сторону и ранить работающих.

3. Не работать с зубилом, имеющим расклепанную головку (обух), так как от такой головки при ударе кувалдой могут отделиться частицы металла и ранить работающих.

## § 52. ГИБКА МЕТАЛЛА

**Гибкой** называется кузнечная операция, посредством которой заготовка изгибается в соответствии с заданной формой. При выполнении этой операции иногда искажается первоначальная форма поперечного сечения заготовки и происходит так называемая утяжка металла (рис. 50, *а*). Верхние (наружные) слои металла вытягиваются, а нижние сжимаются. Поперечное сечение круглой заготовки получает овальную форму (рис. 50, *б*); сечения прямоугольной формы (квадрат, прямоугольник) вверху суживаются, а внизу расширяются (рис. 50, *в*).

Искажение формы поперечного сечения в зоне изгиба устраняется правкой с помощью гладилок, раскаток, бойков. Для обеспечения полноты поперечного сечения заготовку в месте изгиба заранее высаживают или подсаживают после изгиба (рис. 50, *г, д, е*).

Как правило, нагрев заготовки для гибки производят только в зоне изгиба. Тонкие полосы и прутки круглого сечения диаметром до 10—12 *мм* иногда можно изгибать в холодном состоянии.

Приемы и способы гибки при ручной ковке разнообразны. Наиболее употребительные из них показаны на рис. 51.

Гибка на роге наковальни или на кромке наковальни ударами кувалды (рис. 51, *а*) является простейшим способом. Нагретую заготовку укладывают на рог наковальни так, чтобы загибаемый конец свешивался с рога и по концу наносят удары кувалдой до загиба его на заданный угол.

Гибка в нижнике (рис. 51, *б*) с помощью подбойки применяется для образования главным образом прямых углов на полосовой стали.

Гибку круглых прутков удобно и быстро можно производить при помощи вилки (рис. 51, *в*), закрепленной квадратным хвостом в отверстии наковальни. Нагретую в месте изгиба заготовку одним концом вкладывают в вилку, другой конец кузнец захватывает рукой и поворачивает так, чтобы заготовка изогнулась на требуемый угол.

Гибку непосредственно на наковальне можно применять для небольших заготовок прямоугольного или круглого сечения, если концы этих заготовок вставить в отверстие наковальни (рис. 51, *г*). Заготовку после нагрева и высадки в месте изгиба выправляют на наковальне, затем один ее конец вставляют в отверстие наковальни до места изгиба, а другой пригибают к поверхности наковальни.

Гибка рычагом на плите со штырями в схематическом виде показана на рис. 51, *д*. В плите на близком расстоянии друг от друга просверлены отверстия, в которые могут вставляться штыри, ограничивающие расположение изгибаемой заготовки на плите. Нажимом рычага заготовка изгибается в заданное положение.

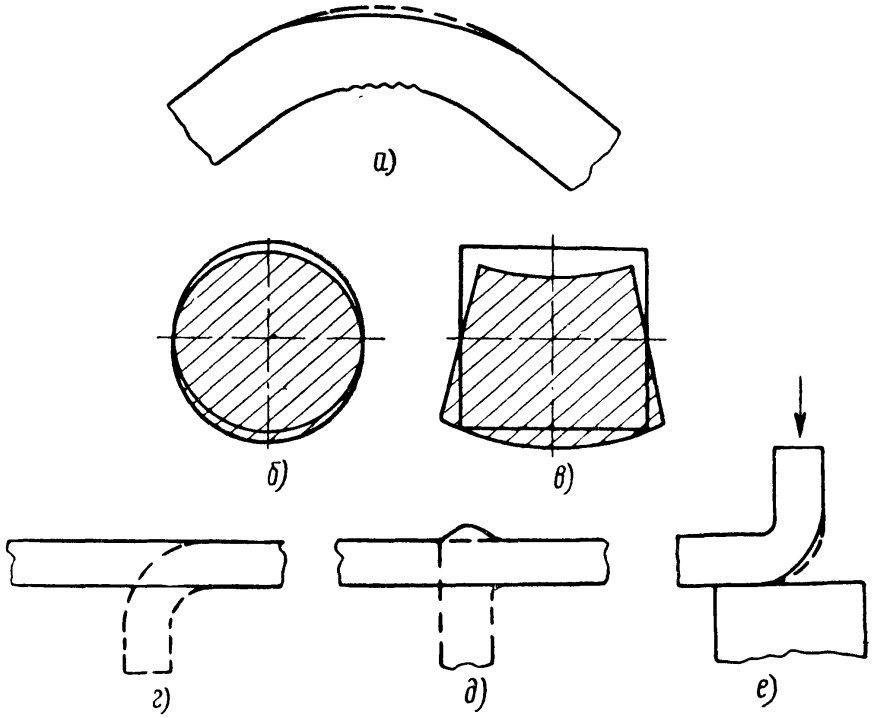



Рис. 50. Гибка металла:

*а* — утяжка на участке гибки, *б* — искажение круглого сечения, *в* — искажение квадратного сечения, *г*, *д*, *е* — предупреждение и устранение **утяжки высадкой**

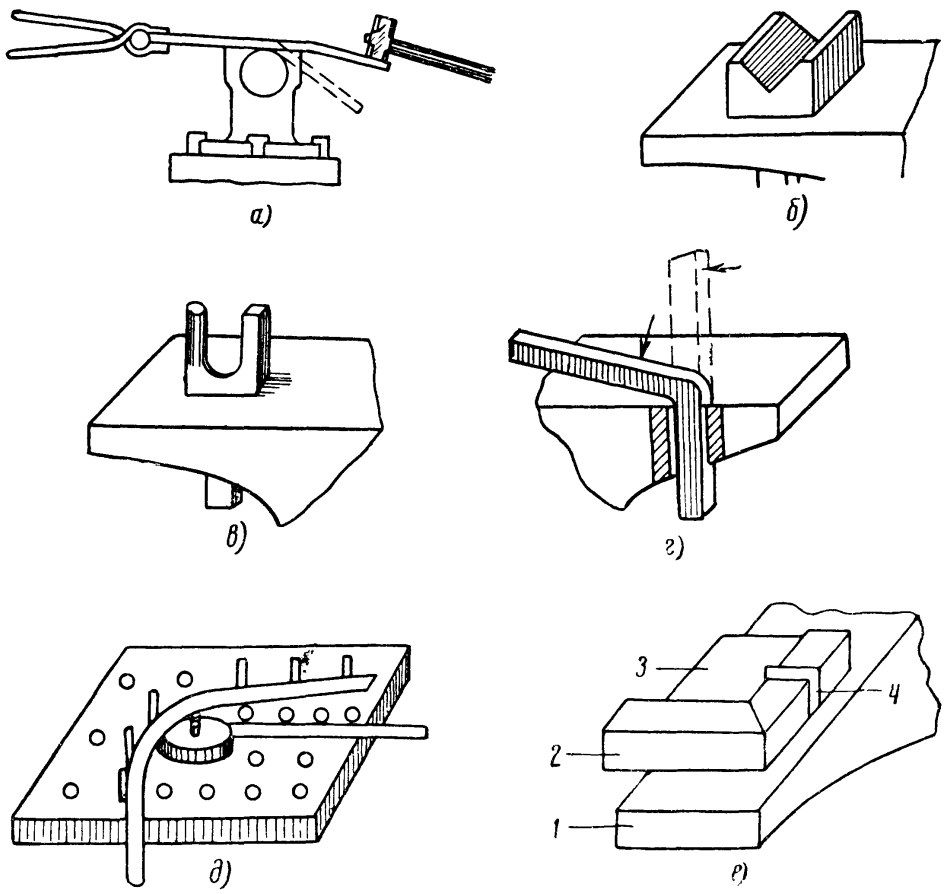



Рис. 51. Способы гибки металла при ручной ковке

Гибка фасонных профилей (уголков, швеллеров и др.) обычно производится с помощью колодок, шаблонов. На рис. 51, *е* показана гибка уголка *2* с помощью колодки *3*, укрепленной на наковальне *1*. В зоне изгиба в одной из полок уголка вырубают треугольник для того, чтобы при изгибе на полке не образовалась складка. Затем нагревают уголок, один конец его пропускают в скобу *4*, а другой загибают вокруг колодки *3*. При гибке швеллера вырубают треугольники в обеих полках.

**Инструменты и приспособления, применяемые при гибке.** Кроме обычного кузнечного инструмента — клещей, кувалды и ручного молотка — при гибке применяют подбойки, гладилки для проглаживания поковки в зоне изгиба и различные приспособления — нижники, скобы, вилки, оправки, колодки, подкладные штампы, плиты со штырями, рычаги, воротки.

**Дефекты при гибке.** Наиболее часто при гибке наблюдаются трещины, разрывы и утяжка металла.

Трещины и разрывы металла появляются вследствие остывания или недостаточного нагрева заготовки при гибке. Неглубокие, поверхностные трещины можно устранить выточкой на наждачном точиле. Глубокие трещины и разрывы являются неисправимым браком.

Утяжка металла, т. е. уменьшение сечения заготовки на участке гибки, является следствием того, что гибка производилась без предварительной высадки. Для предупреждения этого дефекта необходимо перед гибкой делать высадку заготовки в том месте, где предполагается гибка. Для устранения утяжки в готовой поковке следует нагреть ее на участке сгиба и произвести высадку, как показано на рис. 50, *г, д, е*.

## § 53. ЗАКРУЧИВАНИЕ МЕТАЛЛА

Одним из видов кузнечной гибки является закручивание (кручение), т. е. поворот одной части заготовки по отношению к другой на заданный угол вокруг общей оси (рис. 52). Например, поворот одного колена коленчатого вала по отношению к другому, расположенному в другой плоскости, производится посредством закручивания. Спиральные сверла изготовляют также способом закручивания.

Операция закручивания применяется как при ручной, так и при машинной ковке и выполняется во время процесса ковки или после изготовления поковки, когда все ее части расположены в одной плоскости.

При выполнении операции закручивания следует учитывать некоторые ее особенности:

а) уменьшение длины исходной заготовки на участке закручивания;

б) появление продольных трещин при больших углах закручивания, а также при закручивании малопластичных металлов;

в) необходимость нагрева участка, подлежащего закручиванию, до максимально допустимой температуры и равномерного прогрева его по всей длине.

**Приемы закручивания.** Закручивание небольших поковок производится с помощью слесарных тисков и клещей (рис. 52, *а*). Один из концов участка поковки, подлежащего закручиванию, зажимают в тисках, а другой захватывают клещами и поворачивают на требуемый угол.

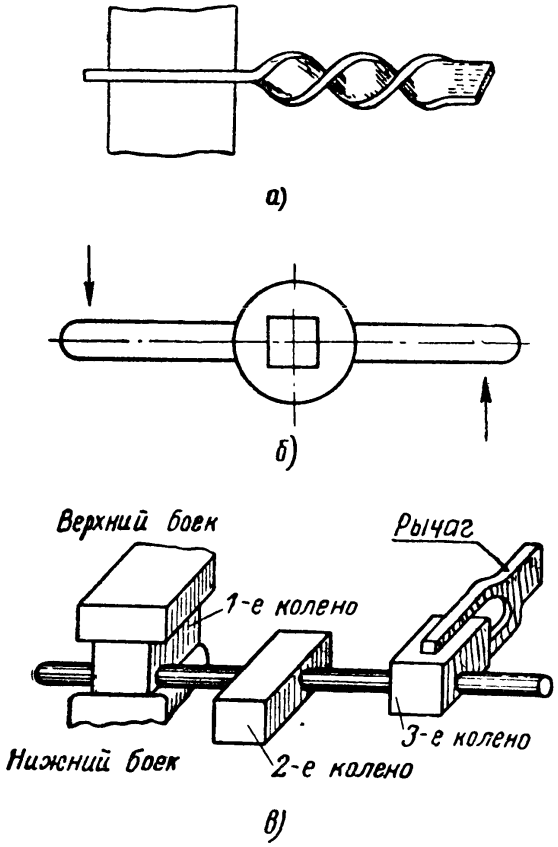



Рис. 52. Закручивание металла

Для закручивания мелких поковок можно пользоваться вилкой с рычагом или воротком с квадратным отверстием (рис. 52, *б*). Этот прием применим только для тех поковок, у которых один из концов имеет квадратное сечение.

Закручивание крупных поковок обычно производится на молотах рычагом с вилкой (рис. 52, *в*). Один из концов закручиваемого участка (например колено коленчатого вала) зажимается между бойками, а другой захватывается вилкой и поворачивается на требуемый угол.

## § 54. КУЗНЕЧНАЯ СВАРКА

**Кузнечной сваркой** называется кузнечная операция, посредством которой ударами кувалды или бойка соединяются в одно целое отдельные части или концы заготовок, нагретые до температуры, близкой к температуре начала плавления (тестообразное состояние металла).

Кузнечная сварка широко применяется в ремонтных работах и в тех случаях, когда невозможно отковать какое-либо изделие целиком [1].

Свойством свариваемости обладают не все металлы. Сталь обладает этим свойством, но не все сорта стали одинаково хорошо свариваются. Так, стали с содержанием углерода до 0,25% свариваются хорошо, а стали с содержанием углерода

[1] В серийном и массовом производствах применяются другие виды сварки (электрическая и газовая), как наиболее производительные и экономичные.

0,45% почти не свариваются. Все примеси, особенно сера и фосфор, снижают свариваемость стали. Для обеспечения хорошей сварки рекомендуется применять стали со следующим предельным содержанием примесей: кремния не более 0,2%, марганца не более 0,6—0,8%, серы и фосфора не более 0,05%.

Процесс кузнечной сварки состоит из следующих отдельных операций: 1) подготовка свариваемых концов; 2) нагрев их для сварки; 3) стыкование концов и сварка их; 4) проковка и отделка сварных швов.

Подготовка свариваемых концов заключается в том, что эти концы проковываются и высаживаются для того, чтобы получить ровную мелкозернистую структуру и для того, чтобы после сварки получить то же сечение в месте сварки, которое было у свариваемых концов до сварки.

Нагрев свариваемых концов производится до температуры в пределах 1275—1350°. Чем больше в стали углерода или примесей, тем ниже должна быть температура нагрева для сварки, и наоборот. Степень нагрева металла для сварки определяют на глаз или с помощью оптических пирометров. Малоуглеродистая сталь нагревается до ослепительно белого цвета, сталь со значительным содержанием углерода (свыше 0,30%) — до белого цвета с желтоватым оттенком.

При нагреве для сварки особое внимание должно быть обращено на то, чтобы после выноса нагретых концов из горна с них можно было легко удалить окалину и этим обеспечить тесное соприкосновение свариваемых поверхностей. Для этой цели при нагреве обычно применяют сварочные флюсы в виде порошка, которым присыпают в горне нагреваемые концы. Флюсы быстро плавятся, образуя шлак, который растворяет окалину на поверхности свариваемых концов, препятствуя дальнейшему окислению их. Шлак легко удаляется с нагретых концов специальным скребком, кузнечным молотком или ударами концов о наковальню.

Кроме того, при нагреве должно быть обращено особое внимание на недопустимость пережога свариваемых концов, так как пережог приведет к неисправимому браку и самих концов и сварочного соединения. Первый признак пережога — большое количество белых ослепительных звездочек в горне (печи). Для предупреждения пережога следует тщательно наблюдать за цветом нагреваемых концов и при появлении звездочек вынимать металл из горна.

После такого нагрева металл становится тестообразным и это является одним из главных условий прочности сварочного соединения.

В качестве сварочных флюсов применяют мелкий просеянный речной песок, буру, поваренную соль или смеси этих веществ (чаще всего — речной песок с бурой или речной песок с поваренной солью).

Для изготовления смеси, используемой в качестве флюса, принимают по весу (примерно): речного песка 85—90% и буры 15—10% или речного песка 70—75% и поваренной соли 30—25%.

После нагрева и очистки от шлака производят стыкование концов. Для этого один из свариваемых концов накладывают на другой и наносят по месту сварки сначала слабые, но частые удары кувалдой (или ручным молотком), а затем сильные удары для того, чтобы добиться тесного соприкосновения свариваемых поверхностей при наивысшей температуре. Первые (слабые и частые) удары следует наносить обязательно с середины свариваемого места, так как при этом выжимаются случайно оставшиеся частицы шлака, заковка которых может препятствовать плотному соприкосновению свариваемых поверхностей.

После стыкования приступают к проковке и отделке сварного шва. Сваренный участок следует хорошо проковать для того, чтобы структура стали стала мелкозернистой. Нередко для проковки и окончательной отделки сваренный участок подогревают до ковочной температуры.

Для окончательной отделки сваренного участка поверхность его обжимают, заглаживают и обкатывают с помощью обжимок, подкладных штампов и обкаток в зависимости от формы поперечного сечения сваренного места.

## § 55. СПОСОБЫ КУЗНЕЧНОЙ СВАРКИ

На практике применяют следующие способы кузнечной сварки: внахлестку, вразруб, в стык, с шашкой, врасщеп. Выбор того или иного способа сварки зависит от формы и величины поперечного сечения свариваемых концов, требований прочности и других условий. Прочность участков, свариваемых различными способами, различна и колеблется в пределах 60—85% от прочности сплошного металла.

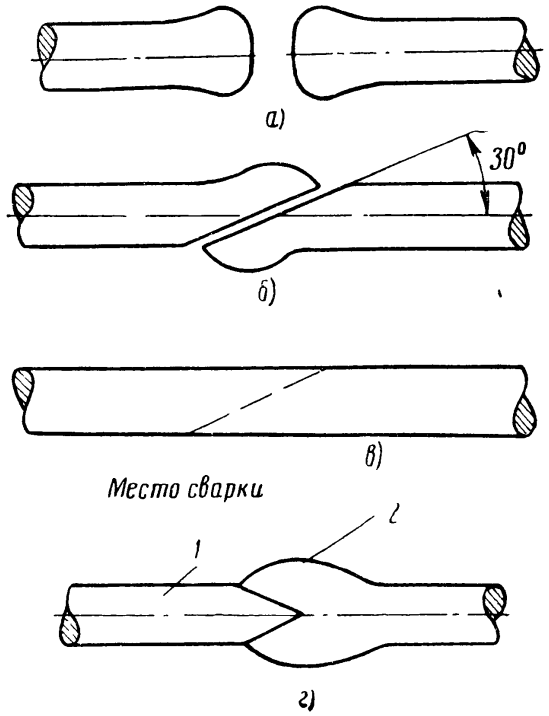



Рис. 53. Кузнечная сварка внахлестку и вразруб

**Сварка внахлестку** (в напуск) является одним из наиболее надежных способов. При ручной ковке этот способ можно применять для сварки концов диаметром до 60 *мм*, а при машинной ковке — до 120 *мм*. Концы заготовок нагревают и высаживают (рис. 53, *а*), затем оттягивают языки (рис. 53, *б*) После этого

языки (лацканы) нагревают до сварочной температуры, очищают от шлака, накладывают один на другой и ударами кувалды или бойка молота соединяют, сваривают и вытягивают под размеры свариваемых заготовок (рис. 53, *в*).

**Сварка вразруб** (в замок, в лапу, в обхват). Это тоже один из надежных способов сварки, применяемый для концов с крупным поперечным сечением (рис. 53, *г*).

Процесс сварки вразруб ведется в следующем порядке. Свариваемый конец *2* нагревают до ковочной температуры, высаживают и разрубают; разрубленные концы несколько разводят в стороны для того, чтобы конец *1* мог разместиться между ними. Конец *1* высаживают и заостряют. После этого концы *1* и *2* нагревают до сварочной температуры, очищают от шлака, конец *1* вводят в разруб конца *2*, ударами кувалды или верхнего бойка концы сжимают и проковывают место сварки. Окончательная отделка сваренного места производится при помощи подкладных штампов, обжимок и гладилок.

**Сварка в стык.** Этот способ сварки менее надежен, чем описанные выше, и применяется в тех случаях, когда почему-либо нельзя применить сварку внахлестку или вразруб. Для сварки в стык оба конца нагревают, высаживают (рис. 54, *а*) и торцы высаженных концов несколько закругляют, чтобы легче было при сварке выжать шлак из середины овальной части конца. Затем оба конца нагревают до сварочной температуры и устанавливают на наковальне один над другим. Молотобоец держит нижний конец, а кузнец, удерживая верхний конец, ударяет по холодному его торцу кузнечным молотком (рис. 54, *б*). Под ударами молотка концы свариваются, после чего место сварки проковывают (рис. 54, *в*). При сварке длинных концов их после нагрева укладывают на наковальню в горизонтальном положении и наносят удары кувалдой или молотком по холодным торцам, после чего место сварки проковывают.

**Сварка впритык** (рис. 54, *г*) является одним из редких видов сварки в стык, когда один конец приваривается к середине заготовки так, что в результате сварки получается Т-образная фигура. В этом случае конец *1* высаживается и края его закругляются. Заготовка *2* в месте приварки прожимается так, чтобы получилось углубление (гнездо) для приварки конца *1*. Затем конец и заготовку нагревают, очищают от шлака, укладывают заготовку на наковальню, устанавливают конец *1* в гнездо заготовки, кувалдой наносят удары по холодному торцу конца и проковывают место сварки.

**Сварка с шашкой** — сложный, но довольно надежный способ сварки. Свариваемые концы высаживают и обрубают под углами 30—40° (рис. 55, *а*); из этой же стали отковывают две шашки, боковые уклоны которых позволяют уложить их сверху и снизу между свариваемыми концами (рис. 55, *б*). Затем нагревают до сварочной температуры концы и шашки, очищают от

шлака, вставляют шашки между концами и ударами кувалды сжимают место сварки и проковывают.

Необходимо отметить, что этот способ сварки применяется главным образом при ремонтных работах, когда требуется сохранить прежние размеры и не ослабить поперечного сечения изделия (ремонт кольцевых изделий, ободьев и пр.).

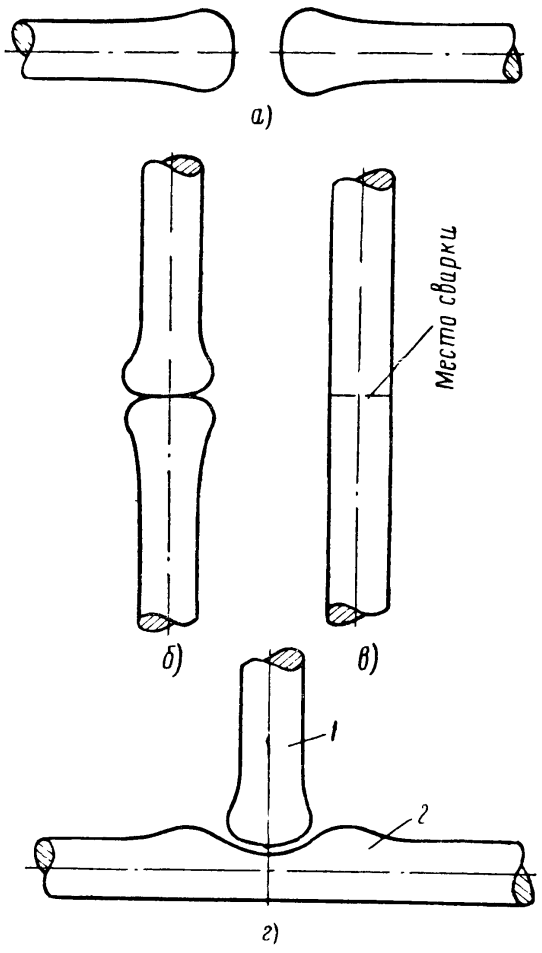



Рис. 54. Кузнечная сварка:
*а, б, в* — в стык, *г* — впритык

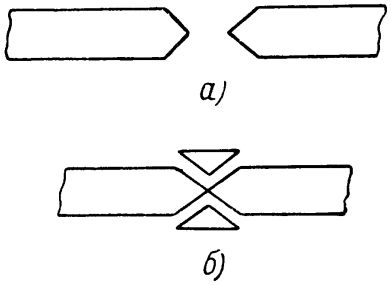



Рис. 55. Кузнечная сварка с шашкой

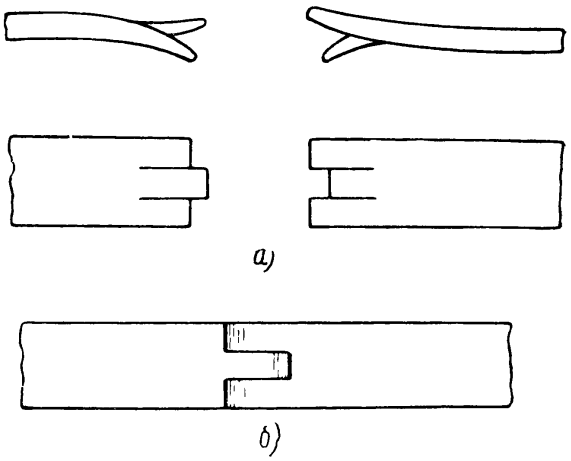



Рис. 56. Кузнечная сварка врасщеп

**Сварка врасщеп.** Сварку стальных полос незначительной толщины (5—10 *мм*) можно производить внахлестку без высадки концов, но лучше применять способ сварки врасщеп (рис. 56). Свариваемые концы полос разрубают зубилом по ширине на три равные части (рис. 56, *а*), отгибают, нагревают до сварочной температуры, очищают от шлака и складывают, как показано на рис. 56, *б*, затем ударами кувалды концы сжимают и проковывают.

## § 56. ИСПЫТАНИЕ СВАРОЧНОГО ШВА НА ПРОЧНОСТЬ

Качество кузнечной сварки определяется испытанием сварочного шва на прочность. Сварка считается хорошей, если прочность сварочного шва достигает 80—85% прочности сплошного

металла. Испытания на прочность проводят на специальных машинах или упрощенным способом — путем изгиба сваренного прутка или поковки в месте сварки. Если при изгибании на наковальне сварочный шов не расходится, не появляются трещины в месте сварки, можно считать, что сварка произведена хорошо. В противном случае пруток разламывают или разрубают в месте сварки и заново сваривают.

## § 57. ДЕФЕКТЫ ПРИ СВАРКЕ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

При выполнении кузнечной сварки наблюдаются следующие дефекты.

**Пережог свариваемых концов.** Причина пережога — нагрев концов выше сварочной температуры. На концах появляются трещины, сварочный шов оказывается непрочным. Этот дефект является неисправимым браком.

**Сужение поперечного сечения в месте сварки** — результат того, что свариваемые концы предварительно не высаживались или высаживались недостаточно и при проковке места сварки не хватило металла. Этот дефект неустраним. Поэтому вырубают участок с суженным сечением и вновь сваривают концы.

**Неполная проварка** состоит в том, что между сваренными поверхностями есть отдельные места (пятна), которые не соединились плотно, что делает сварочный шов непрочным и приводит к браку поковки. Этот дефект вызван плохой очисткой свариваемых поверхностей от шлака и окалины, которые заковываются и препятствуют образованию сплошного сварочного шва.

Все поковки с неполной проваркой бракуются; места сварки следует разрубать по шву и вновь сваривать.

**Непрочный сварочный шов** наблюдается при сварке сталей различных марок, резко отличающихся друг от друга по содержанию углерода. Причина этого дефекта заключается в неправильном нагреве свариваемых концов. Для предупреждения его нагрев обоих концов следует производить одновременно, но в различных горнах: конец с большим содержанием углерода нагревать до 1250—1275°, а конец с меньшим содержанием углерода — до 1300—1350°. При этих температурах оба свариваемых конца придут в тестообразное состояние, необходимое для образования прочного шва.

## § 58. ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

### При ручной ковке

Во избежание несчастных случаев и аварий кузнец должен соблюдать следующие правила техники безопасности.

До начала работы:

1. Осмотреть оборудование (наковальню и горн) и прове-

рить его исправность; очистить рабочие части наковальни от окалины, масла и воды, а горн — от спекшихся слитков; устранить замеченные недостатки; добавить в бак воды.

2. Осмотреть основной инструмент (кувалды, ручные молотки, клещи) и вспомогательный; проверить его исправность; обратить особое внимание на прочность насадки кувалд, молотков, зубил, гладилок и другого инструмента на ручки. Все замеченные недостатки устранить, сырой или замасленный инструмент обтереть сухой тряпкой.

3. Проверить наличие и качество топлива, заготовок.

4. Привести в порядок рабочее место — убрать ненужные инструменты, заготовки, поковки, подмести пол в кузнице, подготовить металл для заготовок или ремонтируемое изделие и чертеж поковки или образец.

Во время работы:

1. Периодически, по мере накопления окалины, очищать от нее наковальню, протирать сухой тряпкой наличник, не допускать ударов кувалдой по наличнику.

2. Работать в фартуке и надевать на руки брезентовые рукавицы, а при сварочных работах обязательно пользоваться защитными очками.

3. Пользоваться инструментом только по его прямому назначению во избежание его порчи и преждевременного износа.

4. Следить за нагревом металла и контролировать его, не допускать недогрева или перегрева и не ковать недогретый, перегретый или пережженный металл.

5. Употреблять клещи, губки которых соответствуют форме поковки.

6. Не допускать загромождения рабочего места ремонтируемыми деталями, заготовками, инструментом; после окончания ковки складывать готовые изделия в определенное место.

После окончания работы:

1. Прекратить работу кузнечных мехов или выключить вентилятор, выгрести из горна горячие угли, залить их водой.

2. Осмотреть инструмент и обтереть его сухой тряпкой, охладить в баке клещи.

3. Осмотреть внутри и снаружи кузницу и устранить все, что может вызвать пожар — горячие угли, искры из горна, горячие отходы (обрубки), спекшиеся слитки, горючие материалы, расположенные близко к горну.

### При машинной ковке

При машинной ковке, кроме перечисленных правил, кузнец должен выполнять ряд следующих правил по технике безопасности, связанных с особенностями машинной ковки.

До начала работы:

1. Проверить правильность установки бойков и прочность их

крепления; клинья не должны выступать наружу более чем на 25—30 *мм*. Надеть установленную спецодежду и защитные очки.

2. При работе на пневматическом молоте проверить действие пусковой коробки электродвигателя и педали управления (или рычага).

3. При работе на рессорном молоте проверить исправность рессоры и соединений ее с бабой и шатуном.

Во время работы:

1. Кузнец должен громко и четко подавать команду машинисту (если работает с машинистом), а машинист обязан точно выполнять эту команду.

2. Не допускать скопления окалины на бойках и удалять ее металлическими щетками; запрещается удалять окалину рукой или рукавицей.

3. Не разбрасывать горячих поковок и отходов около молота, а складывать их в определенном месте и в порядке.

4. При работе держать инструмент так, чтобы рукоятка его приходилась сбоку, а не против туловища кузнеца.

5. Следить за тем, чтобы при рубке горячего металла никто не находился в направлении возможного отлетания отрубаемых кусков.

6. Не допускать на молоте рубки металла в холодном состоянии.

После окончания работы:

1. Выключить электродвигатель молота.

2. Опустить бабу с верхним бойком на нижний боек.

3. Привести в порядок рабочее место.

## § 59. ФАСОННАЯ КОВКА

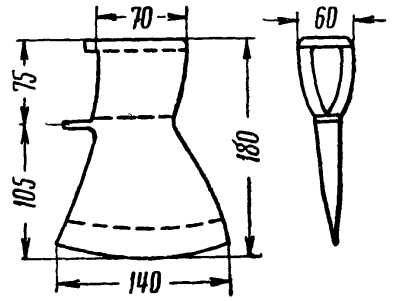
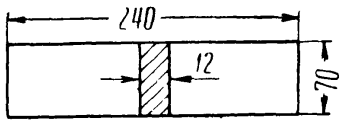
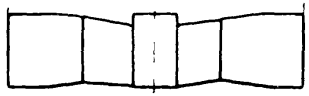
Под фасонной ковкой понимается ковка сложных по конфигурации поковок с переменным сечением, изгибами, передачей металла и пр., т. е. таких поковок, для изготовления которых применяется несколько кузнечных операций, несколько нагревов. К числу фасонных поковок относят коленчатые валы, валы с уступами, штоки, полые цилиндры, кольца, подковы, кузнечные клещи, молотки и пр.

Фасонные поковки можно разделить на шесть типов: 1) гладкие поковки и поковки с уступами круглого сечения (оси, гладкие валы, пальцы); 2) гладкие поковки и поковки с уступами прямоугольного сечения (прямые зубья бороны, оси телег, полевые доски плугов); 3) поковки коленчатых валов; 4) полые поковки, изготовляемые путем осадки, прошивки и последующей раскатки (кольца, зубчатые колеса); 5) длинные полые поковки, изготовляемые путем осадки, прошивки и последующей вытяжки; 6) поковки криволинейной формы, изготовляемые путем гибки в комплексе с другими операциями (лемехи, отвалы и др.).

В табл. 20, 21 и 22 приводятся некоторые примеры ручной и машинной фасонной ковки.

Таблица 20

## Технологическая карта ковки плотничного топора

|  | Материал | Ст. 2 или Ст. 3 12×70 *мм*<br>Сталь марки У7 12×40 *мм* |
|---|---|---|
| | Термообработка | Закалка и отпуск |
| **Наименование операции** | **Эскизы переходов** | **Оборудование и инструмент** |
| Отрубка заготовки на одно изделие |  | Наковальня, зубило, кувалда, ручной молоток |
| Первый нагрев заготовки (середины) | — | Кузнечный горн, клещи |
| Прожим середины заготовки для формовки обуха топора |  | Клещи, кувалда, ручной молоток, подбойка |
| Гибка заготовки для формовки обуха топора |  | Клещи, кувалда, ручной молоток, конусная оправка |

Продолжение табл. 20

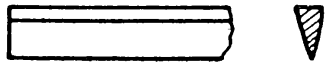
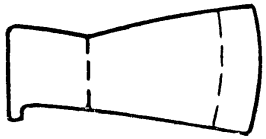
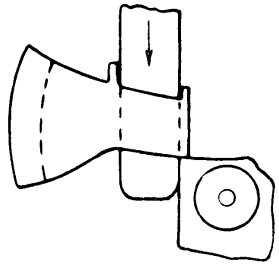
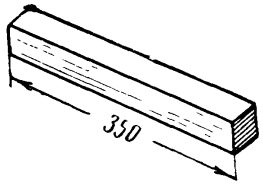
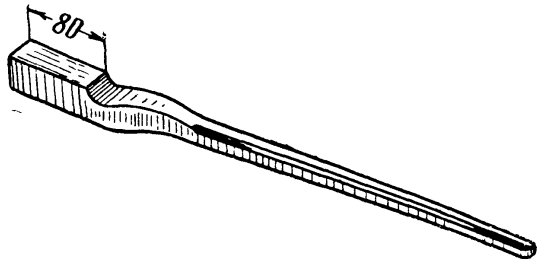
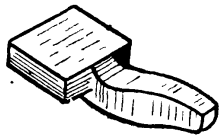
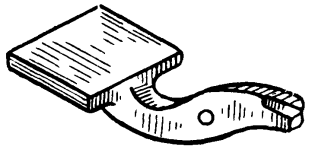
| Наименование операции | Эскизы переходов | Оборудование и инструмент |
|---|---|---|
| Ковка клина для вварки в согнутую заготовку (нагрев произведен одновременно с первым нагревом заготовки) |  | Кувалда, зубило, ручной молоток |
| Второй нагрев согнутой заготовки и клина до сварочной температуры | — | Кузнечный горн, клещи |
| Вварка клина, предварительное расплющивание лезвия и отделение язычка |  | Кувалда, ручной молоток, зубило |
| Третий нагрев для окончательной отделки лезвия и обуха топора | — | Кузнечный горн, клещи |
| Окончательная отделка топора — расплющивание лезвия и отделка обуха на конусной оправке на ребре наковальни |  | Кувалда, ручной молоток и конусная оправка |
| Нагрев под закалку лезвия до вишнево-красного цвета и охлаждение в воде | — | Кузнечный горн, клещи, бак с водой |
| Нагрев лезвия для отпуска до соломенного цвета и охлаждение в воде | — | То же |

Таблица 21

**Технологическая карта ковки кузнечных круглых клещей**

| Наименование операции | Эскизы переходов | Оборудование и инструмент |
|---|---|---|
| Отрубка двух заготовок размерами 40×40×350 *мм* каждая для двух стержней (сталь марки У7) |  | Наковальня, зубило, кувалда |
| Нагрев конца первого стержня до 1200°<br>Пережимка конца для губки и отковка ручки клещей |  | Кузнечный горн, клещи<br>Наковальня, пережимка, кувалда, клещи, кузнечный молоток |
| Ковка губки на пластину |  | То же |
| Гибка на роге наковальни колена и пробивка отверстия ∅ 12 *мм* |  | Наковальня, бородок, кувалда, клещи, кузнечный молоток |

Продолжение табл. 21.

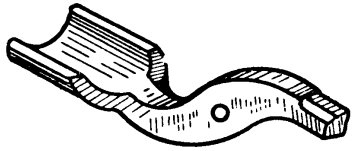
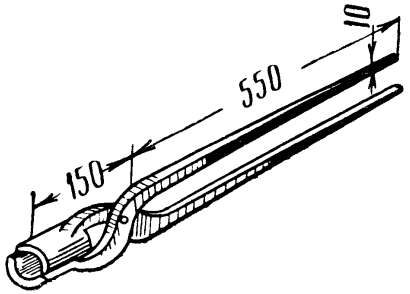
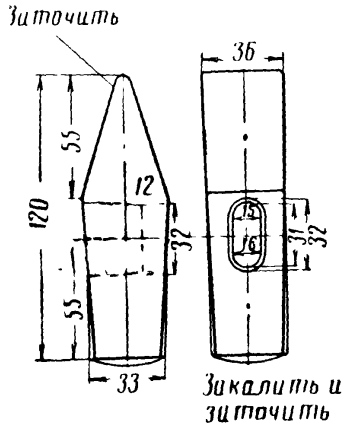
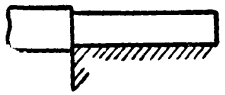
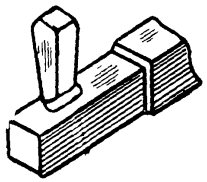
| Наименование операции | Эскизы переходов | Оборудование и инструмент |
|---|---|---|
| Гибка на роге наковальни губки (для круглой заготовки) |  | Наковальня, кузнечный молоток, клещи |
| Нагрев конца второго стержня до 1200° | — | Кузнечный горн, клещи |
| Ковка второго стержня клещей (операции те же) | — | То же, что и для ковки первого стержня |
| Изготовление заклепки для соединения обоих стержней (размеры по месту) | — | Кузнечный горн, клещи, кузнечный молоток, обжимка |
| Склепывание клещей и пригонка губок до заданного размера |  | Кузнечный молоток, обжимка |

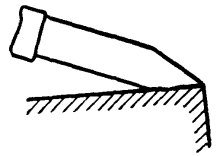
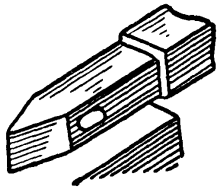
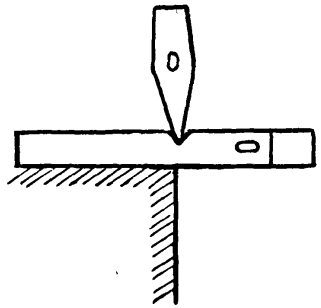
Таблица 22



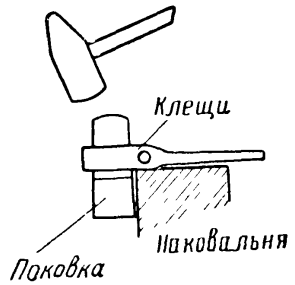
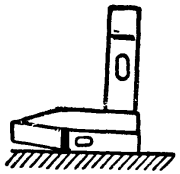
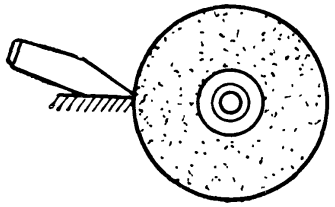

## Технологическая карта ковки ручного кузнечного молотка (ручника)

| Наименование операции | Эскизы переходов | Оборудование и инструмент |
|---|---|---|
| Нагрев конца прутка (заготовки) сечением 45×45 *мм* (сталь марки У8) | — | Кузнечный горн |
| Оттяжка конца заготовки под размер 120×40×40 *мм* |  | Наковальня, кувалда, кузнечный молоток |
| Пробивка отверстия для ручки (сначала с одной стороны, затем с другой) |  | Наковальня, кувалда, кузнечный молоток, пробойник, оправка |

Продолжение табл. 22

| Наименование операции | Эскизы переходов | Оборудование и инструмент |
|---|---|---|
| Отковка заостренного конца |  | Наковальня, кувалда, кузнечный молоток |
| Отковка молотка в размер |  | То же |
| Проверка размеров | — | Кронциркуль, масштабная линейка |
| Отрубка молотка от исходной заготовки и правка конца |  | Зубило, кувалда, кузнечный молоток, клещи |

Продолжение табл. 22

| Наименование операции | Эскизы переходов | Оборудование и инструмент |
|---|---|---|
| Образование сферической поверхности легкими ударами ручного молотка |  | Ручной молоток, клещи |
| Ковка боковых фасок |  | Ручной молоток, клещи |
| Шлифовка бойка и носка на точиле, наждачном круге или с помощью напильника |  | Точило, наждачный круг, напильник |
| Закалка и отпуск обоих концов молотка | — | Кузнечный горн, клещи, бак с водой |

Примечание. Кузнечный молоток изготовляется также из короткой заготовки, которая заранее отрубается от длинного прутка; заготовку можно выбирать не только квадратную, но и круглую.

## § 60. КОВКА ПОДКОВНОГО ГВОЗДЯ

Конструкция подковного гвоздя показана на рис. 57.

В табл. 23 приведены номера и размеры подковных гвоздей, установленные ГОСТ 1217—41.

В табл. 24 приведена технологическая карта ковки подковного гвоздя.

Гвоздь имеет головку, стержень и острие. Головка служит для того, чтобы гвоздь прочно и плотно прижимал подкову к копыту. Головку делают с таким расчетом, чтобы ее можно было полностью утопить в гвоздевой дорожке подковы (глубиной около 6 *мм*). Стержень гвоздя забивают в копыто; небольшая часть его острия выходит обычно на наружную сторону копыта, и ее загибают и зачищают рашпилем. Острие подковного гвоздя обеспечивает быстрое забивание его в копыто. На одной стороне острия делают небольшой откос, который придает гвоздю такое направление при его забивании, чтобы он не мог приблизиться к мягким чувствительным частям копыта; при ковке лошади откос должен быть обращен внутрь копыта.

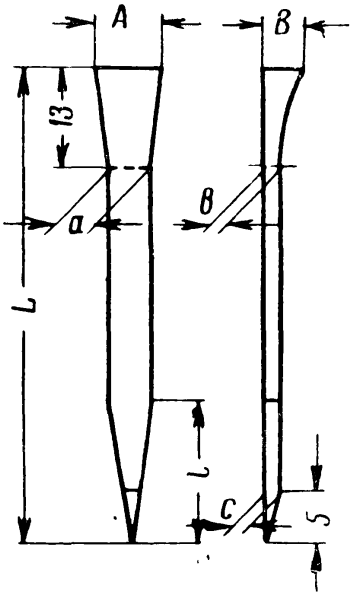



Рис. 57. Подковный гвоздь

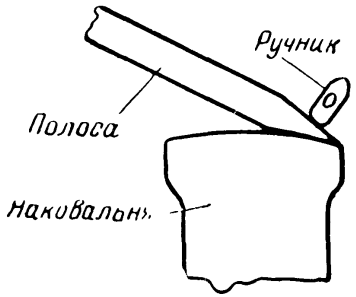
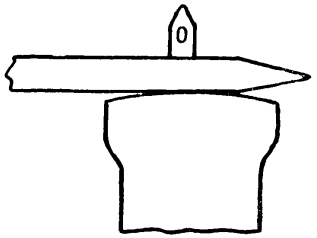
Таблица 23

**Номера и размеры подковных гвоздей в *мм***

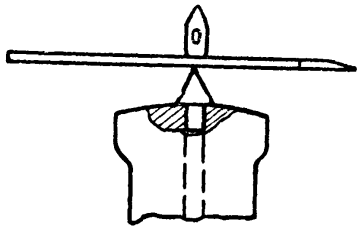
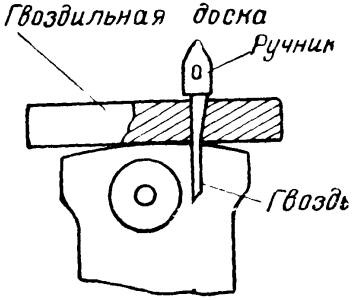
| Размеры гвоздя (см. рис. 57) | Номер гвоздя | | | | | Допускаемое отклонение в размерах |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Длина *L* | 52 | 55 | 59 | 64 | 70 | ±1,5 |
| Ширина стержня под головкой *а* | 3,8 | 4,3 | 4,5 | 4,7 | 5,1 | ±0,3 |
| Толщина стержня под головкой *в* | 2,0 | 2,1 | 2,4 | 2,5 | 2,7 | ±0,5 |
| Толщина стержня перед заострением *С* | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | ±0,3 |
| Ширина головки *А* | 6,2 | 6,8 | 7,4 | 8,0 | 9,0 | ±0,5 |
| Толщина головки *В* | 5,0 | 5,5 | 5,7 | 5,8 | 6,0 | ±0,5 |
| Длина откоса *l* | 16 | 17 | 21 | 23 | 25 | ±0,2 |

Таблица 24

## Технологическая карта ковки подковного гвоздя

| Наименование операции | Эскизы переходов | Оборудование и инструмент | Примечание |
|---|---|---|---|
| Нагрев конца полосы 4×8 *мм* для отковки одного гвоздя | — | Кузнечный горн | В горн закладывают две полосы: во время ковки одной другая нагревается |
| Ковка острия и откоса гвоздя |  | Кузнечный молоток, кронциркуль | |
| Оттяжка и выглаживание стержня |  | То же | |

Продолжение табл. 24

| Наименование операции | Эскизы переходов | Оборудование и инструмент | Примечание |
|---|---|---|---|
| Отрубка гвоздя от прутка |  | Кузнечный молоток, клещи, подсечка | |
| Формовка головки гвоздя |  | Кузнечный молоток, гвоздильная доска | Контур гнезда в гвоздильной доске должен соответствовать профилю головки |
| Очистка гвоздя от окалины | — | Ручной барабан | |

Материалом для изготовления подковных гвоздей служит лента или стальная проволока марки Ст. 2 или Ст. 3. Вес 1000 гвоздей от 2,46 до 7,84 *кг*.

Как правило, на заводах подковные гвозди изготовляют на специальных ковочных машинах, очищают от окалины в барабанах, смазывают и упаковывают в деревянные ящики весом по 20 *кг* в каждом.

## § 61. ПРИМЕРЫ ФАСОННОЙ КОВКИ НА МОЛОТАХ

На рис. 58 представлены образцы типичных поковок, изготовляемых на пневматических молотах. Это главным образом поковки весом 3—15 *кг* для различных машин (рычаги, диски, шестерни, валы, втулки, гайки, шайбы), всевозможные ремонт-

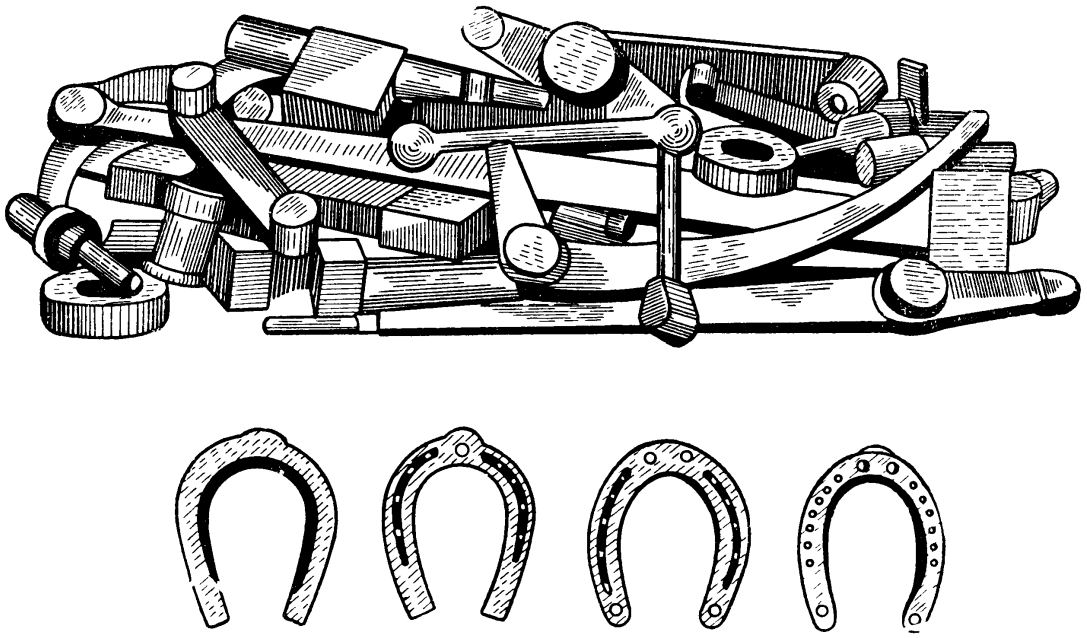


Рис. 58. Образцы поковок, изготовляемых на пневматических молотах

ные поковки, заготовки для инструментов (резцы, фрезы, оправки, зубила, молотки, кувалды и пр.). В качестве примеров ниже приведены технологические процессы ковки специального болта и гайки.

**Ковка заготовки для специального болта,** изображенного на рис. 59, *а*.

Определение размеров заготовки. Так как деталь небольшая и с плавными очертаниями, принимаем припуск на обработку по 5 *мм* на сторону по диаметру и по 5 *мм* на торцы и составляем кузнечный чертеж (рис. 59, *а*). Вычисляем

объем поковки $V_{пок}$ как сумму объемов цилиндра I ($V_I$) и цилиндра II ($V_{II}$):

$$V_{пок} = V_I + V_{II} = \frac{3{,}14 \cdot 5^2}{4} \cdot 30 + \frac{3{,}14 \cdot 8^2}{4} \cdot 12{,}5 = 1217 \text{ см}^3.$$

Определяем вес поковки:

$$G_{пок} = \frac{1217 \cdot 7{,}85}{1000} = 9{,}553 \text{ кг} \approx 9{,}6 \text{ кг}.$$

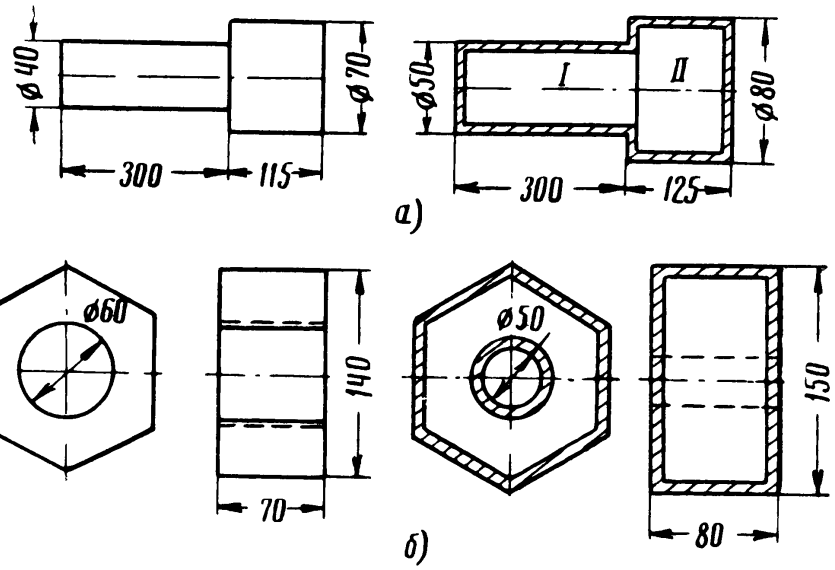



Рис. 59. Поковки для специального болта (*а*) и специальной гайки (*б*)

Принимая угар и обсечки в размере 10%, вычисляем вес заготовки:

$$G_{заг} = G_{пок} \cdot 1{,}1 = 10{,}56 \text{ кг}.$$

Вычисляем объем заготовки:

$$V_{заг} = \frac{G_{заг}}{\gamma} = \frac{10{,}56 \cdot 1000}{7{,}85} = 1345 \text{ см}^3.$$

Определяем необходимую площадь поперечного сечения заготовки $F_{заг}$ с учетом уковки, которую принимаем равной 1,2 по отношению к наибольшей площади поперечного сечения поковки:

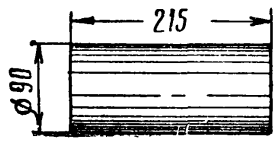
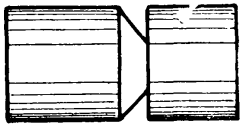
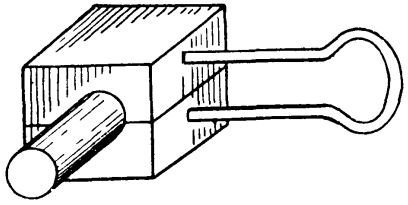
$$F_{заг} = F_{пок} \cdot 1{,}2 = \frac{3{,}14 \cdot 8^2}{4} 1{,}2 = 60{,}3 \text{ см}^2 = 6030 \text{ мм}^2.$$

Принимаем заготовку наиболее употребительного диаметра —90 *мм*, у которой площадь поперечного сечения близка к вычисленной и равняется 6361 *мм*$^2$. Вычисляем длину заготовки:

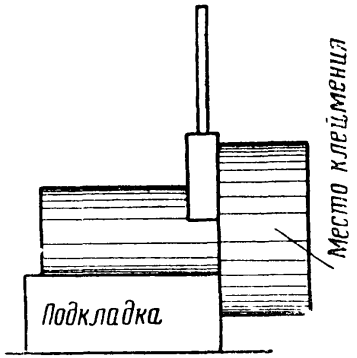
$$L_{заг} = \frac{V_{заг}}{F_{заг}} = \frac{1345}{63{,}61} = 21{,}3 \text{ см} \approx 215 \text{ мм}.$$

Таблица 25

**Технологическая карта ковки специального болта**

| Наименование операции | Эскизы переходов | Оборудование и инструмент |
|---|---|---|
| Отрезка на одну поковку заготовки $\varnothing = 90$ *мм*, $l = 215$ *мм* |   | Механическая ножовка |
| Нагрев заготовки до ковочной температуры (1200°) | — | Кузнечный горн, кузнечные клещи |
| Засечка материала для оттяжки конца |  | Пневматический молот с весом падающих частей 50—75 *кг*, клещи, односторонний топор |
| Оттяжка конца на диаметр 50 *мм*, обкатка в подкладных штампах и обрубка |  | Тот же молот, клещи, подкладные штампы, топор |

Продолжение табл. 25

| Наименование операции | Эскиз переходов | Оборудование и инструмент |
|---|---|---|
| Второй нагрев заготовки до 1200° | — | Кузнечный горн, клещи |
| Выравнивание уступа гладилкой на подкладке, обкатка головки и выравнивание торцов |  | Тот же молот, квадратная гладилка, подкладные штампы, подкладка, клещи |
| Клеймение | — | Клеймо |

Таким образом, размеры заготовки должны быть: круг диаметром 90 *мм* и длиной 215 *мм*.

Процесс ковки заданной поковки на пневматическом молоте с весом падающих частей 50—75 *кг* приведен в технологической карте (табл. 25).

**Ковка заготовки для специальной гайки,** изображенной на рис. 59, *б*.

Определение размеров заготовки. Принимая припуск на каждую грань и на торцы детали по 5 *мм*, составляем кузнечный чертеж (рис. 59, *б*), вычисляем объем поковки $V_{пок}$ по формуле для правильного шестигранника:

$$V_{пок} = F_{пок} \cdot H = 2{,}598(7{,}5)^2 \cdot 8 = 1169 \text{ } см^3.$$

Вычисляем вес поковки как сплошного тела:

$$G_{пок} = \frac{1169 \cdot 7{,}85}{1000} 9{,}176 \text{ } кг \cong 9 \text{ } кг.$$

Принимая обсечки, выдру и угар в размере 10%, определяем вес заготовки:

$$G_{заг} = G_{пок} \cdot 1{,}1 = 9{,}9 \text{ } кг.$$

Вычисляем объем заготовки:

$$V_{заг} = \frac{G_{заг}}{\gamma} = \frac{9{,}9 \cdot 1000}{7{,}85} = 12{,}67 \text{ } см^3,$$

принимаем 1270 $мм^3$.

Ковку будем производить из квадрата 100×100 *мм*. Исходя из этого, определяем длину заготовки:

$$L_{заг} = \frac{V_{заг}}{F_{заг}} = \frac{1270}{100} = 12{,}7 \text{ } см,$$

принимаем $L_{заг} = 130$ *мм*.

Процесс ковки заданной поковки на пневматическом молоте с весом падающих частей 50—75 *кг* приведен в технологической карте (табл. 26).

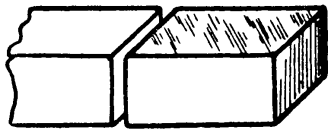
## Ковка державки

В качестве примера изготовления сложной поковки ниже приводится технологический процесс ковки на молоте державки, форма и основные размеры которой показаны на эскизе в технологической карте (табл. 27). Эту поковку можно изготовить ручным способом и на молоте. Ковка на молоте выполняется в 2—3 раза быстрее и не требует участия молотобойца.

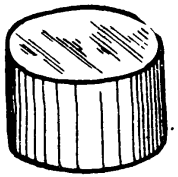
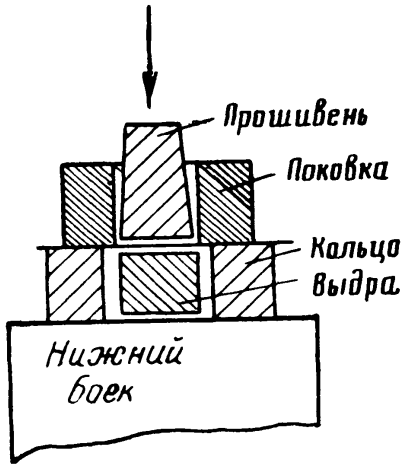
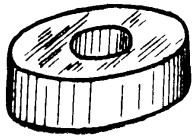
На эскизе изображена поковка (а не деталь), поэтому определения припусков и составления кузнечного чертежа не требуется. Произведем расчет материала для поковки обычным

Таблица 26

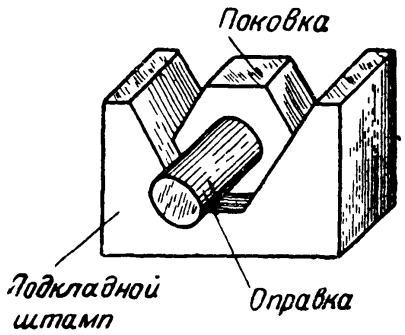
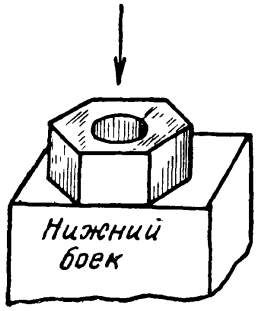
**Технологическая карта ковки специальной гайки**

| Наименование операции | Эскизы переходов | Оборудование и инструмент |
|---|---|---|
| Отрезка заготовки на одну поковку |  | Механическая ножовка |
| Нагрев заготовки до 1200° | — | Нагревательная печь, кузнечные клещи |
| Обжим нагретой заготовки на восьмигранник и на круг |  | Пневматический молот с весом падающих частей 50—75 *кг*, кузнечные клещи |
| Осадка до высоты 80 *мм* |  | То же |
| Второй нагрев до 1150° | — | Нагревательная печь, кузнечные клещи |
| Осадка до высоты 60 *мм* |  | Пневматический молот с весом падающих частей 50—75 *кг*, кузнечные клещи |

Продолжение табл. 26

| Наименование операции | Эскизы переходов | Оборудование и инструмент |
|---|---|---|
| Обжимка и округление на цилиндр |  | Пневматический молот с весом падающих частей 50—75 *кг*, кузнечные клещи |
| Прошивка отверстия — сначала с одной стороны, а затем с другой |  | Пневматический молот с весом падающих частей 50—75 *кг*, кузнечные клещи, подкладное кольцо, прошивень |
| Правка по торцам и обжимка по окружности на оправке |  | Пневматический молот с весом падающих частей 50—75 *кг*, кузнечные клещи, оправка |

Продолжение табл. 26

| Наименование операции | Эскизы переходов | Оборудование и инструмент |
|---|---|---|
| Формовка граней в подкладном штампе |  | Пневматический молот с весом падающих частей 50—75 *кг*, кузнечные клещи, оправка, подкладной штамп |
| Правка по торцам |  | Пневматический молот с весом падающих частей 50—75 *кг*, кузнечные клещи |

порядком. Разделим поковку на четыре отдельные части и вычислим их объемы:

$$V_I = 150 \cdot 40 \cdot 130 \cdot 2 = 1\,560\,000 \text{ мм}^3 = 1560 \text{ см}^3.$$

$$V_{II} = 50 \cdot 130 \cdot 130 = 845\,000 \text{ мм}^3 = 845 \text{ см}^3.$$

$$V_{III} = \frac{3{,}14 \cdot 50^2}{4} \cdot 200 = 392\,000 \text{ мм}^3 = 392 \text{ см}^3.$$

$$V_{IV} = \frac{3{,}14 \cdot 50^2}{4} \cdot 60 = 118\,000 \text{ мм}^3 = 118 \text{ см}^3.$$

Вычисляем весь объем поковки:

$$V_{пок} = V_I + V_{II} + V_{III} + V_{IV} =$$
$$= 1560 + 845 + 392 + 118 = 2915 \text{ см}^3.$$

Определяем вес поковки:

$$G_{пок} = \frac{2915 \cdot 7{,}85}{1000} = 22{,}882 \text{ кг} \approx 23 \text{ кг}.$$

Принимая обсечки в размере 2,5%, а угар за один нагрев и два подогрева в размере 3%, определяем вес заготовки:

$$G_{заг} = G_{пок} + G_{об} + G_у = 23 + 0{,}6 + 0{,}7 = 24{,}3 \text{ кг}.$$

Вычисляем объем заготовки:

$$V_{заг} = \frac{G_{заг}}{\gamma} = \frac{24{,}3}{7{,}85} = 3095 \text{ см}^3 \approx 3100 \text{ см}^3.$$

Задаваясь уковом в 1,15 и принимая наибольшую площадь поперечного сечения поковки $F_{пок} = 169$ см$^2$ (по второй части поковки), определяем необходимую площадь поперечного сечения заготовки:

$$F_{заг} = F_{пок} \cdot 1{,}15 = 169 \cdot 1{,}15 = 194{,}35 \text{ см}^2 \approx 194 \text{ см}^2.$$

Выбираем для заготовки блюмс квадратного сечения со стороной 140 *см* и площадью поперечного сечения 193—196 *см*$^2$ (в зависимости от радиуса закругления углов). Вычисляем длину заготовки:

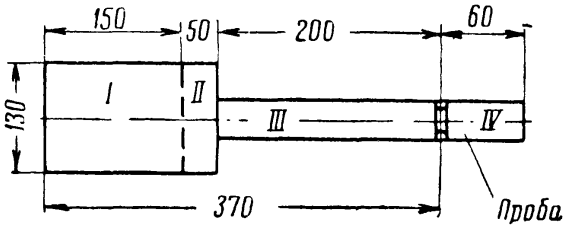
$$L_{заг} = \frac{V_{заг}}{F_{заг}} = \frac{3100}{194} = 16 \text{ см} = 160 \text{ мм}.$$

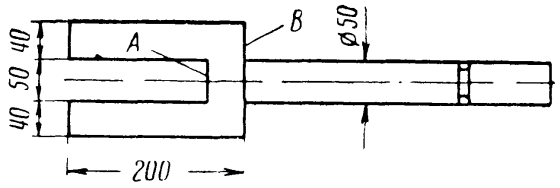
Вычисляем длину заготовки $L_1$ после выполнения первой операции — протяжки на пластину сечением $F_1 = 130 \times 90$ *мм*:

$$L_1 = \frac{V_{заг}}{F_1} = \frac{3100}{130 \times 90} = 26 \text{ см} = 260 \text{ мм}.$$

Для оттяжки щек с обоих концов заготовки необходимо сделать засечки (см. технологическую карту ковки державки) на

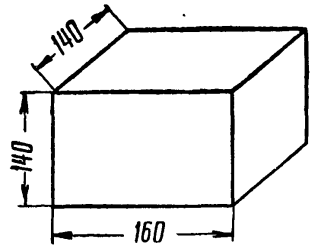
Таблица 27



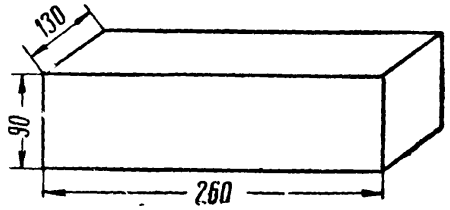
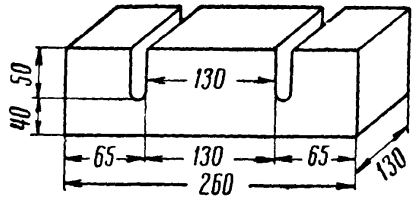
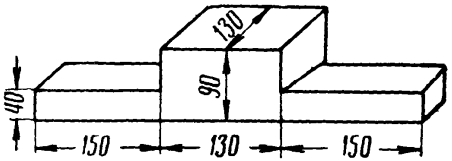




## Технологическая карта ковки державки

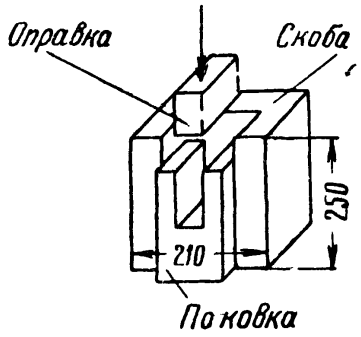
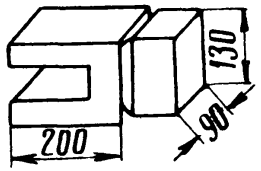
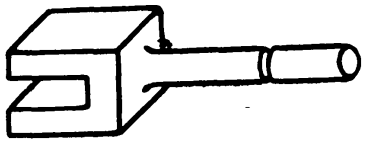
Материал — Ст. 3
Профиль — квадрат 140×140 *мм*
Длина заготовки — 160 *мм*

| Наименование операции | Эскизы переходов | Оборудование и инструмент |
|---|---|---|
| Отрезка заготовки 140×140×160 *мм* |   | Механическая ножовка |
| Нагрев заготовки до 1200° | — | Кузнечная печь или кузнечный горн |

Продолжение табл. 27

| Наименование операции | Эскизы переходов | Оборудование и инструмент |
|---|---|---|
| Вытяжка заготовки на пластину сечением 130×90 *мм* |  | Пневматический молот с весом падающих частей 50—75 *кг*, кузнечные клещи |
| Засечка металла для щек |  | Пневматический молот, односторонний топор, кузнечные клещи |
| Ковка щек |  | Пневматический молот, кузнечные клещи, раскатка |
| Подогрев заготовки до 1200° | — | Кузнечная печь или кузнечный горн |

Продолжение табл. 27

| Наименование операции | Эскизы переходов | Оборудование и инструмент |
|---|---|---|
| Гибка щек в скобе |  | Пневматический молот, кузнечные клещи, скоба |
| Засечка металла для рукоятки |  | Пневматический молот, односторонний топор, кузнечные клещи |
| Подогрев заготовки до 1200° | — | Кузнечная печь или кузнечный горн |
| Ковка рукоятки |  | Пневматический молот, кузнечные клещи |
| Отделка рукоятки в подкладных штампах | — | То же |

Продолжение табл. 27

| Наименование операции | Эскизы переходов | Оборудование и инструмент |
|---|---|---|
| Отделка щек | — | Пневматический молот, кузнечные клещи, гладилка |
| Отрубка излишка металла от рукоятки | — | Пневматический молот, кузнечные клещи, зубило |
| Засечка пробы | — | То же |

таком расстоянии от торцов заготовки, которое обеспечивало бы установленные размеры щек. Определяем расстояние засечек от торцов заготовки. Объем металла, необходимого для одной щеки, равен:

$$V_{щ} = 150 \cdot 40 \cdot 130 = 780\,000 \ мм^3.$$

Расстояние от торца до засечки:

$$L_{зас} = 780\,000 : (130 \cdot 90) = 65 \ мм.$$

После нанесения засечек с обоих концов заготовки и оттяжки этих концов на щеки размеры заготовки должны быть такими, какие показаны на четвертом эскизе технологической карты ковки державки (эти размеры следует проверить кронциркулем).

Для оттяжки рукоятки державки необходимо также сделать засечки с четырех сторон на заготовке (см. технологическую карту), отступив от поверхности $A$ на 52 *мм*, чтобы обеспечить полноту объема $V_{II}$ и не завалить грани и углы поверхности $B$.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислите виды кузнечной рубки при ручной ковке и дайте краткое описание применяемых инструментов.
2. Перечислите виды кузнечной рубки при машинной ковке и дайте краткое описание применяемых инструментов.
3. Дайте краткое описание способов кузнечной гибки и инструментов, применяемых для гибки.
4. Перечислите и опишите способы закручивания металла и применяемые для этого приспособления.
5. Дайте краткое описание способов кузнечной сварки и укажите случаи их применения.
6. Какие правила техники безопасности следует соблюдать при ручной ковке.
7. Разработайте технологический процесс и составьте технологическую карту ковки дверной петли ручным способом.
8. Разработайте технологический процесс и составьте технологическую карту ковки оси для телеги машинным способом.

Глава VII

# ТЕРМИЧЕСКАЯ И ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ

## § 62. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕРМИЧЕСКОЙ И ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛОВ

Термической обработкой называется процесс изменения структуры металла под действием нагрева до определенной температуры и последующего охлаждения с той или иной скоростью. В результате термической обработки в металле происходят сложные структурные превращения, которые приводят к изменению его физических и механических свойств.

В зависимости от температуры нагрева и скорости охлаждения различают следующие виды термической обработки: закалку, отпуск, отжиг и нормализацию.

Химико-термическая обработка металлов заключается в насыщении поверхностного слоя металла различными элементами (углеродом, азотом, хромом и др.). Основными операциями химико-термической обработки являются: цементация, цианирование, азотирование и хромирование.

Кузнецу колхозной кузницы приходится выполнять закалку, отпуск, отжиг, нормализацию и цементацию. В процессе термической обработки металл нагревают в печах, горнах, ваннах. Температуру нагрева металла определяют приблизительно по цветам каления (см. табл. 13) и точно с помощью пирометров, описанных в гл. IV.

При нагреве и охлаждении для закалки и отпуска кузнец чаще всего определяет температуру по цветам побежалости (см. табл. 12).

## § 63. ОСНОВЫ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СТАЛИ

В основе термической обработки стали лежат процессы ее нагрева, выдержки при температуре нагрева и последующего охлаждения. Изменяя температуру нагрева, время выдержки и

скорость охлаждения, можно сообщить стали одного и того же химического состава самые разнообразные свойства, т. е. делать ее твердой или мягкой, в различной степени пластичной, упругой и т. д.

Изменение физических и механических свойств стали после термической обработки объясняется тем, что ее внутреннее строение (структура) претерпевает превращения при процессах нагрева и последующего охлаждения.

Структурные превращения углеродистых сталей изучены и могут быть рассмотрены с помощью *диаграммы состояния железоуглеродистых сплавов* (Fe—C) (рис. 60). На этой диаграмме по горизонтальной оси показано изменение содержания углерода от 0 до 2%, а по вертикальной оси — изменение температуры от 0 до 1600°. Каждая линия, нанесенная на диаграмме, имеет свое назначение. Сталь любого состава выше линии *АГ* находится в жидком состоянии. Когда температура стали при охлаждении достигнет линии *АГ*, сталь начнет затвердевать. Линия *АЕ* соответствует температурам окончания затвердевания сталей. В температурном интервале между линиями *АГ* и *АЕ* сталь представляет собой смесь жидкого сплава и твердого раствора углерода в железе — а у с т е н и т а.

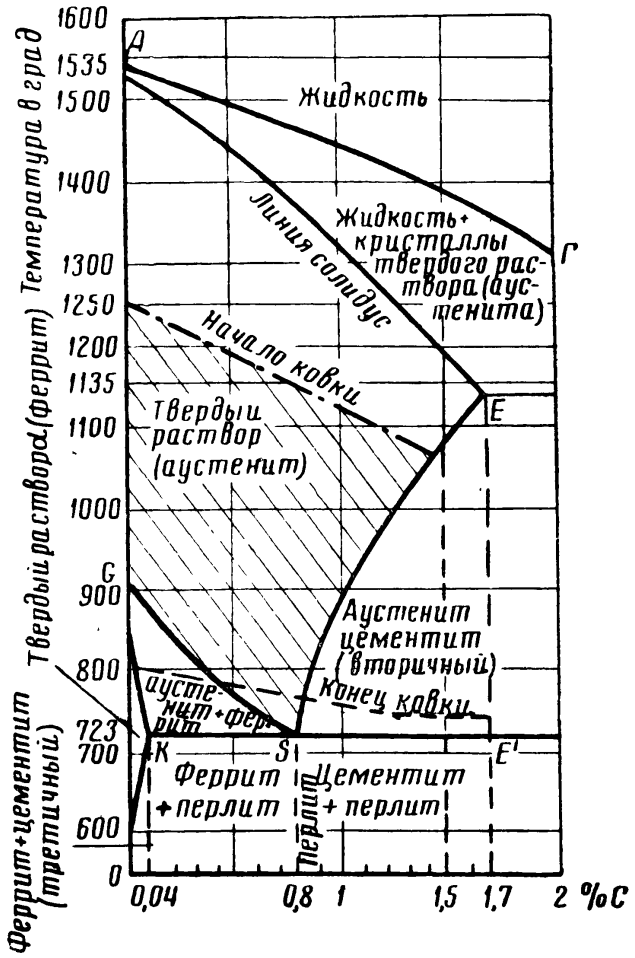



Рис. 60. Диаграмма состояния железоуглеродистых сплавов (Fe—C)

После затвердевания (ниже линии *АЕ*) сталь состоит из зерен аустенита, которые присутствуют в структуре стали без каких-либо изменений только при высоких температурах. Когда температура стали достигает температур, соответствующих линиям *GS* и *SE*, зерна аустенита начинают распадаться. При температуре, лежащей на линии *GS*, начинают образовываться новые зерна — ф е р р и т а, а на линии *SE* — зерна ц е м е н т и т а. В температурном интервале между линиями *GS* и *KS* в структуре стали одновременно присутствуют зерна феррита и аусте-

нита, а между линиями $SE$ и $SE'$ — зерна цементита и аустенита. Когда температура стали достигает 723° (линия $KE'$), зерна аустенита почти окончательно распадаются. В результате распада зерен аустенита образуются зерна перлита, т. е. смесь феррита и цементита. Точка $S$ на диаграмме, отмечающая содержание углерода в стали, равное 0,83%, соответствует образованию только одного перлита.

Все стали, содержащие менее 0,83% углерода, имеют структуру, состоящую из зерен феррита и перлита, а содержащие более 0,83% углерода — структуру, состоящую из зерен цементита и перлита.

Температура, соответствующая линии $KSE'$, называется температурой нижних критических точек и обычно обозначается $Ac_1$. Температура, расположенная по линии $GSE$, называется температурой верхних критических точек и обычно обозначается $Ac_3$. При разных операциях термической обработки стали, содержащие менее 0,83% углерода, почти всегда нагреваются на 20—30° выше линии $GS$, а стали, содержащие 0,83% и более углерода, нагреваются на 20—30° выше линии $SE'$.

## § 64. ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ

Углеродистые стали подвергаются отжигу, нормализации, закалке и отпуску.

**Отжигом** называется термическая операция, заключающаяся в нагреве стали на 20—30° выше линии $GS$ или $SE'$ (рис. 61), выдержке при этой температуре и последующем медленном охлаждении. Отжиг применяется для выравнивания структуры стали после ее отливки, уничтожения внутренних напряжений в стали после ковки или отливки, получения мелкозернистого строения стали, понижения твердости стали и улучшения ее обрабатываемости в холодном состоянии.

Температура нагрева при отжиге углеродистых сталей выбирается в зависимости от содержания в них углерода.

| Сталь с содержанием углерода в % | Температура отжига в град. |
|---|---|
| 0,2 | 860—880 |
| 0,3 | 840—860 |
| 0.4 | 785—810 |
| 0,6 | 770—800 |
| 0,8 | 760—790 |
| 0,9 и выше | 750—780 |

Отжиг производят в печах и в кузнечных горнах. Для отжига в кузнечном горне детали кладут в железный ящик, пересыпая их мелким песком или древесным углем. В этом случае температуру нагрева деталей определяют по цвету каления стенок металлического ящика, который должен быть равномерно прогрет и не иметь темных пятен.

Продолжительность выдержки при отжиге устанавливается в зависимости от величины деталей. В среднем время нагрева на каждые 25 *мм* наибольшей толщины поперечного сечения детали принимается равным 45 мин.

Охлаждение детали после отжига должно быть медленным. Скорость охлаждения углеродистой стали при отжиге составляет 2—3° в минуту или 120—150° в час. Медленное охлаждение при отжиге достигается тем, что металлические ящики с деталями, предварительно пересыпанными мелким песком или древесным углем, остаются в горне и остывают вместе с ним. Сталь после отжига становится мягче и легче поддается обработке.

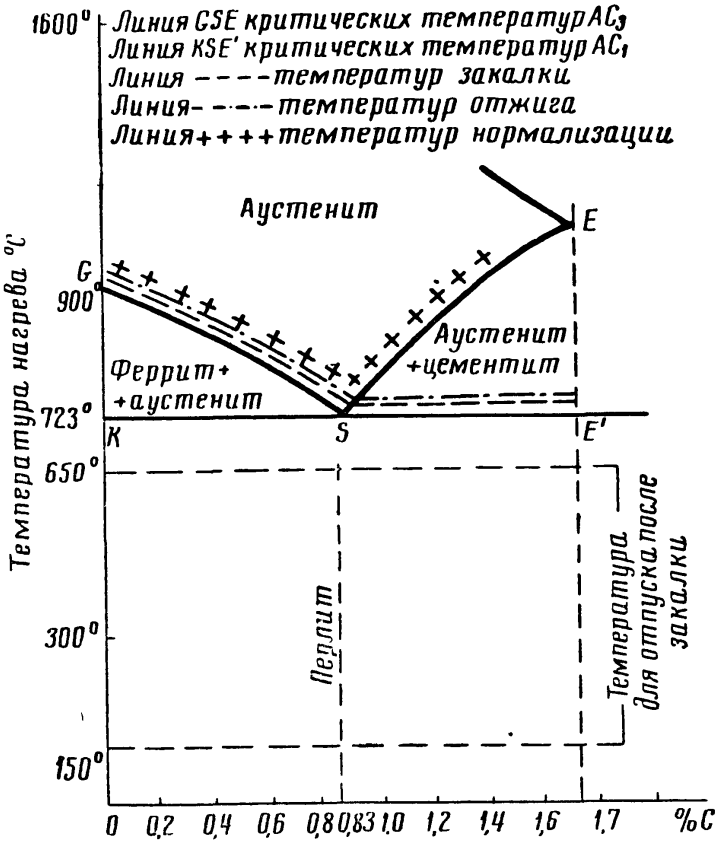



Рис. 61. Диаграмма нагрева углеродистой стали для различных операций термической обработки

**Нормализацией** называется термическая операция, заключающаяся в нагреве стали на 50—60° выше линии *GSE'* (рис. 61), выдержке при этой температуре и последующем охлаждении на спокойном воздухе. Нормализация применяется с целью получения мелкозернистой структуры и улучшения механических свойств стали. После нормализации сталь получает более однородную и мелкозернистую по сравнению с исходным состоянием структуру. Механические свойства стали после нормализации несколько выше, чем после отжига.

**Закалкой** называется термическая операция, заключающаяся в нагреве стали на 20—30° выше линии *GS* или *SE'* (рис. 61) с последующим быстрым охлаждением в воде или масле. После закалки углеродистая сталь получает повышенную твердость и прочность, а пластические свойства ее уменьшаются.

Успешное проведение закалки зависит от правильности нагрева и охлаждения стали. Нагрев стали производится в горне, в печах или в расплавленных солях (соляных ваннах). При нагреве в горне лучшим горючим служит древесный уголь, так как он не содержит серы, которая может перейти в сталь.

Углеродистую сталь, содержащую до 0,9% углерода, следует нагревать на 20—30° выше линии *GS* для обеспечения перехода перлита в аустенит и превращения феррита в аустенит. Если нагрев стали не обеспечивает образования в ней однородной аустенитной структуры, то закалка не будет полной.

Углеродистую сталь с содержанием 0,9% углерода и выше следует нагревать до 730—750° для обеспечения перехода всего перлита в аустенит с сохранением цементита.

При установившемся режиме нагрева всегда нужно иметь в виду, что чем больше в стали углерода и специальных примесей, чем больше масса нагреваемых деталей и чем сложнее их форма, тем медленнее должен производиться нагрев. Это необходимо для того, чтобы детали успели равномерно прогреться во всех частях во избежание появления больших внутренних напряжений. Но следует также учитывать, что слишком медленный нагрев в окислительной атмосфере вызывает появление окалины, а следовательно, портит поверхность деталей.

Определение скорости охлаждения для разных сталей обеспечивается подбором соответствующей закаливающей среды. Охлаждающие среды по закаливающей способности распределяются следующим образом:

среды, дающие сильную закалку: вода при 15—20°, вода, слегка подкисленная соляной или серной кислотой, водные растворы поваренной соли и т. п.;

среды, дающие умеренную закалку: вода, покрытая тонким слоем масла (20—40 *мм*), нефть, мазут, мыльная вода, жидкое минеральное масло, растительное масло, кипящая вода и т. п.;

среды, дающие слабую закалку: струя воздуха, расплавленный свинец и его сплавы при температуре 350—500° и т. п.

Закалка иногда вызывает следующие дефекты: 1) трещины, образующиеся вследствие внутренних напряжений, возникающих при резком охлаждении стали; 2) коробление, возникающее из-за неоднородной структуры стали, неравномерного охлаждения, неправильного погружения в охлаждающую среду; 3) неполная закалка, происходящая в результате недостаточного нагрева под закалку.

**Отпуском** называется термическая операция, заключающаяся в нагреве стали до температуры не выше линии *KSE'*, выдержке при этой температуре с последующим быстрым или медленным охлаждением. В результате отпуска сталь получается более мягкой и вязкой, уменьшаются вредные внутренние напряжения, возникшие при закалке.

В зависимости от температуры нагрева различают следующие виды отпуска:

низкий отпуск производится при температуре 150—260°,

вызывает в закаленной стали незначительные изменения ее структуры и снимает внутренние напряжения, возникшие при закалке;

умеренный отпуск производится при температуре от 300 до 400°, снимает внутренние напряжения, возникшие при закалке, несколько снижает твердость и увеличивает вязкость стали;

высокий отпуск производится при температуре 500—650°, значительно уменьшает твердость и увеличивает вязкость стали.

Нагретая сталь охлаждается в струе воздуха, в воде и масле.

## § 65. ЦЕМЕНТАЦИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ

**Цементацией** называется химико-термическая операция, заключающаяся в науглероживании поверхностного слоя стальной детали и последующих закалке и отпуске.

Процесс цементации основан на том, что при температуре 900—950° углерод проникает (диффундирует) внутрь поверхностного слоя и создает «поверхностную корку» с содержанием углерода в пределах 0,9—1,1%.

Назначение цементации — в получении деталей с твердым поверхностным слоем и мягкой вязкой сердцевиной. Такие детали имеют лучшую износоустойчивость вследствие высокой поверхностной твердости; мягкая сердцевина придает им большую вязкость, что очень важно при работе с ударными нагрузками.

Обычно цементации подвергают стали с содержанием не более 0,25% углерода.

Цементирующими веществами служат твердые, жидкие и газообразные карбюризаторы.

Цементация твердыми карбюризаторами — наиболее простой способ. Для применения газообразных и отчасти жидких карбюризаторов требуется специальное оборудование.

Твердые карбюризаторы состоят из древесного угля, смешанного в той или иной пропорции с усилителями: поташем, барием, содой или желтой кровяной солью. Карбюризатор должен быть однороден по составу, хорошо перемешан и достаточно измельчен; в нем не должно быть ненужных и вредных примесей.

Состав твердых карбюризаторов, применяемых для цементации, указан в табл. 28.

Таблица 28

**Состав твердых карбюризаторов для цементации**

| № состава | Составная часть | Весовая часть |
|---|---|---|
| 1 | Древесный уголь | 80 |
| | Углекислый барий | 20 |
| 2 | Древесный уголь | 90 |
| | Поваренная соль, сода или поташ | 10 |

Продолжение табл. 28

| № состава | Составная часть | Весовая часть |
|---|---|---|
| 3 | Древесный уголь | 80 |
| | Углекислый барий | 15 |
| | » кальций | 4 |
| | » натрий | 1 |
| 4 | Древесный уголь | 78 |
| | Углекислый барий | 14 |
| | » кальций | 5 |
| | » натрий | 1 |
| | Кремниевая кислота | 2 |
| 5 | Древесный уголь | 80 |
| | Углекислый барий | 14 |
| | » кальций | 4 |
| | Окись кремния | 2 |

Для получения необходимой глубины цементации, примерно от 0,5 до 4 *мм*, требуется длительная выдержка деталей в среде карбюризатора (от 3 до 24 час.). Это вызывает усиленный рост зерен металла и придает ему крупнозернистое строение. Для исправления структуры металла прибегают к дополнительной термической обработке, в результате которой сердцевина получается вязкой, а образующаяся поверхностная корка — твердой.

Процесс цементации состоит в следующем. Берут ящик требуемых размеров с плотно пригнанной крышкой. Ящик изготовляют из листовой стали со стенками толщиной 5—6 *мм*. На дно ящика насыпают и утрамбовывают слой карбюризатора толщиной 30—40 *мм*. Для уменьшения усадки к карбюризатору прибавляют молотый кокс до 10% от общего веса.

После утрамбовки карбюризатора в ящик закладывают детали на расстоянии 5—15 *мм* одна от другой и 15—25 *мм* от стенок ящика. Детали предварительно очищают от окалины, грязи, жира и т. п. Промежутки между деталями и стенками засыпают карбюризатором, который также утрамбовывают. Затем ящик плотно закрывают крышкой, которую для большей герметичности обмазывают огнеупорной глиной.

Ящик с деталями нагревают в горне или печи сначала до 700—800°, затем быстро поднимают температуру до 900—950° и выдерживают при этой температуре продолжительное время — от 3 до 24 час., в зависимости от размеров деталей и требуемой глубины науглероженного слоя. Продолжительность пребывания ящика с деталями в печи или горне должна быть тем больше,

чем больше требуемая глубина цементации и чем крупнее детали.

После выдержки в горне или в печи ящики выгружают для остывания на спокойном воздухе.

Для контроля за качеством и глубиной цементации в ящик закладывают образец цементуемой детали, который проходит все виды обработки. По окончании цементации образец ломают и по виду излома определяют качество цементации. Более точным способом определения качества цементации является проведение исследований под микроскопом.

Детали после цементации имеют крупнозернистое строение, что снижает их прочность. С целью устранения этого недостатка цементуемые детали подвергают:

1) закалке при температуре 850—920° (в зависимости от химического состава стали) для получения мелкозернистой структуры сердцевины;

2) закалке при температуре 740—760° для получения высокой твердости науглероженного слоя;

3) отпуску при температуре 150—200° для снятия закалочных напряжений и получения устойчивой структуры.

## § 66. ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ

Легированные стали приобретают высокие механические свойства после термических операций, которые производятся при температурах и скоростях охлаждения, отличающихся от тех, которые применяют при обработке углеродистых сталей.

Легированные стали обладают меньшей теплопроводностью, чем углеродистые стали. При быстром нагреве и резком охлаждении они в большей степени склонны к образованию трещин. Следовательно, легированные стали при проведении той или иной термической операции нужно нагревать медленно. Легирующие элементы увеличивают прокаливаемость сталей, вследствие чего легированные стали требуют меньшей скорости охлаждения, чем углеродистые.

В табл. 29 указаны режимы термических операций при обработке легированных сталей, применяемых для изготовления сельскохозяйственных машин.

Легированные стали марок 40Х и 45Х применяют для деталей, обрабатываемых термически, с закалкой преимущественно в масле. При закалке в воде стали марок 40Х и 45Х склонны к образованию трещин.

Легированные стали марок 18ХГТ, 40ХН, 37ХС, 45Х, 27СГ, 35СГ и 30ХГС при отпуске должны охлаждаться быстро, так как после медленного охлаждения наблюдается понижение ударной вязкости и появляется так называемая отпускная хрупкость.

Таблица 29

**Режимы термических операций при обработке легированных сталей**

| Наименование стали | Марка стали | Сечение стали в *мм* | Термическая операция | | | Механические свойства | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | закалка | | температура отпуска в град. | предел прочности в *кг/мм²* | относительное удлинение в % (не менее) |
| | | | температура в град. | охлаждающая среда | | | |
| Хромистая | 20Х | 15 | 860 | Вода или масло | 200 | 80 | 10 |
| | 30Х | 40—100 | 860 | Масло | 540—580 | 75—80 | 14—18 |
| | 40Х | До 40 | 850 | » | 500—550 | 85—95 | 14—16 |
| | 45Х | 25 | 840 | » | 500 | 105 | 8 |
| Хромоникелевая | 40ХН | До 100 | 820—840 | » | 550—600 | 85 | 14 |
| Хромокремнистая | 37ХС | 30—80 | 920 | » | 600—650 | 90—95 | 12—15 |
| Кремнемарганцевая | 27СГ<br>35СГ | До 30<br>До 100 | 940<br>890—910 | Вода<br>» | 475<br>560—600 | 100<br>75 | 12<br>15 |
| Хромокремнемарганцовистая | 30ХГС | До 60 | 860—880 | Масло | 540—560 | 90 | 9 |
| Хромомарганцевотитановая | 18ХГТ | — | 870 | » | 210 | 100 | 9 |

## § 67. ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

Алюминий (марки А1 и А2), медь (марки М2 и М3), латунь (марки Л62 и Л68) при обработке ударами в холодном состоянии нагартовываются, т. е. становятся более твердыми, поэтому в деталях, изготовляемых из этих металлов, могут появиться трещины.

Нагартовку устраняют путем отжига, после которого алюминий, медь и латунь указанных марок опять становятся мягкими, и их дальнейшая обработка улучшается.

Алюминий отжигают в электрических и селитровых ваннах при температуре 360—380° и затем охлаждают на воздухе.

В условиях колхозной кузницы алюминий можно отжечь при помощи паяльной лампы или газовой горелки. Для отжига заготовку с одной стороны в нескольких местах обмазывают простым мылом, не имеющим известковых примесей. Нагревание нужно производить равномерно до тех пор, пока покрытые мылом места на заготовке не начнут темнеть (примут коричневый цвет, который затем станет переходить в черный). Нагревание нужно прекращать, когда покрытые мылом места слегка почернеют. Во избежание пережога алюминия ни в коем случае нельзя нагревать эти места до тех пор, пока они станут совершенно черными.

Отжиг меди заключается в нагреве ее от 550 до 750°, в зависимости от толщины листов, с последующим охлаждением в чистой воде. Охлаждение меди на воздухе вызывает образование поверхностного окисления — окалины, которая может быть удалена напильником, наждачной бумагой или травлением. При охлаждении же в воде окалина сама отстает от основного металла.

Латунь отжигают при температуре 630—700° и медленно охлаждают на воздухе или в сухом песке. Нагревать латунь марок Л62 и Л68 выше 700° при отжиге нельзя, так как при 800—850° происходит испарение цинка с поверхности металла и изменяются его механические свойства.

## § 68. ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ИНСТРУМЕНТА

Кузнечные инструменты (топоры, прошивни и др.) работают в неблагоприятных условиях — при высоких температурах, частом нагреве и последующем быстром охлаждении. Для повышения твердости и стойкости кузнечные инструменты подвергают термической обработке.

**Прошивни** изготовляют из углеродистой инструментальной стали марки У7. Для закалки прошивни нагревают до 760—780°. Прошивни диаметром до 12 *мм* обычно закаливают в масле, а выше 12 *мм* — в воде с переносом в масло. Отпуск прошивней производят при 425—475° в течение 30—60 мин. После закалки и отпуска прошивни должны иметь твердость $R_C = 45 \div 50$.

**Топоры кузнечные** изготовляют из углеродистой конструк-

ционной стали марки 50. У топоров термической обработке подвергается только рабочая часть. Закалка и отпуск осуществляются за один нагрев при температуре 770—790°. Рабочую часть топора закаливают в воде на длину 30—40 *мм* и отпускают при температуре 350—400° в течение 45—60 мин. Рабочая часть топора после закалки и отпуска должна иметь твердость $R_C = 40 \div 45$.

**Кувалды кузнечные** изготовляют из углеродистой инструментальной стали марки У7. У кузнечных кувалд термически обрабатывают только рабочую часть на длину 20—30 *мм*. Для нагрева пользуются кузнечным горном, соляной или свинцовой ванной. Нагрев кувалд для закалки производится до 760—780°, а отпуск — при температуре 220—340° в течение 1—1,5 часа. После закалки и отпуска рабочая часть топора должна иметь твердость $R_C = 49 \div 57$.

**Пробойники и гладилки** изготовляют из углеродистой инструментальной стали марки У7. У этих инструментов термически обрабатывают рабочую и ударную части, нагревая их до 760—780° и охлаждая в воде с переносом в масло. Отпуск производится при 420—460° в течение одного часа. После закалки и отпуска рабочая и ударная части пробойника и гладилки должны иметь твердость $R_C = 40 \div 45$.

**Обжимки** изготовляют из углеродистой инструментальной стали марки У7. Закалке подвергают рабочую часть. Нагрев производят до 760—780°; затем обжимку охлаждают в воде с переносом в масло. Отпуск производят при 420—460° в течение одного часа. После закалки и отпуска рабочая часть обжимки должна иметь твердость $R_C = 40 \div 45$.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислите основные операции термической обработки и их особенности.
2. Какое оборудование применяют для нагрева металла при термической обработке?
3. Для чего и как производят отжиг стали?
4. В каких случаях и как производится нормализация стали?
5. Как производится закалка стали?
6. Для какой цели применяются пирометры?
7. Какие качества придает стали слабый, умеренный и высокий отпуск?
8. В каких случаях применяется цементация?
9. Как производится цементация деталей из углеродистой стали?
10. Как производится отжиг деталей из алюминия, меди и латуни?

# Глава VIII

# СЛЕСАРНЫЕ РАБОТЫ

## § 69. РАБОЧИЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ СЛЕСАРНЫХ РАБОТ

Инструменты, которыми пользуются при выполнении слесарных работ (табл. 30), разделяются на следующие группы:

1. Ударные — молотки, натяжки, обжимки и др.
2. Режущие — зубила, крейцмейсели, ножницы, ножовки, напильники, сверла, развертки, зенковки, метчики, плашки и др.
3. Вспомогательные — клуппы, воротки и др.

**Ударные инструменты.** Слесарные молотки с круглым и квадратным бойком применяют при рубке, правке, клепке, гибке труб. Выбор молотка для рубки зависит от размеров зубила и крейцмейселя. Обычно 1 *мм* ширины лезвия зубила соответствует 40 *г* веса молотка, а 1 *мм* ширины лезвия крейцмейселя — 80 *г* веса молотка. Средний вес молотка 300—500 *г*.

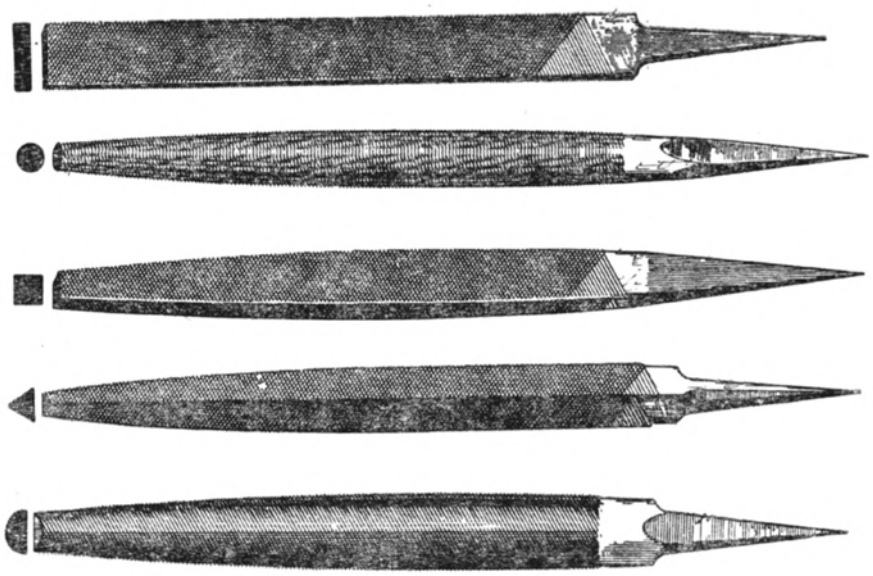
Молотки с круглым бойком имеют следующие преимущества перед молотками с квадратным бойком: 1) более длинное отверстие для ручки, благодаря чему последняя прочно закрепляется в отверстии молотка; 2) большой перевес круглого бойка над квадратным, что повышает меткость удара при работе; 3) отсутствие вмятин от углов молотка при ударе по металлу.

Молотки с квадратным бойком в свою очередь имеют следующие преимущества перед молотками с круглым бойком: 1) благодаря простой форме они значительно дешевле в изготовлении; 2) они одинаково удобны для работы как с квадратным, так и с острым бойком; 3) они удобны для выполнения мелких разметочных и сборочных операций, так как ими можно работать в более глубоких местах и в углах, не доступных для молотков с круглым бойком.

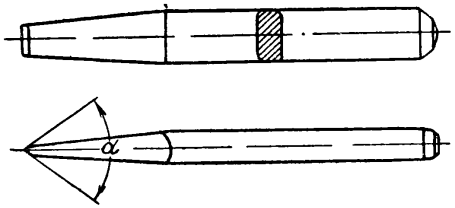
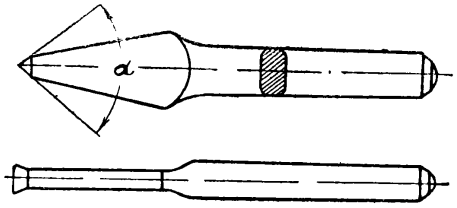
Ручка должна быть насажена под прямым углом к молотку. Очень важно, чтобы молоток был плотно насажен на ручку. Материалом для ручки служат бук, клен, дуб, кизил, рябина и другие крепкие породы дерева. Ручки не должны иметь сучков и

Таблица 30

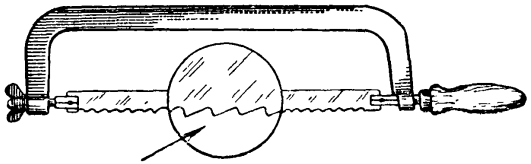
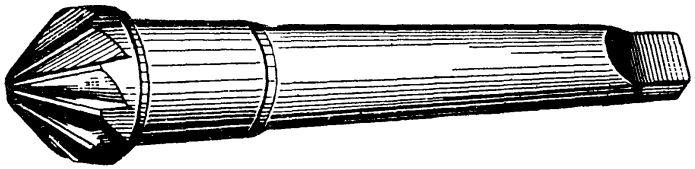
**Инструменты для слесарных работ**

| Название инструмента | Эскиз инструмента | Материал |
|---|---|---|
| Напильник плоский<br>Напильник круглый<br>Напильник квадратный<br>Напильник трехгранный<br>Напильник полукруглый |  | Углеродистая и легированная сталь |
| Молоток слесарный с квадратным бойком |  | Углеродистая инструментальная сталь марок У7 и У8 |

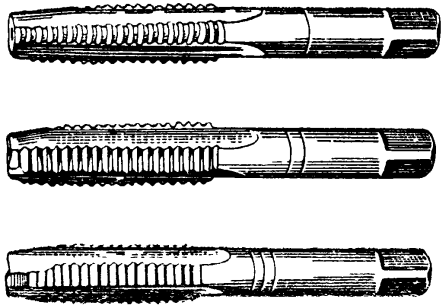
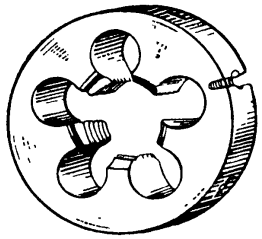
Продолжение табл. 30

| Название инструмента | Эскиз инструмента | Материал |
|---|---|---|
| Молоток слесарный с круглым бойком |  | Углеродистая инструментальная сталь марок У7 и У8 |
| Зубило |   | Углеродистая инструментальная сталь марок У7 и У8 |
| Крейцмейсель |   | |

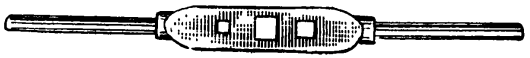
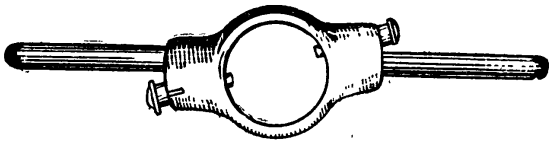
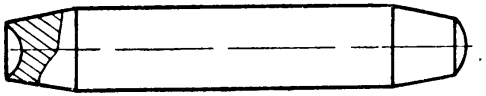
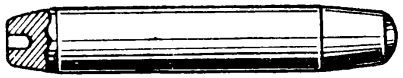
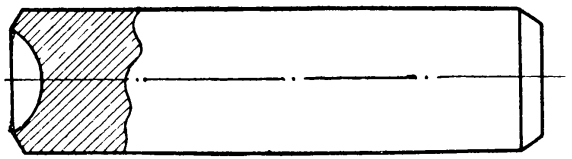
Продолжение табл. 30

| Название инструмента | Эскиз инструмента | Материал |
|---|---|---|
| Ножовка ручная |  | Рамка из углеродистой конструкционной стали марок 45 и 50 |
| Сверло спиральное с цилиндрическим хвостом |  | Инструментальные стали: углеродистые марок У10А, У12А; легированные марок 9ХС, ВХГ, ШХ15, ШХ12; быстрорежущие |
| Сверло спиральное с коническим хвостом |  | |
| Зенковка |  | Инструментальные стали: углеродистые марок У10А, У12А; легированные марок 9ХС, ХВГ, ШХ12; быстрорежущие |

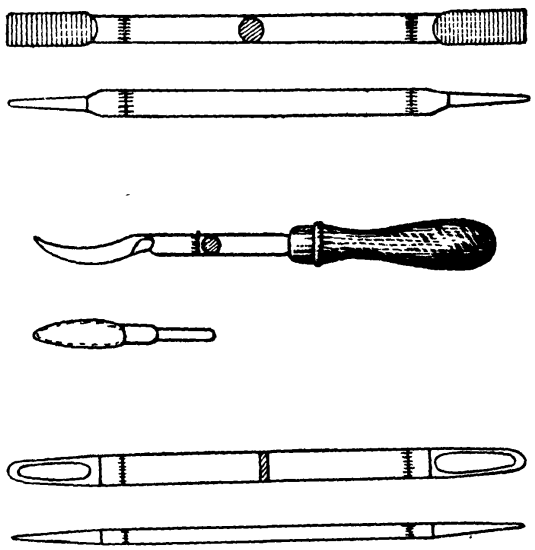
Продолжение табл. 30

| Название инструмента | Эскиз инструмента | Материал |
|---|---|---|
| Развертка цилиндрическая |  | Инструментальные стали: углеродистые марок У10А, У12А; легированные марок 9ХС, ХВГ, ШХ12; быстрорежущие |
| Метчики |  | Инструментальные стали: углеродистые марок У10А, У12А; легированные марок ШХ15, ХВГ, 9ХС |
| Плашка (лерка) |  | |

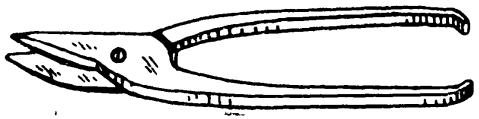
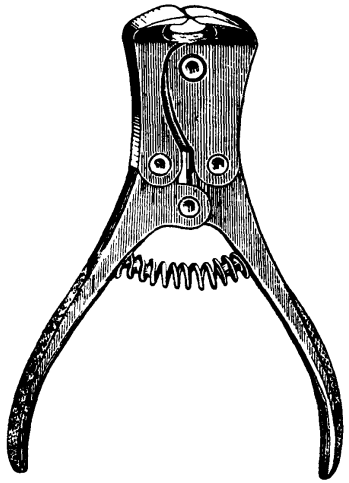
Продолжение табл. 30

| Название инструмента | Эскиз инструмента | Материал |
|---|---|---|
| Вороток |  | Углеродистая конструкционная сталь марок 45 и 50 |
| Клупп |  | |
| Натяжка |  | Инструментальная углеродистая сталь марок У7 и У8 |
| Обжимка |  | |
| Поддержка |  | |

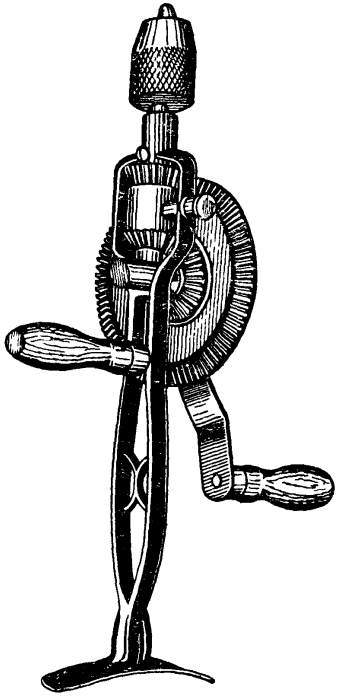
Продолжение табл. 30

| Название инструмента | Эскиз инструмента | Материал |
|---|---|---|
| Шаберы |  | Углеродистая инструментальная сталь марок У10А и У12А |
| Ножницы прямые |  | Углеродистая инструментальная сталь марки У7 |

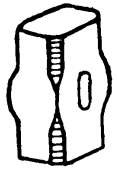
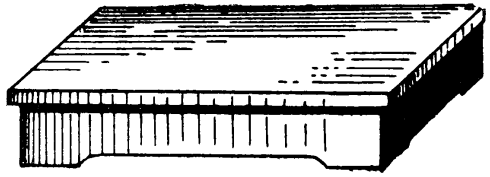
Продолжение табл. 30

| Название инструмента | Эскиз инструмента | Материал |
|---|---|---|
| Ножницы кривые |  | Углеродистая инструментальная сталь марки У7 |
| Кусачки |  | Углеродистая инструментальная сталь марок У7 и У8 |

Продолжение табл. 30

| Название инструмента | Эскиз инструмента | Материал |
|---|---|---|
| Дрель ручная |  | Углеродистая конструкционная сталь марок 45 и 50 |

Продолжение табл. 30

| Название инструмента | Эскиз инструмента | Материал |
|---|---|---|
| Кувалда для правки |  | Углеродистая инструментальная сталь марки У7 |
| Рихтовальная плита |  | Чугун серый |

трещин. Для молотка весом 500 *г* ручка должна быть длиной около 300—400 *мм*.

Натяжки применяют при клепке для осаживания склепываемых деталей относительно стержня заклепки перед ее расклепыванием. Натяжка представляет собой стержень, имеющий на одном конце глухое отверстие. Диаметр его больше стержня заклепки на 0,3 *мм*. Головка натяжки служит для нанесения по ней ударов молотком.

Обжимки применяют для образования замыкающей головки заклепки. Внешняя сторона обжимки такой же формы, как у натяжки, но ее рабочая сторона имеет сферическую лунку по форме и размеру головки заклепки.

Поддержки применяют при клепке для поддержания заклепок в рабочем положении и плотного прижатия закладной головки к склепываемым деталям. Поддержка представляет собой стальной стержень, подводимый под закладную головку заклепки. По форме и размеру головки заклепки в поддержке делают лунку.

Кувалды весом от 3 до 5 *кг* применяют при правке листов и заготовок в горячем состоянии. Кувалда имеет два плоских бойка. Оба бойка должны быть закалены.

**Режущие инструменты.** Зубило и крейцмейсель представляют собой металлические стержни. Рабочая часть зубила состоит из плоской клинообразной лопатки с заточенной на ее конце режущей кромкой. Рабочая часть крейцмейселя имеет копьеобразный вид с более узкой режущей кромкой. Ударная часть, т. е. головка зубила и крейцмейселя, оттянута на конус, и края ее округлены. Такая форма нужна для того, чтобы уменьшить площадь, в центр которой наносятся удары молотком, и тем самым сосредоточить удары молотка, обеспечив более устойчивое положение зубила и крейцмейселя во время рубки. Зубила применяют длиной 100, 125, 150, 175 и 200 *мм*, а крейцмейсели длиной 150, 175 и 200 *мм*.

В зависимости от обрабатываемого материала зубила и крейцмейсели затачивают под разными углами. Чем мягче металл, тем острее должна быть рабочая часть зубила и крейцмейселя и угол заострения может составлять 45—50°. При рубке металла средней твердости угол заострения зубила и крейцмейселя должен быть равен 55—60°. При рубке металла, имеющего большую твердость, угол заострения должен быть равен 70—75°.

Зубила и крейцмейсели затачивают на наждачных станках. Нажим зубилом или крейцмейселем на наждачный круг не должен быть сильным во избежание чрезмерного нагрева режущей кромки. При заточке необходимо следить за тем, чтобы фаски зубила и крейцмейселя имели одинаковую ширину и были одинаково наклонены к центровой линии.

Ручные ножницы изготовляют с прямыми и кривыми режущими лезвиями. Эти ножницы разделяются на правые и ле-

вые. У правых ножниц верхний нож расположен с правой стороны, а у левых — с левой. Ручные ножницы с прямыми режущими лезвиями применяют для разрезания листовой углеродистой стали толщиной до 0,8 *мм* на заготовки, представляющие собой наиболее простые геометрические фигуры: квадрат, прямоугольник, треугольник, трапеция и т. п. Ручные ножницы с кривыми режущими лезвиями применяют для разрезания листовой углеродистой стали толщиной до 0,8 *мм* на заготовки, контуры которых образуются кривыми линиями или комбинацией кривых и прямых линий.

Основным размером ручных ножниц считают длину режущих лезвий (обычно 70, 85 и 100 *мм*). Общая длина ножниц в 3,5—4 раза больше длины режущих лезвий. Режущая часть ножниц должна быть закалена и тщательно заточена.

Ручная ножовка применяется для разрезания сортового металла. Она состоит из стальной рамы и вставленного в нее ножовочного полотна. Полотно вставляется зубьями вперед и натягивается в раме натяжным винтом с барашком.

Ножовочное полотно представляет собой тонкую стальную пластинку с нарезанными на одной стороне мелкими зубьями. Полотно изготовляют из углеродистой или легированной стали.

Зубья ножовочного полотна разводят, т. е. каждые два смежных зуба отгибают в противоположные стороны на 0,25—0,5 *мм*, благодаря чему при разрезании ножовкой облегчается работа и полотно «не заедает».

Размер ножовочного полотна определяется по расстоянию между центрами отверстий. Наиболее часто применяют ножовочные полотна длиной 250—300 *мм* при ширине 12—15 *мм* и толщине 0,6—0,8 *мм*. Кроме того, полотна разделяются по числу зубьев. Выбор полотна по числу зубьев зависит от размеров и формы разрезаемого металла, а также от его твердости. Тонкостенные трубы и профили нужно разрезать мелкозубыми полотнами, имеющими 24—32 зуба на 25 *мм* длины полотна.

Ручка на ножовке должна быть насажена прочно, иначе она может соскочить и острый хвостовик рамы ножовки поранит работающего. Работать ножовкой без ручки запрещено.

Напильники представляют собой режущий инструмент в виде стальных брусков различного профиля и длины с насеченными на рабочих поверхностях зубьями. Каждый такой зуб представляет собой резец, снимающий небольшую стружку.

Наиболее употребительны плоские, остроносые и тупоносые, полукруглые и круглые, квадратные и трехгранные напильники.

Напильники по роду насечки разделяют на драчевые с крупной насечкой и личные с более мелкой насечкой. Насечка зубьев напильника определяется по числу насечек на 1 *пог. см* длины напильника; у драчевых напильников число насечек — от 4 до 14, у личных — от 13 до 26.

Насечка на напильниках обычно делается перекрестная, под углом 55 и 70°.

Напильники драчевые с крупной насечкой применяют для первоначального грубого опиливания, когда требуется снять слой материала толщиной не менее 0,25 *мм*.

Напильники личные с более мелкой насечкой применяют для окончательной обработки и для получения чистой поверхности. При опиливании ими снимают слой металла толщиной не более 0,1 *мм*, остающийся обычно после опиливания драчевыми напильниками.

Напильник имеет деревянную ручку с металлическим кольцом. Надо следить за тем, чтобы ручка была прочно насажена на хвост напильника и не перекашивалась в какую-либо сторону. При неправильной насадке ручка может соскочить и поранить работающего.

Сверла применяют для сверления отверстий в металле. Спиральное сверло состоит из рабочей части, хвостовика, шейки, лапки или поводка. Сверло хвостовиком закрепляется в патроне сверлильной машинки или в шпинделе станка, а рабочей частью сверлят отверстия в деталях.

Сверла изготовляют с обыкновенной и двойной заточкой. Сверла с обыкновенной заточкой имеют на режущей части одну поперечную и две режущие кромки. Сверла с двойной заточкой имеют на режущей части одну поперечную кромку и две режущие кромки в виде ломаной линии.

Сверла с обыкновенной заточкой диаметром от 0,25 до 12 *мм* применяют для сверления стали, стального литья, чугуна, цветных металлов и их сплавов. Сверла с обыкновенной заточкой и подточкой перемычки и ленточки диаметром от 12 до 80 *мм* применяют для сверления сталей, имеющих предел прочности при растяжении до 50 *кг/мм*$^2$. Сверла с двойной заточкой и подточкой перемычки и ленточки диаметром от 12 до 80 *мм* используют для сверления сталей с пределом прочности более 50 *кг/мм*$^2$.

Развертка представляет собой цилиндрический стержень, у которого один конец называется хвостовиком, а второй — рабочей (режущей) частью. На рабочей части нарезаны продольные прямые или спиральные канавки, образующие режущие зубья. Этими зубьями развертка при вращении по часовой стрелке срезает со стенок отверстия все неровности и лишний материал.

Развертки бывают цилиндрические и конические. По характеру применения развертки разделяются на ручные и машинные.

Развертывание производят комплектными развертками (комплект разверток состоит из двух-трех штук). Комплект разверток из трех штук включает черновую, среднюю и чистовую развертку. Черновая развертка предназначена для предварительного (чернового) развертывания отверстий. Средняя развертка применяется после черновой для придания обрабатываемому отверстию более чистого вида. Чистовой разверткой сообщают от-

верстию окончательные размеры и необходимую чистоту поверхности.

Наибольшая точность и чистота окончательно обработанных отверстий достигаются при правильном выборе припусков на развертывание. При развертывании отверстий диаметром до 100 *мм* припуск на черновое развертывание берется в пределах 0,15—0,65 *мм*, а на чистовое развертывание — в пределах 0,05—0,15 *мм*. Для придания зубьям развертки надлежащей остроты развертку затачивают на шлифовальном станке по окружности, а затем снимают фаски по всей длине зубьев, оставляя нетронутыми режущие ленточки. После этого их заправляют вручную бруском, что обеспечивает получение гладких стенок отверстий. Длина приемной части разверток в среднем равна $^1/_4$ длины рабочей (режущей) части.

При развертывании отверстий в изделиях, изготовленных из разных металлов, длина приемной части может колебаться от $^1/_5$ до $^1/_3$ длины рабочей части развертки. Чем плавнее приемная часть, тем чище получаются отверстия и тем лучше направление при вставлении развертки. Следует иметь в виду, что затрата сил возрастает при увеличенной приемной части, так что ее средняя величина, равная $^1/_4$ рабочей части, является наиболее целесообразной. Так как главную работу резания несет приемная часть, то цилиндрическая (калибрующая) часть развертки стачивается на конус по направлению к хвосту. Конусность более необходима для машинных разверток, так как вращение их на станке никогда не бывает точным.

Диаметр ручной развертки у хвоста делается меньше на 0,001—0,003 *мм*. У машинной развертки диаметр у хвоста в зависимости от диаметра развертки делается меньше на 0,03—0,06 *мм*, а в некоторых случаях — до 0,2 *мм*.

Зенковки применяют для расширения центровых отверстий и углублений под потайные головки заклепок, болтов и винтов.

Метчики применяют для нарезания резьбы в отверстиях деталей. Метчик представляет собой стальной стержень конической или цилиндрической формы с нарезанной на нем резьбой, разделенной идущими вдоль стержня канавками на отдельные поля, называемые режущими перьями. Передняя, коническая часть метчика, которой он вставляется в отверстие, называется заборной частью, а остальная, цилиндрическая часть — направляющей, или калибрующей частью метчика. Задняя часть метчика, оставляемая без нарезки, — хвост или стержень — заканчивается квадратом, на который надевается вороток.

Для нарезания резьбы в отверстиях пользуются набором, состоящим из трех метчиков, причем первый, называемый черновым или начальным метчиком, служит для предварительного нарезания отверстий, второй, получистовой или средний метчик — для углубления нарезки резьбы, сделанной предыдущим

метчиком. Третий метчик, называемый чистовым или отделочным, употребляется главным образом для окончательной отделки резьбы.

Метчики одного комплекта различаются между собой по тому, на сколько срезаны вершины резьбы. Больше всего срезаны вершины у черновых метчиков, меньше у получистовых (средних), а у чистовых совсем не срезаны.

На ручных метчиках (их в комплекте несколько штук) нанесены риски, число которых указывает порядковый номер метчика в комплекте.

Плашки (круглые или призматические) применяют для нарезания резьбы на болтах и других деталях.

Круглая плашка, называемая леркой, используется чаще всего для нарезания резьб, к которым не предъявляют особых требований в отношении точности; она нарезает резьбу за один проход. Неправильные условия эксплуатации часто приводят к поломке плашки. Поэтому необходимо обращать внимание на закрепление, охлаждение и заточку плашки.

Круглые плашки бывают неразрезные и разрезные. Разрезные дают менее точную резьбу, так как наличие прореза вызывает перекос режущих перьев.

Круглые плашки иногда делают с наружным конусом. Такие плашки применяют для нарезания резьбы до упора, поэтому их называют упорными. Угол конуса около 100°.

Призматические плашки состоят из двух половинок, снабженных с одной стороны V-образным пазом, который удерживает плашки от выпадения из клуппа, а с другой — резьбой. Для образования режущих кромок плашки снабжены стружечными вырезами или отверстиями.

Шаберы применяют для удаления (соскабливания) тонкого слоя металла с поверхностей различных деталей. Наиболее часто применяют плоские и трехгранные шаберы, которые могут быть одноконечными и двухконечными.

**Вспомогательные инструменты.** Клуппы служат для закрепления в них плашек. Клупп представляет собой рамку, в которой при помощи винта закрепляют плашку; ручки клуппа составляют одно целое с рамкой. Диаметр отверстия в клуппе для круглых плашек соответствует диаметру плашки.

Воротки служат для вращения метчиков во время нарезания ими резьбы на болтах или других деталях.

Кусачки применяют для разрезания (перекусывания) проволоки и стержней заклепок.

Дрель ручная используется для сверления отверстий в металле.

## § 70. РАЗМЕТКА ПЛОСКОСТНАЯ

Разметкой называется операция по нанесению на поверхность обрабатываемого материала линий с последующим кер-

нением, обозначающих границы, до которых материал должен быть обработан. Линии, прочерчиваемые на поверхностях, называются рисками. По этим рискам и производится вся последующая обработка. При выполнении разметки пользуются различными разметочными инструментами (табл. 31).

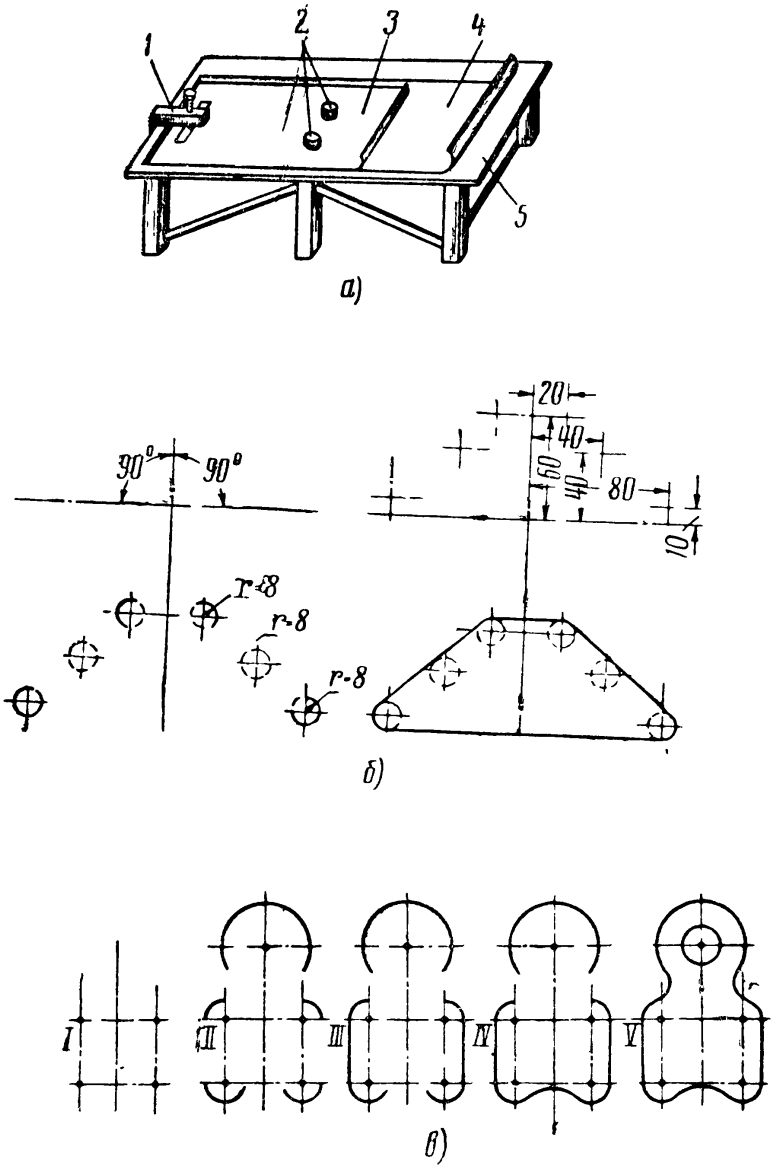


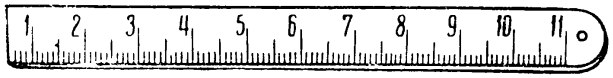
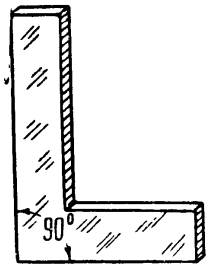
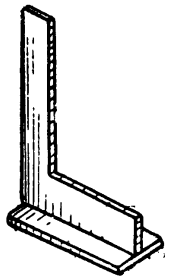

Рис. 62. Инструменты и приемы разметки:
*а* — стол для разметки, *б* — приемы разметки накладки, *в* — приемы разметки ушка; *1* — струбцинка, *2* — груз, *3* — шаблон, *4* — материал, *5* — плита

Разметочный инструмент нужно беречь от механических повреждений, ржавчины и хранить отдельно от прочего инструмента. Разметочные инструменты, указанные в табл. 31, обычно применяют при разметке штучных деталей. При разметке по шаблону количество применяемого разметочного инструмента резко сокращается.

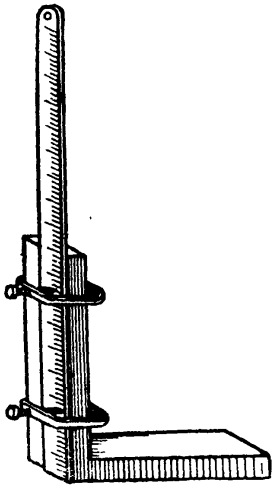
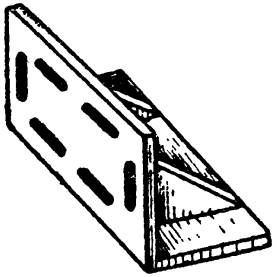
Разметка листового материала производится на прочных и

Таблица 31

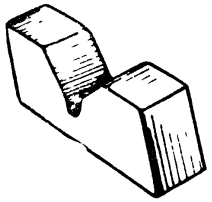
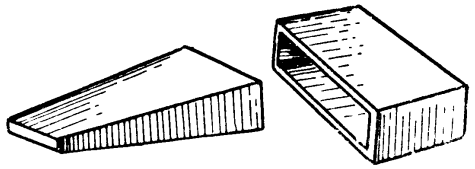
## Инструменты для разметки

| Название инструмента | Эскиз инструмента | Назначение инструмента и некоторые сведения о нем |
|---|---|---|
| Линейка стальная масштабная |  | Для измерения и откладывания с точностью до 0,5 *мм* различных величин на деталях. Линейки изготовляют длиной 150, 200, 300, 500, 750 и 1000 *мм* |
| Угольник простой 90° |  | Для нанесения линий, построения углов, восстановления перпендикуляров и проверки правильности построения углов. Угольники с углом 90° стандартного типа изготовляют с полками высотой от 80 до 750 *мм* и длиной соответственно от 50 до 480 *мм* |
| Угольник с нижним основанием |  | Для проведения линий и проверки правильности установки деталей на плите |

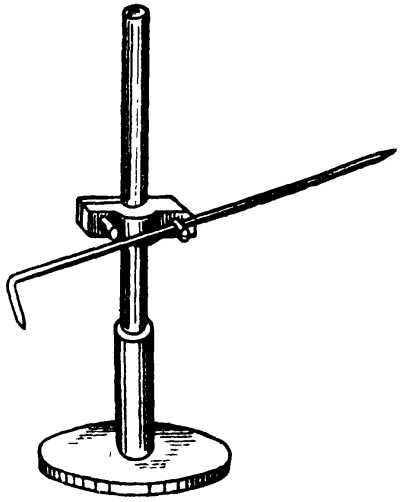
Продолжение табл. 31

| Название инструмента | Эскиз инструмента | Назначение инструмента и некоторые сведения о нем |
|---|---|---|
| Угольник вертикальный масштабный |  | Для установки на определенную высоту иглы рейсмуса |
| Угольник установочный |  | При установке размечаемой детали на плите или при проведении линий рейсмусом в вертикальной плоскости |

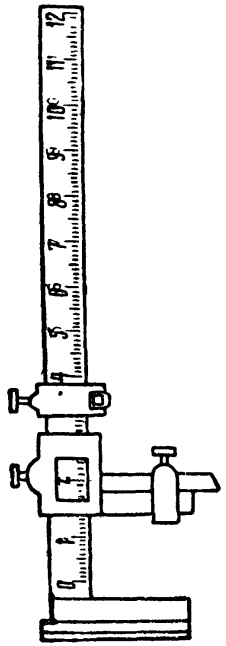
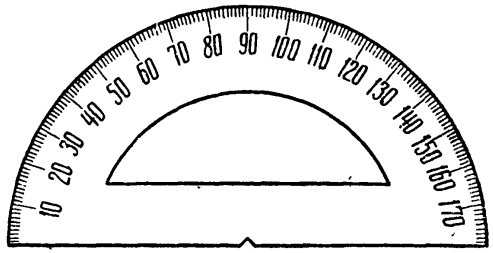
Продолжение табл. 31

| Название инструмента | Эскиз инструмента | Назначение инструмента и некоторые сведения о нем |
|---|---|---|
| Призма |  | Для разметки профильного материала (прутков, труб и т. д.) |
| Подкладки клиновые и прямоугольные |  | Для разметки деталей на плите |

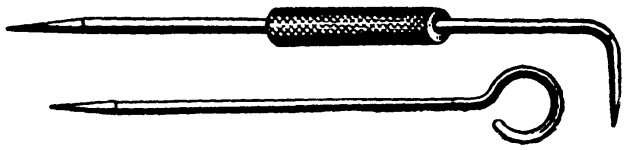
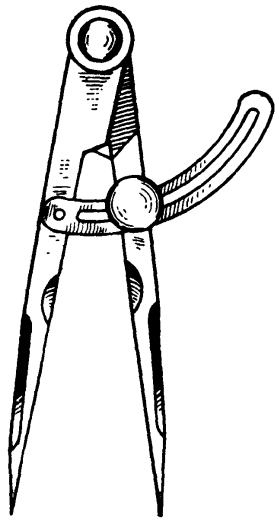
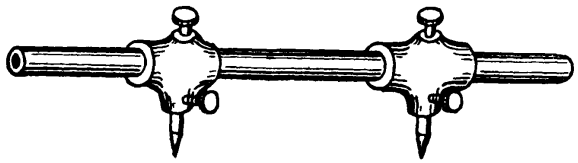
Продолжение табл. 31

| Название инструмента | Эскиз инструмента | Назначение инструмента и некоторые сведения о нем |
|---|---|---|
| Рейсмус |  | Для проведения параллельных, горизонтальных и вертикальных линий на размечаемых деталях, а также для проверки правильности установки деталей.<br>При помощи гайки и винта хомутик с чертилкой можно укреплять на необходимой высоте |

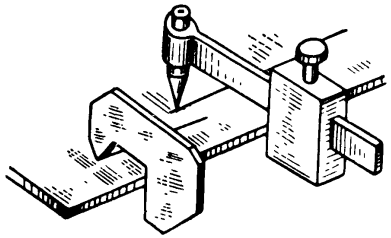
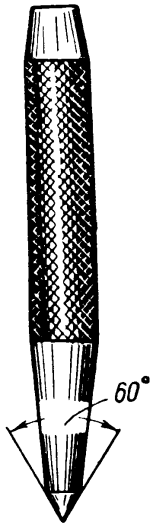
Продолжение табл. 31

| Название инструмента | Эскиз инструмента | Назначение инструмента и некоторые сведения о нем |
|---|---|---|
| Штангенрейсмус |  | Для проверки деталей по высоте и более точного нанесения центровых и других линий на поверхности размечаемой заготовки |
| Транспортир |  | Для откладывания и измерения углов |

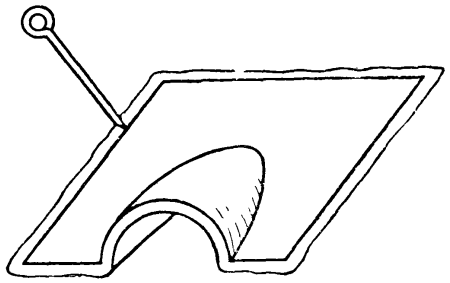
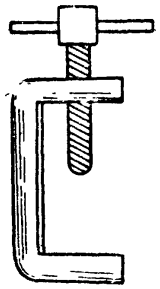
Продолжение табл. 31

| Название инструмента | Эскиз инструмента | Назначение инструмента и некоторые сведения о нем |
|---|---|---|
| Чертилка |  | Для проведения наносимых при разметке линий. Чертилка представляет собой тонкий стальной стержень, один конец которого согнут под углом или в кольцо. Рабочие концы чертилки делают острыми и закаливают. Чем тоньше и тверже острие, тем тоньше линии оно наносит |
| Циркуль с дугой |  | Для нанесения окружностей, а также для переноса линейных размеров. Концы ножек циркуля на длине 20—30 *мм* должны быть закалены |
| Циркуль удлиненный |  | Для разметки деталей большого диаметра |

Продолжение табл. 31

| Название инструмента | Эскиз инструмента | Назначение инструмента и некоторые сведения о нем |
|---|---|---|
| Очертка |  | Для проведения линий на заготовке вдоль ее кромки на одинаковом расстоянии от нее. Для разметки деталей из малоуглеродистой стали очертку делают из меди. Для разметки деталей из алюминиевых сплавов очертка должна иметь в рабочей части черный графитовый карандаш |
| Кернер |  | Для нанесения углублений (точек) при разметке. Рабочую часть кернера затачивают под углом 60° и закаливают. Закаливают также головку кернера, по которой наносят удары молотком |

Продолжение табл. 31

| Название инструмента | Эскиз инструмента | Назначение инструмента и некоторые сведения о нем |
|---|---|---|
| Шаблон |  | При разметке деталей, изготовляемых большими партиями |
| Струбцина |  | Для крепления деталей к столу |

устойчивых разметочных столах, на которых устанавливается чугунная разметочная плита с точно обработанными верхней и боковыми поверхностями. Размеры стола должны быть достаточными для помещения на нем размечаемого материала.

Стол для разметки обычной конструкции (рис. 62, *а*) имеет плиту с отполированной поверхностью. Для устойчивости ножки стола соединены раскосами.

Успех разметки в значительной степени зависит от качества подготовки к ней. Материал, предназначенный для разметки, сначала осматривают, а затем проверяют его размеры. Осмотр необходим для выявления возможных пороков, например пузырей, выпучин, раковин, трещин, царапин и т. п. По толщине и марке материал должен соответствовать требованиям чертежа. Убедившись в том, что материал выбран правильно, его очищают от грязи и устраняют в случае необходимости пороки (выпучины, царапины и др.).

При разметке деталей из листовой стали одну из поверхностей, обычно ту, на которой будет производиться разметка, окрашивают, чтобы нанесенные разметочные линии резко выделялись и были ясно и отчетливо видны в процессе дальнейшей обработки. Линии, нанесенные на неокрашенную поверхность, будут мало заметны, и обработка по ним будет весьма затруднительна.

Для окрашивания применяют мел и купорос, реже — краски и лак. Мел для окраски поверхности разводят в воде до густоты молока. Медный купорос применяют кусковой либо в виде раствора. Кусковым купоросом натирают поверхности, ранее смоченные водой с мелом. Раствором медного купороса (2—3 чайные ложки на стакан воды) смачивают поверхность, подлежащую разметке. Раствор наносят кистью или тряпочкой. В обоих случаях поверхность покрывается тонким и прочным медным слоем, на котором видны разметочные линии. Для окраски применяют также смесь свинцовых белил и скипидара.

При разметке не окрашивают поверхности деталей, изготовляемых из алюминия и алюминиевых сплавов.

Разметка может производиться по чертежу, шаблону, образцу и по месту.

**Разметка по чертежу.** Разметка по чертежу представляет собой сложный способ переноса цифровых размеров с чертежа на размечаемый материал; при этом требуется применение циркуля, линейки, угольника и другого разметочного инструмента. Для выполнения разметки по чертежу затрачивается много времени. Применяется она при изготовлении шаблона или нескольких деталей.

Прежде чем приступить к разметке, необходимо тщательно изучить чертеж детали и наметить план выполнения разметки.

Разметку начинают с нанесения основных центровых (осевых) линий, от которых наносят остальные линии. Обычно сна-

чала прочерчивают все горизонтальные, затем все вертикальные линии, а после них — скругления и окружности, которые соединяются прямыми и наклонными линиями (рис. 62, *б*).

Пользуясь цифровыми размерами, указанными на чертеже, откладывают их на размечаемом материале при помощи разметочных инструментов. Размеры определяют по масштабной линейке. Разметочные линии на поверхность размечаемого материала из стали наносят чертилкой, которую держат в руке, как карандаш, плотно прижимая к линейке и немного наклоняя ее в направлении движения. При разметке деталей из алюминия, алюминиевых и магниевых сплавов разметочные линии наносят простым графитовым карандашом, и только контурные линии, по которым материал будет разрезаться на части, можно наносить чертилкой.

Риску как чертилкой, так и карандашом нужно проводить только за один раз, тогда она получается чистой и правильной. Нанесенные на поверхность материала разметочные линии при дальнейшей обработке детали могут быстро стереться. Поэтому после нанесения разметочных линий на заготовках из стали производят наметку, т. е. кернером набивают углубления.

Углубление, выполняемое кернером, должно быть симметрично расположено по отношению к разметочной линии с таким расчетом, чтобы после дальнейшей обработки и опиливания строго по разметочной линии на обработанной детали осталась половина окружности углубления, намеченной кернером. Углубления не должны быть глубокими, так как их трудно будет вывести при дальнейшей обработке.

При набивке на размеченных линиях углублений кернер держат тремя пальцами. Острие кернера устанавливают точно по разметочным линиям или в точке их пересечения, немного наклоняя кернер от себя, а в момент удара, не сдвигая его с разметочной линии, ставят вертикально и легко ударяют молотком. При выполнении кузнечных работ углубления наносят вдоль разметочных линий на расстоянии 10—25 *мм* одно от другого — на прямых участках и 5—10 *мм* — в местах закругления и углах.

На рис. 62, *в* показана последовательность выполнения разметки ушка из листовой стали: *I* — нанесение вертикальных и горизонтальных линий и кернение точек в месте пересечения этих линий; *II* — проведение сопрягаемых дуг; *III* — проведение касательных линий; *IV* и *V* — соединение сопрягающими дугами.

Разметка линий требует особого внимания, так как незначительная ошибка может вызвать брак детали. После разметки надо тщательно проверить все размеры и линии. Это необходимо принять за правило и не отступать от него даже в том случае, когда есть уверенность, что деталь размечена правильно.

**Разметка по шаблону.** Разметка по шаблону представляет собой наиболее распространенный и простой способ разметки;

этот способ применяют при изготовлении больших партий деталей, одинаковых по форме и размерам.

При разметке по шаблону (рис. 63, *а*) очерчивают контур детали на размечаемом материале по ранее изготовленному шаблону, форма и размеры которого точно соответствуют чертежу детали. Успех разметки по шаблону зависит от правильности заточки чертилки и ее установки по отношению к ребру шаблона, от неподвижности шаблона и плотности его прилегания к размечаемому материалу. Чертилка должна быть зато-

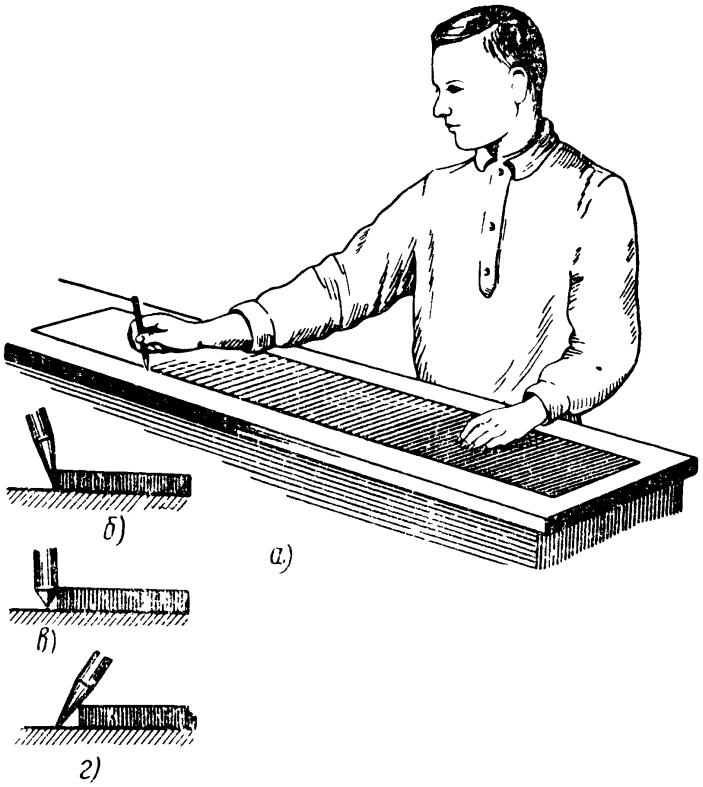



Рис. 63. Разметка по шаблону:

*а* — приемы разметки, *б* — правильная установка чертилки, *в* — чертилка заточена неправильно (большой угол заострения), *г* — чертилка поставлена неправильно

чена остро под углом около 15° и установлена так, чтобы образующая конуса чертилки скользила по контуру шаблона, а ее острие при врезании в металл оставляло риски (рис. 63, *б*).

Шаблон на размечаемом материале может быть установлен свободно или неподвижно. При свободной установке шаблон прижимают рукой к материалу. В тех случаях, когда шаблон нельзя удержать рукой, его крепят к размечаемому материалу струбцинами и грузом. Разметка производится по установленному шаблону чертилкой, одинарным прочерчиванием.

Брак при разметке по шаблону чаще всего получается из-за плохого крепления шаблона на размечаемом материале, что приводит к потере точности. Брак может образоваться, если

чертилка заточена неправильно, а также если образующая ее конуса скользит не по контуру шаблона (рис. 63, *в, г*).

**Разметка по образцу.** Разметка по образцу отличается от разметки по шаблону лишь тем, что в этом случае не приходится изготовлять шаблон, так как его заменяет образец готовой детали. Этот способ разметки широко применяется при ремонтных работах, когда размеры снимают непосредственно с готовой детали и переносят на размечаемый материал.

**Разметка по месту.** Разметка по месту обычно производится при сборке деталей больших размеров. В этом случае одна деталь размечается по другой в таком положении, в каком они должны быть соединены.

Чаще всего брак при разметке как по образцу, так и по месту получается из-за плохой установки деталей относительно размечаемого материала, что приводит к потере точности.

## § 71. РАСКРОЙ ЛИСТОВОГО МЕТАЛЛА

Высокая стоимость, а также дефицитность многих металлов требуют строгой экономии в их расходовании.

Для снижения себестоимости выпускаемой продукции необходимо сокращать отходы металлов, которые остаются при изготовлении деталей, применять рациональный раскрой материала.

При раскрое листового материала на одну или несколько деталей необходимо подсчитать потребное количество материала, исходя из рациональной укладки деталей на листе, применяя материал стандартных размеров.

Пользуясь формулами для подсчета площадей геометрических фигур, выбирают листы или ленты стандартных размеров таким образом, чтобы при их раскрое можно было использовать материал с возможно меньшим количеством отходов.

Рассмотрим два варианта раскроя листового материала для детали, размеры которой указаны на рис. 64, *а*. Для раскроя этой детали сначала возьмем лист размером 500×2000 *мм* (рис. 64, *б*). Полезная площадь листа 0,5×2=1 *м*². Площадь детали 0,36 *м*². Таким образом, лист используется лишь на 36%, а отходы составляют 64%. Ясно, что этот вариант раскроя нерационален.

Возьмем второй лист размером 500×2500 *мм* (рис. 64, *в*). Полезная площадь листа 0,5×2,5=1,25 *м*². На листе укладываем две детали. Площадь каждой детали, как и при первом варианте, равна 0,36 *м*². Таким образом, отходы на каждую заготовку составляют 0,265 *м*². Лист используется в этом случае на 57,6%, отходы составляют 42,4%. Этот вариант раскроя также нерационален, так как и в этом случае отходы велики.

Оказывается, что две детали можно уложить более рационально на первом листе размером 500×2000 *мм* (рис. 64, *г*). По-

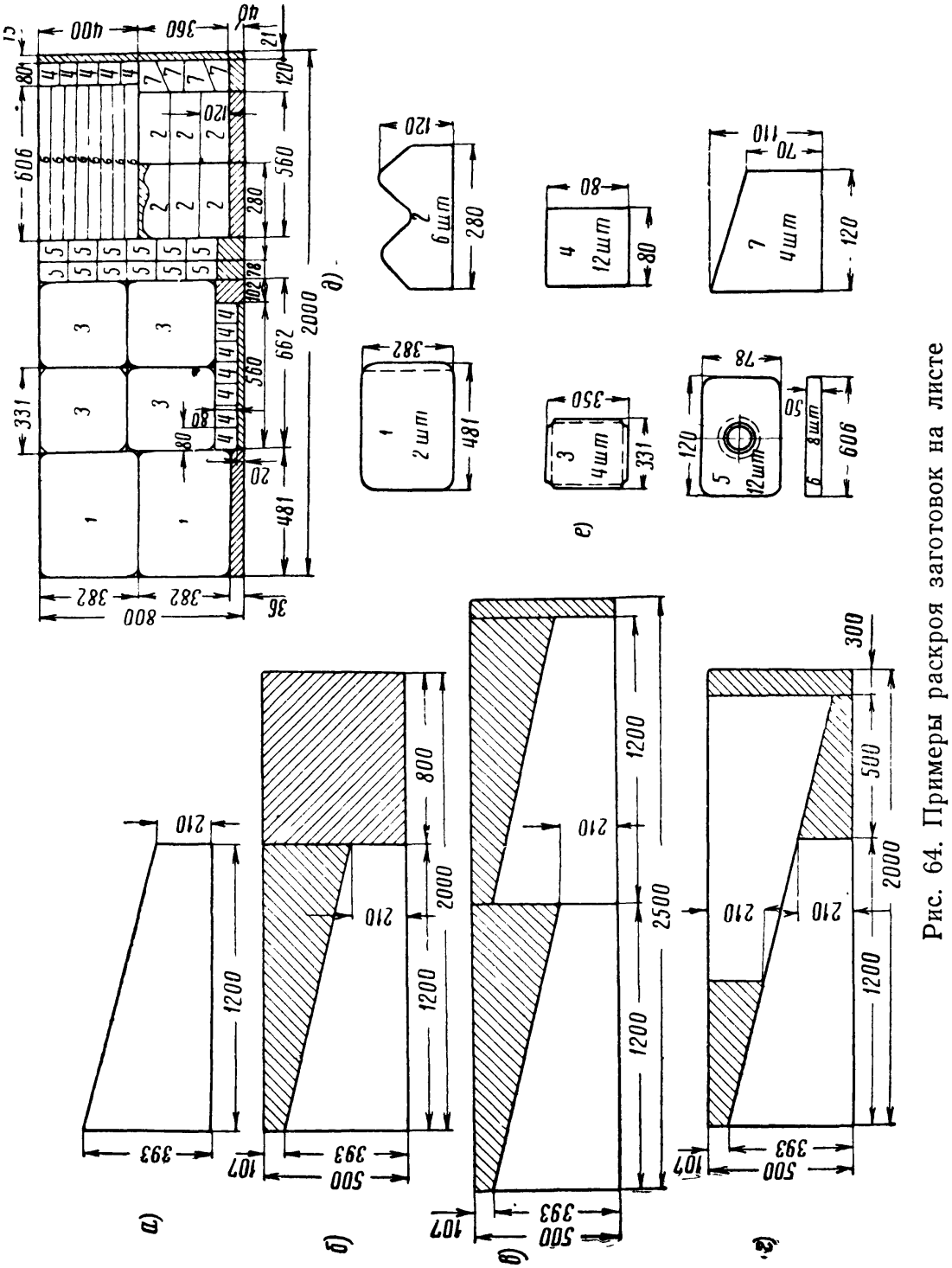



Рис. 64. Примеры раскроя заготовок на листе

лезная площадь листа $0{,}5 \times 20 = 1$ $м^2$. Площадь каждой заготовки по-прежнему равна 0,36 $м^2$. Таким образом, отходы на каждую заготовку составляют 0,14 $м^2$. Лист в этом случае используется на 72%, а отходы составляют лишь 28%.

От правильности раскроя листового материала зависит наибольший процент его использования. Следовательно, к выбору листового материала надо подходить тщательно, проверяя разные варианты раскроя и выбирая наиболее рациональный из них. Коэффициент использования материалов должен быть максимальным. При рациональных способах раскроя материала можно снизить отходы до 5—10% и менее.

При раскрое листового материала, помимо основного фактора — экономии, необходимо учитывать также соображения технологического и организационного порядка. Например, при раскрое можно целесообразно разложить шаблоны на листовом материале, но не при всякой раскладке можно использовать имеющиеся инструменты и оборудование.

Наиболее рациональное использование материала достигается путем размещения на одном листе (рис. 64, *д*) заготовок различных габаритов (рис. 64, *е*), причем вначале размещают наиболее крупные заготовки, затем заготовки средних размеров и, наконец, все свободные места площади листа заполняют заготовками малых размеров.

Отходы, остающиеся при производстве отдельных деталей, стремятся экономно использовать. С этой целью их тщательно сортируют как по величине, так и по назначению, чтобы применить для изготовления других деталей.

## § 72. РУБКА МЕТАЛЛА

Рубкой называется операция, применяемая для удаления излишнего металла с поверхности детали или заготовки и для разрубания на части целого куска или листа. Рубка металла производится при помощи зубила или крейцмейселя и молотка в слесарных тисках.

Тисками называется зажимное приспособление для удержания обрабатываемого предмета в нужном положении. В кузнице применяют стуловые тиски с наклонными губками (рис. 65, *а*) и параллельные тиски, губки которых перемещаются параллельно друг другу (рис. 65, *б*).

Параллельные тиски применяют преимущественно при легких, а стуловые — при тяжелых работах, например при рубке толстого материала, загибе деталей, гнутье труб и других аналогичных работах.

Стуловые тиски по своему устройству являются наиболее простыми и в то же время наиболее прочными. Недостаток их заключается в том, что они всей рабочей поверхностью губок могут зажимать детали лишь определенных размеров. Детали

больших размеров зажимаются в них только нижней рабочей частью губок, а тонкие детали зажимаются только верхней рабочей частью губок. В результате этого, во-первых, зажатая деталь во время работы может выскочить или сдвинуться; во-вторых, нижняя или верхняя часть губок при зажиме детали врезается в нее, образуя на ее поверхности вмятины, чего не

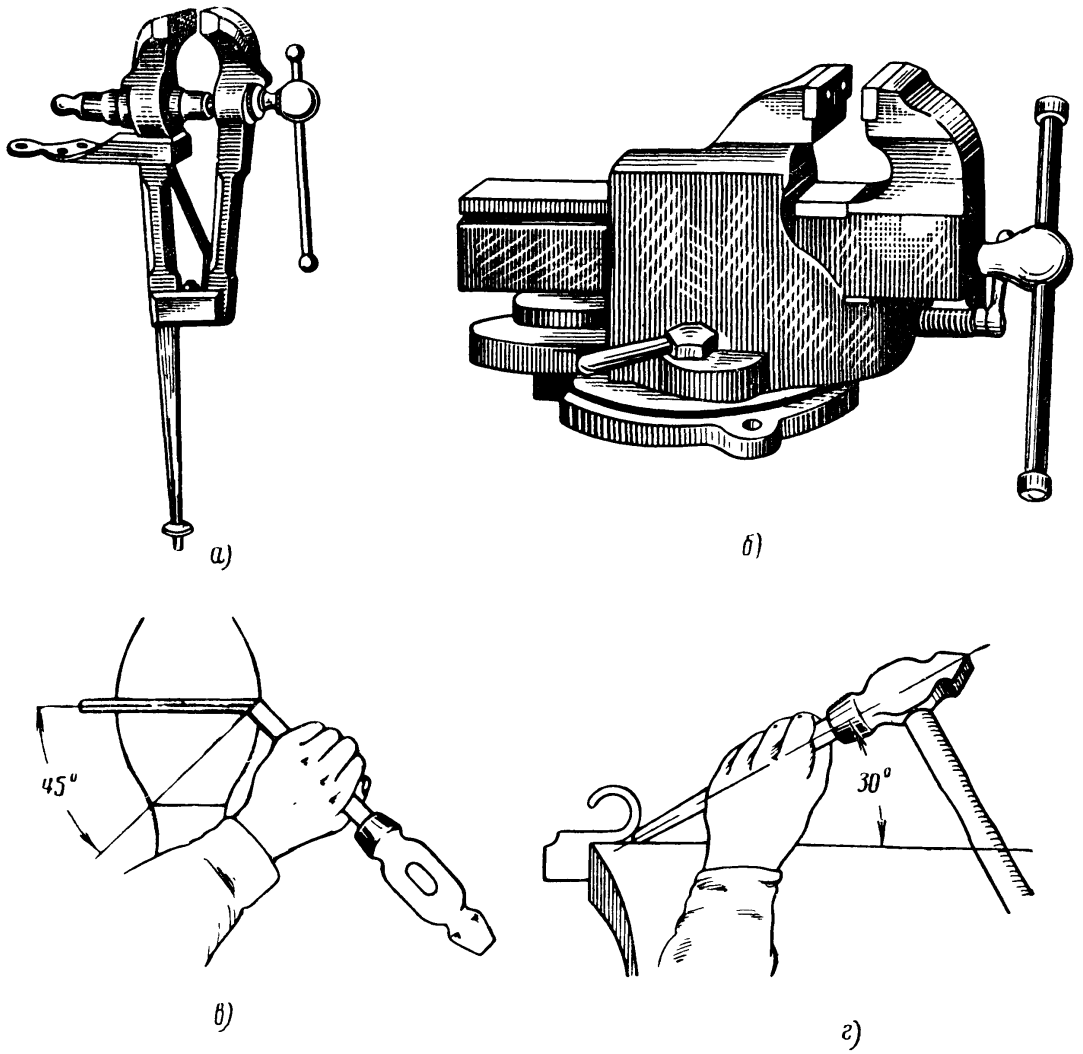



Рис. 65. Слесарные тиски и приемы рубки:
*а* — стуловые тиски, *б* — параллельные тиски, *в* — установка зубила относительно губок тисков, *г* — положение зубила относительно обрабатываемой поверхности

наблюдается при работе на параллельных тисках, так как их губки перемещаются параллельно друг другу.

Параллельные тиски изготовляют двух видов: неповоротные и поворотные. Губки неповоротных и поворотных тисков при зажиме в них детали прикасаются всей поверхностью к поверхности зажимаемой детали и поэтому лучше удерживают ее во время работы. Чтобы губки параллельных тисков во время работы не сминались, к ним крепятся изготовленные из инстру-

ментальной стали закаленные пластины, на рабочих поверхностях которых сделана крестообразная насечка с равным шагом.

Для выполнения рубки деталь зажимают в тиски и устанавливают под углом к обрабатываемой поверхности зубило, которое под ударами молотка врезается в деталь. При рубке в тисках зубило следует держать, как показано на рис. 65, *в*, т. е. в направлении неподвижной губки, под углом 45° между стыком губок и лезвием зубила. Поверхность фаски зубила, обращенная к детали, служит направляющей для движения зубила, а потому ее следует удерживать параллельно обрабатываемой плоскости. Зубило затачивают под углом 60°. Поэтому угол между осью зубила и горизонтальной поверхностью обрабатываемой детали составляет 30° (рис. 65, *г*). При увеличении этого угла зубило врезается в деталь больше чем нужно, а при уменьшении соскакивает с поверхности детали.

Во время рубки надо внимательно следить за направлением линии обработки и режущей гранью зубила, но никогда не смотреть на головку зубила, так как это вызывает промах при ударе и вместо зубила молоток ударяет по руке.

Движение руки с зажатым молотком должно происходить всегда в вертикальной плоскости, так как при этом рука во время рубки меньше устает и в то же время удар молотка по головке зубила получается сильнее. При рубке удары молотком могут производиться с локтевым или плечевым замахом. Локтевой замах выполняется локтевым движением руки — сгибанием ее и последующим быстрым разгибанием. При локтевом замахе действуют пальцы руки (разжатие и сжатие), кисть (движение ее вверх, а затем вниз) и предплечье. Для получения сильного удара разгибающее движение руки должно происходить достаточно быстро. Плечевой замах — это полный замах всей рукой, в котором участвует плечо, предплечье и кисть.

Нормальным темпом при рубке в тисках с локтевым замахом считают 60 ударов в минуту, а при плечевом замахе — 40 ударов в минуту.

Сила удара молотка по зубилу зависит от веса молотка, величины размаха и скорости движения руки. Тяжелый молоток увеличивает силу удара по зубилу, но в то же время быстрее утомляет рабочего. Следовательно, выбор молотка определяется физической силой рабочего. Нормальным весом молотка считают: для подростков от 400 до 600 *г*, для взрослых от 600 до 800 *г*.

Надо пользоваться только острыми зубилами, так как при затуплении зубила приходится наносить очень сильные удары, что уменьшает их точность и снижает производительность труда. При рубке зубилом необходимо следить за тем, чтобы стружка могла свободно удаляться, иначе она может послужить причиной несчастного случая (травмы глаз, рук и т. п.).

## § 73. ПРАВКА МЕТАЛЛА

Правка представляет собой операцию по исправлению формы листового материала и заготовок, изготовляемых из него (устранение выпучин, волнистости, коробления, вмятин и других недостатков).

У заготовок, изогнутых в вертикальной и горизонтальной плоскостях (рис. 66, *а, б*), вогнутая сторона короче выпуклой, т. е. дуга $l$ короче дуги $l_1$. Чтобы выправить заготовку, нужно уровнять длину ее вогнутой и выпуклой сторон (т. е. должно быть $l=l_1$).

Ручную правку листового металла и заготовок производят на рихтовальных плитах или на наковальнях ударами молотка или кувалды. Кувалды обычно применяют при правке толстых листов в горячем состоянии.

Рихтовальная плита должна быть достаточно массивной и тяжелой, чтобы выдерживать без заметного сотрясения сильные удары, наносимые молотком. Для обеспечения устойчивости вес плиты должен быть не менее чем в 80—150 раз больше веса молотка. Плиты изготовляют из серого чугуна сплошными или с ребрами, квадратной или прямоугольной формы. Часто применяют плиты размером 1,5×1,5; 2×2 *м*.

Верхняя, рабочая поверхность плиты должна быть совершенно гладкой и чистой. Плиты устанавливают на деревянных устойчивых подставках.

Прежде чем приступить к ручной правке заготовок с выпучинами, нужно выявить покоробившиеся места и установить, где больше вытянут металл. Выпучины обводят мелом или простым графитовым карандашом. После этого заготовку кладут на плиту и, прижимая ее рукой, наносят удары молотком. При укладке заготовки на опорную поверхность плиты нужно всегда помнить, что правка может быть осуществлена только в том случае, если заготовка меньше опорной поверхности и если края заготовки при правке не свешиваются, а лежат на опорной поверхности плиты.

Для правки заготовку нужно располагать на плите выпуклым местом вверх. Нельзя наносить удары по выпуклому месту, так как в результате этого оно еще больше вытягивается. Правку заготовки обычно начинают с ближайшего к выпучине края, по которому наносят один ряд ударов молотком (рис. 66, *в*). После этого переходят ко второму краю и также наносят по нему один ряд ударов. Затем по первому краю наносят второй ряд ударов, после чего переходят опять ко второму краю, и так до тех пор, пока постепенно не приблизятся к выпучине. Под ударами молотка материал вокруг выпуклого места будет вытягиваться и постепенно выравниваться.

Удары молотком по заготовке должны быть частыми, но не сильными, особенно перед окончанием правки. Несколько уда-

ров по одному и тому же месту может привести к образованию нового выпуклого места.

Молоток нужно крепко держать в руке, иначе трудно добиться точных ударов и на заготовке может получиться вмятина. При правке удары молотком должны наноситься всей плоскостью бойка, без перекоса, так как боковыми ребрами можно легко сделать вмятину на заготовке или даже пробить ее насквозь.

Если на поверхности заготовки на небольшом расстоянии друг от друга имеется несколько выпучин, то ударами молотка у их краев соединяют эти выпучины в одну и правят ее ударами молотка вокруг границ, как было описано выше.

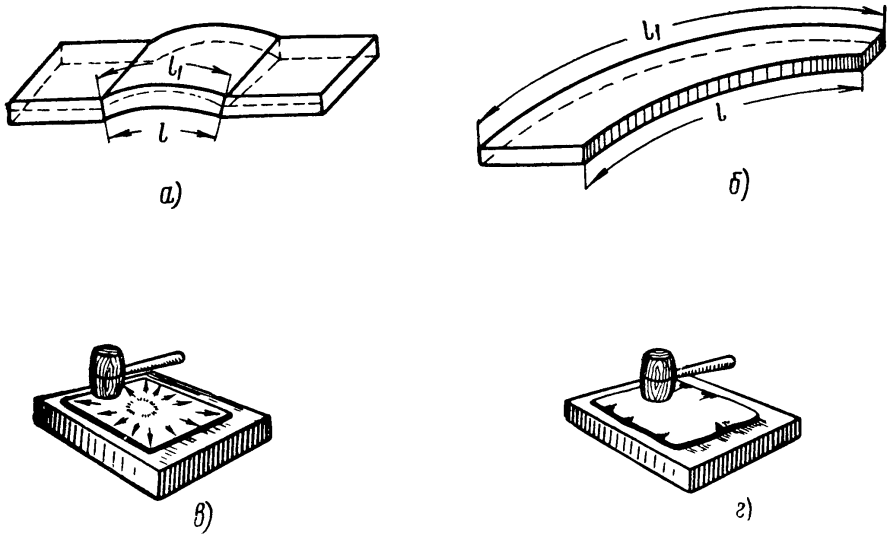



Рис. 66. Дефекты заготовок и приемы правки:
*а* — листовая заготовка, изогнутая в вертикальной плоскости (волна), *б* — листовая заготовка, изогнутая в горизонтальной плоскости (серповидность), *в* — правка заготовки с выпучиной, *г* — правка заготовки с волнистостью по краям

При правке заготовок, имеющих волнистость по краям (рис. 66, *г*), удары молотком надо наносить от середины заготовки к краю. При правке необходимо более сильные удары наносить в середине и уменьшать силу удара по мере приближения к краю. Нельзя наносить удары молотком по одному месту заготовки во избежание образования трещин и наклепа материала.

При правке заготовок из тонкого листового материала необходимо удары молотком наносить не сильно и очень осторожно, так как при неправильном ударе боковые грани молотка сравнительно легко пробивают листовую заготовку.

Сильно погнутые и толстые стальные листы или заготовки правят в горячем состоянии (нагревая их в горне до температуры светло-красного цвета каления). Удары кувалдой надо наносить лишь по нагретому месту. При остывании листа или

заготовки до 300° правку нужно немедленно прекратить. Температура 300° характеризуется синим цветом побежалости, или так называемой температурой «синего нагрева», при которой металл становится хрупким, что способствует появлению трещин. После правки листу или заготовке надо дать медленно остыть.

## § 74. РАЗРЕЗАНИЕ ЛИСТОВОГО МЕТАЛЛА

При разрезании листового металла производится разделение (расчленение) целого куска на две или несколько частей, причем отрезанные заготовки или куски сохраняют тот же про-

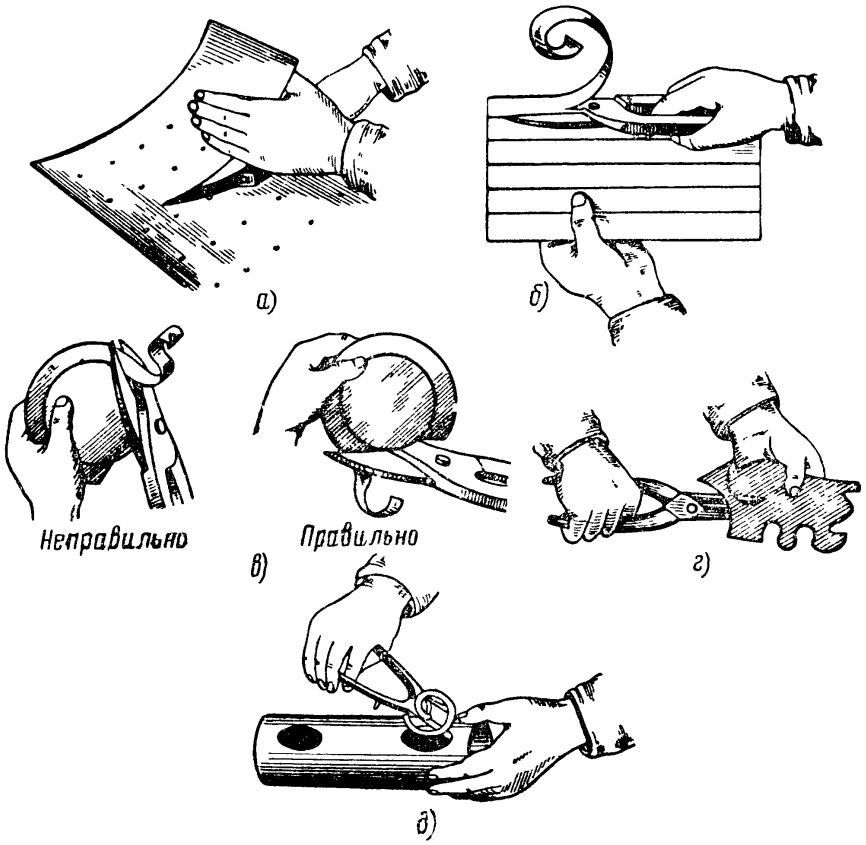



Рис. 67. Разрезание листового металла ручными ножницами:

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

филь и отличаются от основной части лишь размерами по длине или ширине. Разрезать листовой материал можно в любом направлении вдоль или поперек листа и наискось, а также вырезать отдельные заготовки любой формы.

Разрезание листового металла ручными ножницами (рис. 67, *а, б, в, г, д*) в большинстве случаев производится по заранее нанесенным на поверхности листового металла разметочным линиям.

Режущие лезвия при закрывании ножниц должны проходить одно около другого и резать в одной плоскости. При наличии зазора между лезвиями металл сминается, разрезается с большим трудом, на нем образуются заусенцы; при большом зазоре между лезвиями может получиться изгиб или затягивание листового металла.

При разрезании листового металла по криволинейному контуру, например при вырезке круга левыми ножницами, нужно резать в направлении хода часовой стрелки, располагая ножницы так, чтобы они не закрывали лезвием линии разметки (рис. 67, *в*).

Детали, имеющие криволинейные очертания, вырезают правыми ножницами против хода часовой стрелки.

При разрезании металла нужно раскрывать ножницы приблизительно на $^2/_3$ длины лезвий, чтобы они хорошо захватывали и разрезали металл без большого усилия. Сильно раскрытые лезвия не режут, а выталкивают материал.

Нужно следить за тем, чтобы плоскость резания была перпендикулярна к разрезаемому листу, так как перекос ножниц ведет к смятию металла по кромке разреза, заеданию и образованию заусенцев. При перемещении ножниц вперед нужно плотно прижимать их к концу прореза, в противном случае неизбежны заусенцы.

Вырезание отверстий в деталях производится ножницами с кривыми режущими лезвиями (рис. 67, *д*).

При разрезании листового металла на широкие полосы следует левой рукой отгибать отрезаемую полосу, не делая резких перегибов (рис. 67, *а*). Это облегчает продвижение ножниц и предохраняет правую руку от пореза.

## § 75. РАЗРЕЗАНИЕ ТРУБ И ПРОФИЛЬНОГО МЕТАЛЛА

При разрезании труб и профильного металла целый кусок разделяется на две или несколько частей, причем отрезанные заготовки или остающиеся куски сохраняют свой профиль и отличаются от основной части лишь размерами по длине. Линия разреза может быть расположена перпендикулярно к продольной оси или под углом к ней.

При разрезании ножовкой корпус работающего должен оставаться неподвижным. Руки надо располагать так, как показано на рис. 68, *а*. Если полотно натянуто слабо, то во время резания оно часто уводит в сторону, в результате чего прорезь получается косой.

Прежде чем приступить к разрезанию, нужно прочно зажать заготовку в тисках, избегая ее повреждения (рис. 68, *б*).

При разрезании тонкого листового и профильного материала применяют плоские деревянные бруски, между которыми зажимают заготовку (рис. 68, *в, г, д*).

У сильно закаленного полотна иногда выламываются зубья. В случае поломки зубьев нужно удалить застрявшие остатки их из прорези, чтобы они не мешали работе.

При разрезании профилей таврового сечения, круглых заготовок и труб нужно держать ножовку горизонтально (рис.

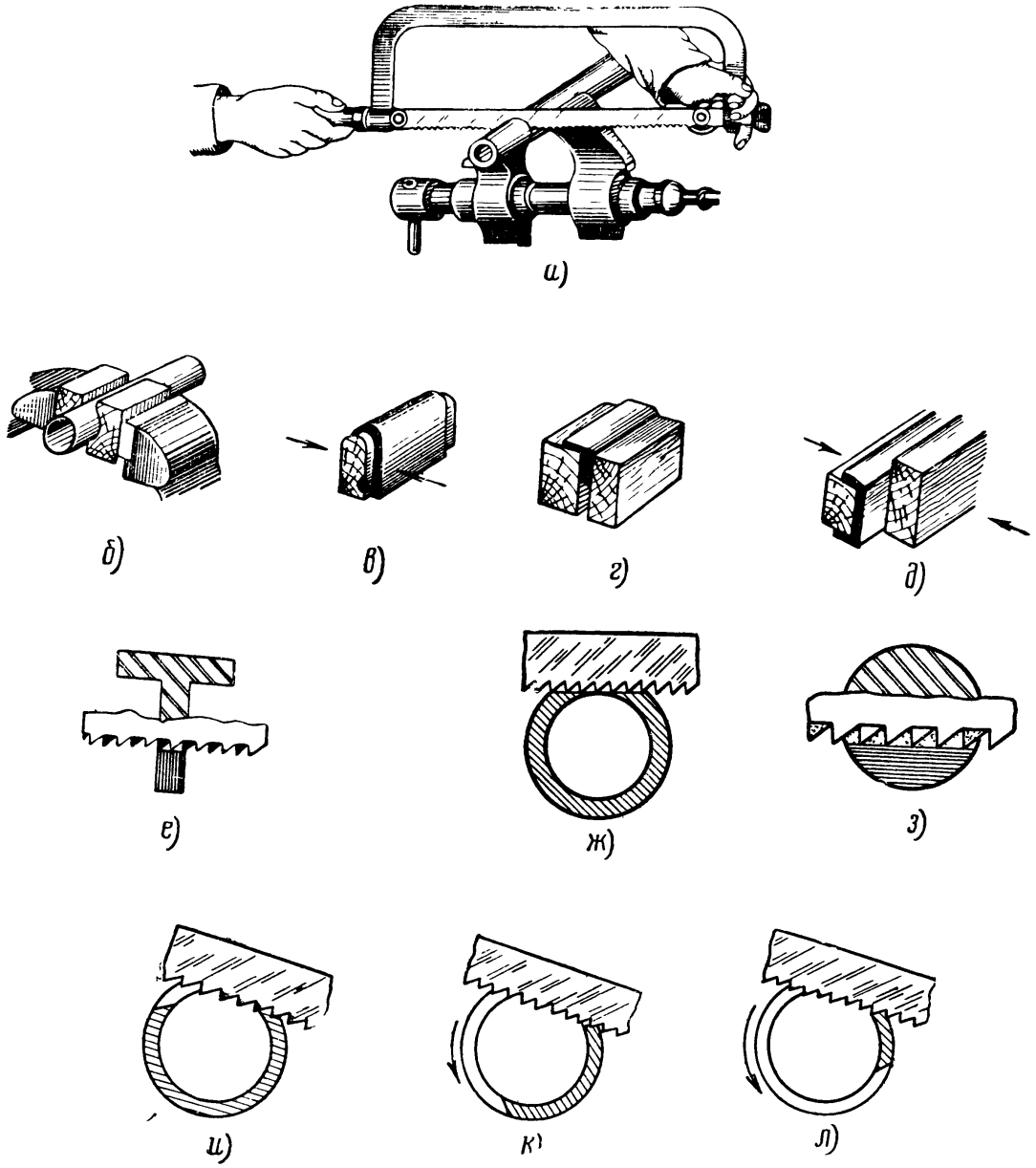



Рис. 68. Разрезание ножовкой:

*а* — положение рук, *б* — крепление трубы в тисках, *в, г, д* — крепление профильных заготовок с оправками, *е, ж, з, и, к, л* — положение ножовки при разрезании деталей различного сечения

68, *е, ж, з*). Когда зубья полотна при разрезании трубы войдут внутрь материала, нужно ножовку наклонить на себя (рис. 68, *и*). При дальнейшем прорезании трубу поворачивают на 45—90° от себя и продолжают разрезать (рис. 68, *к. л*). При таком способе разрезания обеспечивается плавная работа без рывков.

Чтобы предупредить быстрое срабатывание ножовочного полотна, нужно сначала разрезать детали из мягких металлов. Для разрезания более твердых металлов следует применять полотна лишь после того, как их зубья слегка притупятся.

## § 76. ОПИЛИВАНИЕ МЕТАЛЛА

Опиливанием называется операция, применяемая для снятия слоя металла с обрабатываемой детали с целью придания ей необходимой формы и размеров. Опиливание производится режущим инструментом — напильником. В зависимости от применения тех или иных напильников точность обработки деталей при опиливании колеблется от 0,5 до 0,01 *мм*.

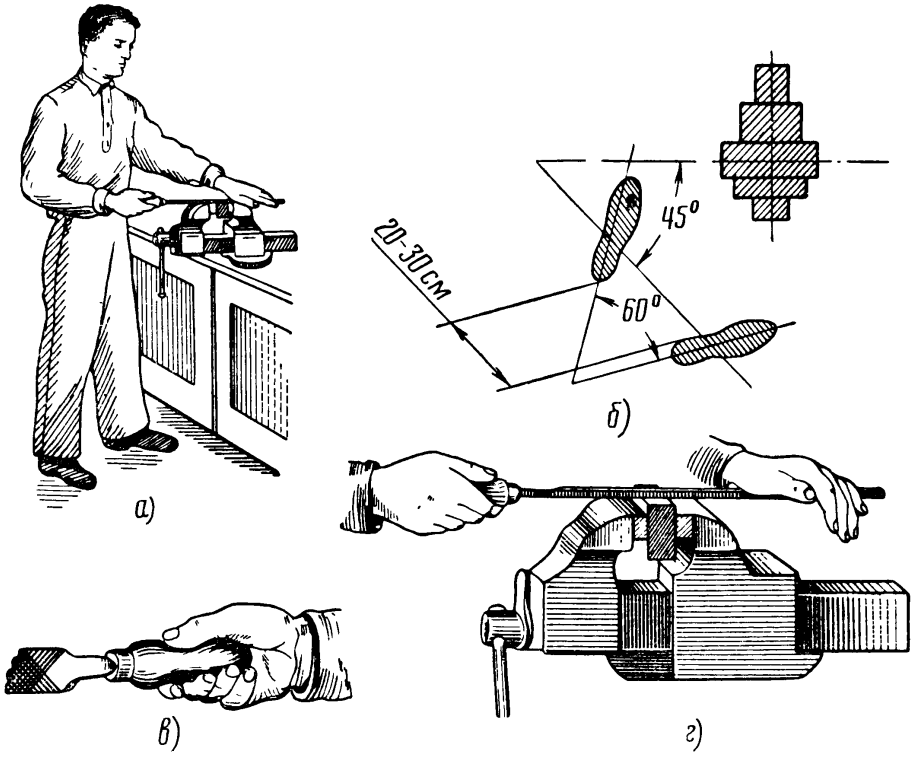



Рис. 69. Приемы опиливания:
*а* — положение работающего при опиливании детали, *б* — положение ног, *в* — хватка ручки напильника, *г* — положение рук при опиливании

Прежде чем приступить к опиливанию, надо проверить, правильно ли по высоте установлены тиски на верстаке. Затем выбирают напильник необходимой формы и размера сообразно с величиной и формой опиливаемой поверхности. Длину напильников обычно принимают на 150—200 *мм* больше толщины детали, зажатой в тисках.

При опиливании работающий становится перед тисками вполоборота к ним (слева или справа, смотря по надобности), т. е. повернувшись на 45° к оси тисков (рис. 69, *а*); левую ногу он выдвигает вперед, а правую отставляет назад так, чтобы

середина ее ступни находилась против пятки левой ноги, причем расстояние между пятками должно быть не более 200—300 *мм* (рис. 69, *б*). Такое положение ног обеспечивает наибольшую устойчивость корпуса при опиливании.

Напильник работающий берет в правую руку так, чтобы ладонь упиралась в головку ручки, большой палец находился сверху ручки, а остальные четыре пальца поддерживали ее снизу (рис. 69, *в*). При плотном охвате ручки напильника правой рукой создается большое число точек опоры для пальцев. Затем напильник кладется на деталь и ладонь левой руки опускается на напильник на расстоянии 20—30 *мм* от его конца (рис. 69, *г*). Такое положение обеих рук помогает сохранить правильное положение напильника и облегчает регулирование давления при его передвижении по обрабатываемой поверхности. Правая рука получает надежный упор для сильного нажима на напильник при его движении вперед и меньше утомляется.

Напильник плавно перемещается по обрабатываемой поверхности обеими руками (нажим на него производится при движении вперед, а назад он возвращается без нажима).

Для точности опиливания плоскости не следует продвигать напильник до конца насечки, чтобы она не заходила за край обрабатываемой поверхности при движении напильника вперед; при обратном ходе левая рука не должна заходить за середину поверхности опиливаемой плоскости. Этим обеспечивается обработка поверхности без завала. При несоблюдении равновесия напильника обрабатываемые поверхности перекашиваются.

При опиливании напильником мягкой стали стружки, забивающиеся между зубьями напильника, царапают обрабатываемую поверхность. Чтобы избежать этого, напильник надо почаще прочищать щеткой или натирать мелом.

Во время опиливания обрабатываемую поверхность детали проверяют стальной линейкой, которую ставят ребром на обрабатываемое место в разных направлениях и смотрят против света. Если поверхность детали ровная, то линейка во всех местах будет к ней прилегать и просвет будет равномерным. При неправильном опиливании появится выпуклость или в низких местах будут более широкие просветы.

Мельчайшие стружки металла, срезаемые зубцами напильника, застревают в углублениях, вследствие чего напильник начинает скользить по поверхности и перестает снимать стружку. Чтобы восстановить его работоспособность, надо удалить все застрявшие частицы металла, т. е. прочистить бороздки. Напильник чистят пластинкой с отогнутым концом, изготовленной из меди или латуни. Отогнутым концом пластины проводят вдоль углублений напильника и удаляют набившиеся в них опилки. Напильник чистят также специальной стальной щеткой — вдоль насечки (если чистить поперек, можно испортить щетку).

Во время работы нельзя класть напильник на замасленное место верстака или браться за насеченную часть грязными, замасленными руками. От этого напильник быстро засаливается и перестает правильно работать. Засаленные напильники чистят куском твердого древесного угля, которым трут поперек напильника до полного удаления следов масла, а затем — проволочной щеткой.

## § 77. СВЕРЛЕНИЕ, РАЗВЕРТЫВАНИЕ И ЗЕНКОВАНИЕ ОТВЕРСТИЙ

**Сверление.** Сверлением называется операция, применяемая для получения в деталях отверстий необходимых размеров. Сверление отверстий производят сверлами на сверлильных станках с помощью ручных дрелей или электрических и пневматических сверлильных машинок. Сверлу сообщают вращательное

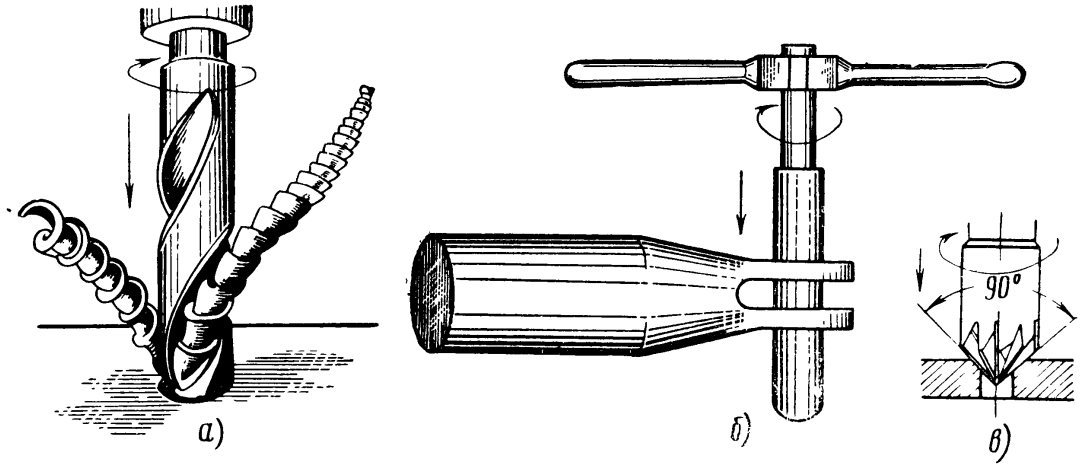



Рис. 70. Направление вращения и подачи:
*а* — при сверлении, *б* — при развертывании, *в* — при зенковании

(вокруг сверла) и поступательное (вдоль оси сверла) движение (рис. 70, *а*), в результате чего и совершается операция сверления.

Вращательное движение сверла называется главным (рабочим) движением, или движением резания. Поступательное движение вдоль оси сверла называется движением подачи.

При сверлении отверстий применяют спиральные и перовые сверла. Для нормальной работы спирального сверла с обыкновенной заточкой необходимо, чтобы угол при вершине был равен 118°. Если этот угол больше 118°, то сверло менее устойчиво, легко смещается и разбивает отверстие, может сломаться. Если угол при вершине меньше 118°, то и в этом случае возможны поломки сверла.

У правильно заточенного сверла обе режущие кромки должны быть заточены строго под одним углом к оси сверла, они должны быть совершенно одинаковой длины, в противном

случае отверстие получится неправильной формы. Кроме того, односторонне заточенное сверло быстрее тупится, так как работает одной стороной.

В условиях колхозной кузницы сверление отверстий может быть произведено при помощи ручной дрели или электрической сверлильной машинки. На рис. 71 изображена электрическая сверлильная машинка, предназначенная для сверления отверстий диаметром до 23 *мм*. Она состоит из литого алюминиевого корпуса *8*, внутри которого расположен электрический двигатель коллекторного типа (однофазный), состоящий из якоря *1* и статора *7*. В нижней части корпуса укреплен шпиндель *10*, вращение которому передается от электродвигателя через шестерню *9* редуктора. Включают и выключают машинку выключателем *2*. Подключают машинку к сети посредством провода *6*, заканчивающегося вилкой *5* и третьим проводом *4* для заземления. Через винтовой упор *3* работающий передает усилие на сверло.

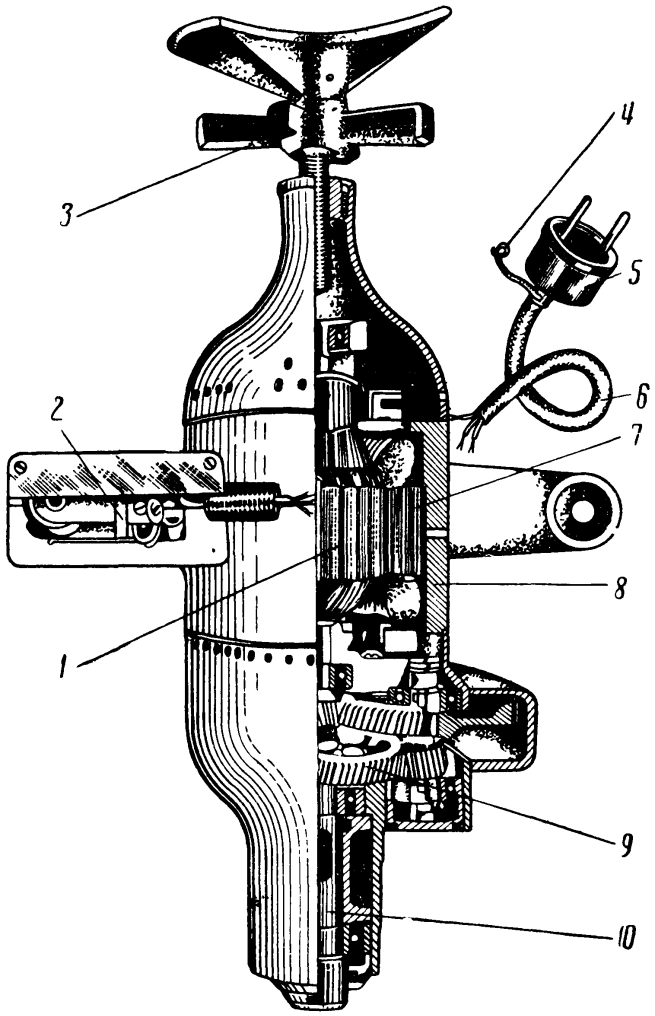



Рис. 71. Электрическая сверлильная машинка

Прежде чем приступить к сверлению отверстий электрической сверлильной машинкой, надо проверить, заземлена ли она. При сверлении надо крепко держать машинку, иначе она будет вибрировать и получится отверстие неправильной формы. При горизонтальном сверлении электрической сверлильной машинкой надо стать так, чтобы корпус был наклонен вперед, а правая нога расположена на полшага назад и немного вправо; смотреть надо по направлению сверла. При сверлении глубоких отверстий нужно чаще вынимать сверло, чтобы удалять стружку. Заметив неисправность в работе электрической сверлильной машинки (искрение, запах гари и т. п.), надо немедленно прекратить работу.

**Развертывание.** Развертыванием называется операция, при-

меняемая для окончательной обработки ранее просверленного отверстия с целью получения отверстия с точным диаметром и гладкими стенками. Развертывание отверстий производится с помощью разверток и воротков. Развертку осторожно вводят приемной (заборной) частью в отверстие и вращением воротка по направлению часовой стрелки сообщают ей подачу вдоль оси (рис. 70, *б*).

**Зенкование.** Зенкованием называется операция, применяемая для образования отверстий под головки винтов, болтов и заклепок. Зенкование производится с помощью зенковок. Зенковки обычной конструкции состоят из хвостовика и рабочей части. Хвостовик закрепляется в патроне сверлильной машинки, рабочей же частью (рис. 70, *в*) производят обработку отверстия.

При сверлении, развертывании и зенковании применяют различные охлаждающие жидкости, подбирая их таким образом, чтобы они одновременно могли служить в качестве смазки и предохраняли металл от ржавления. Для охлаждения сверл, разверток и зенковок обычно применяют двухпроцентный раствор каустической соды.

Очень часто при сверлении углеродистых конструкционных сталей и ковкого чугуна применяют эмульсию.

Эмульсия представляет собой смесь воды с маслом. Обычно эмульсии содержат от 5 до 10% масла.

## § 78. НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ

Резьба в деталях резьбовых соединений бывает двух видов: наружная и внутренняя. В машиностроении применяют разнообразные по форме и размерам резьбы: треугольные, прямоугольные, трапецеидальные. Резьба бывает правая и левая, однозаходная и многозаходная.

Наибольшее применение в машиностроении получили метрическая и дюймовая резьбы. У метрической резьбы угол при вершине равен 60°, а у дюймовой — 55°.

Основными элементами резьбы являются наружный, внутренний, средний диаметры, шаг, профиль нарезки. Для нарезания резьбы применяют метчики, плашки, воротки и клуппы.

При нарезании резьбы в отверстии важное значение имеет точность диаметра просверленного отверстия. Диаметр отверстия под нарезку резьбы практически берут меньше диаметра резьбы на величину 1,5 $S$ или

$$d = d_0 - 1{,}5\ S,$$

где $d_0$ — диаметр резьбы;

$d$ — диаметр отверстия под резьбу;

$S$ — шаг резьбы.

Диаметр сверла для сверления отверстий под резьбу можно также выбирать по таблицам (см. приложения 12 и 13).

Нарезание внутренней резьбы (в гайках) метчиком производится следующим образом. В просверленное отверстие вставляют первый черновой метчик, который с небольшим нажимом вращают при помощи воротка (рис. 72, *а*). После того как метчик начнет нарезать резьбу, нужно только вращать его. Для раздробления срезанной метчиком стружки, накопившейся в канавках метчика, рекомендуется после двух-трех оборотов метчика делать пол-оборота в обратную сторону. При глубокой глухой нарезке полезно вынимать метчик из отверстия для удаления стружки. Для углубления нарезки надо пройти резьбу вторым получистовым метчиком. Окончательное выравнивание резьбы производится третьим чистовым метчиком.

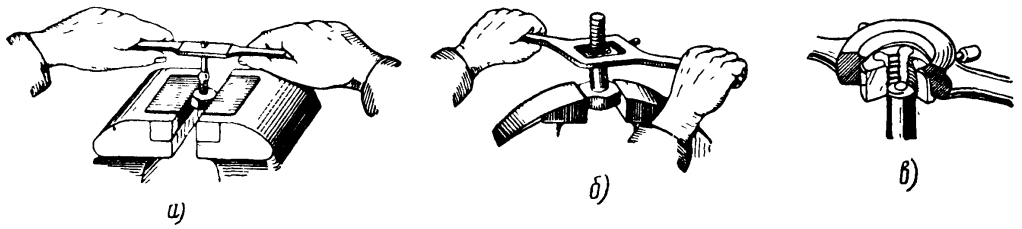



Рис. 72. Приемы нарезания резьбы:
*а* — нарезание внутренней резьбы (в гайках), *б* и *в* — нарезание наружной резьбы (на болтах)

Чтобы получить чистую и полную резьбу и не испортить метчик, нужно применять при ее нарезании охлаждающие и смазывающие жидкости; для стали — минеральное масло, для алюминиевых сплавов — керосин, для чугуна — сало и керосин.

Нарезание наружной резьбы на болтах плашками производится следующим образом. Стержень закрепляют в слесарных тисках (рис. 72, *б* и *в*), верхнюю часть его несколько закругляют напильником и смазывают маслом. Плашку надевают на самый конец стержня, сжимая ее так, чтобы она вошла своими зубьями в стержень на 0,2—0,5 *мм* (в зависимости от диаметра нарезаемой детали). Вращать клупп с плашкой необходимо так же, как и вороток с метчиком, делая после каждого оборота пол-оборота в обратную сторону для раздробления стружек.

## § 79. ХОЛОДНАЯ КЛЕПКА

Холодная клепка служит для образования неразъемных соединений и осуществляется с помощью заклепок диаметром до 10 *мм*.

Заклепка (рис. 73, *а, б*) представляет собой цилиндрический стержень *1* с головкой *2*, которая носит название закладной; другая головка *3*, образуемая из части стержня в процессе клепки, называется замыкающей. Закладные и замыкающие головки заклепки имеют разнообразную форму, которая зависит от требований, предъявляемых к заклепочному соединению.

Заклепки различают по форме их головок (полукруглые, плоские, потайные, плоскоконические, конические и т. д.) и в зависимости от металла, из которого они изготовлены (алюминиевые, стальные, медные и т. д.).

При выборе заклепок нужно руководствоваться тем, чтобы длина стержня была достаточной для заполнения отверстия и образования замыкающей головки заклепки. При излишней длине стержня заклепки приходится сильно осаживать головку и наносить по ней лишние удары, что ухудшает структуру металла головки. При недостаточной длине стержня заклепки не выдерживаются нужные размеры головок, что уменьшает прочность заклепочного шва.

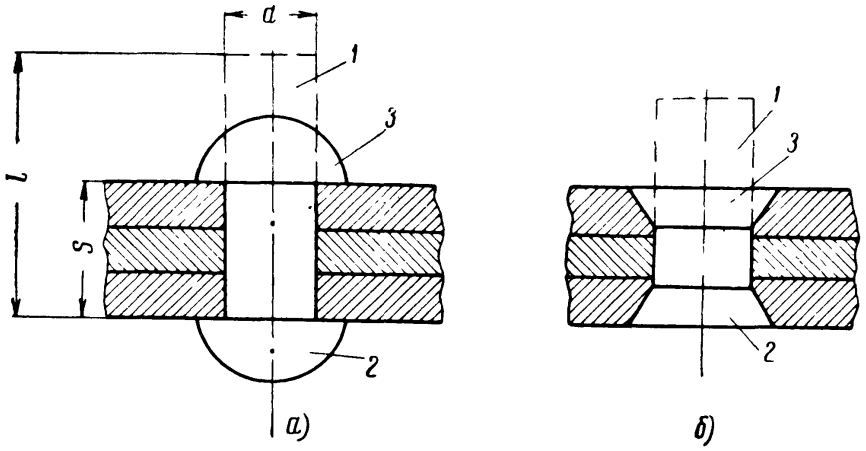



Рис. 73. Заклепки:
*а* — с полукруглой головкой, *б* — с потайной головкой

Подсчет необходимой длины стержня заклепки (рис. 73, *а*) обычно производится по формуле

$$L = S + 1{,}5\ d,$$

где $L$ — длина заклепки в *мм*;

$S$ — общая толщина склепываемых деталей в *мм*;

$d$ — диаметр стержня заклепки в *мм*.

Например, если нужно склепать три детали толщиной по 2 *мм* заклепкой диаметром 4 *мм*, то длина стержня заклепки составит:

$$L = S + 1{,}5d = (2 + 2 + 2) + 1{,}5 \cdot 4 = 12\ мм.$$

Ручная клепка выполняется с применением опорных инструментов — поддержек и ударных инструментов — молотка, обжимки и натяжки.

Молоток по весу выбирают соответственно диаметру заклепки.

| Диаметр заклепки в *мм* | 2 | 3 | 4 | 5 | 6—8 | 8—10 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Вес молотка в *г* | 100—150 | 200—300 | 350—400 | 400—450 | 450—500 | 500—600. |

По способу выполнения клепка разделяется на прямую и обратную.

Прямой метод клепки (клепку по этому методу иногда называют открытой) характеризуется тем, что удары клепальным инструментом наносят по концу стержня заклепки, выступающему над поверхностью склепываемых деталей, до полного образования замыкающей головки; закладная же головка заклепки покоится в поддержке (рис. 74).

Прямая клепка производится в следующей последовательности: 1) сверлят отверстие; 2) вставляют заклепку в просверленное отверстие; 3) сжимают склепываемые детали; 4) осаживают стержень заклепки; 5) образуют замыкающую головку.

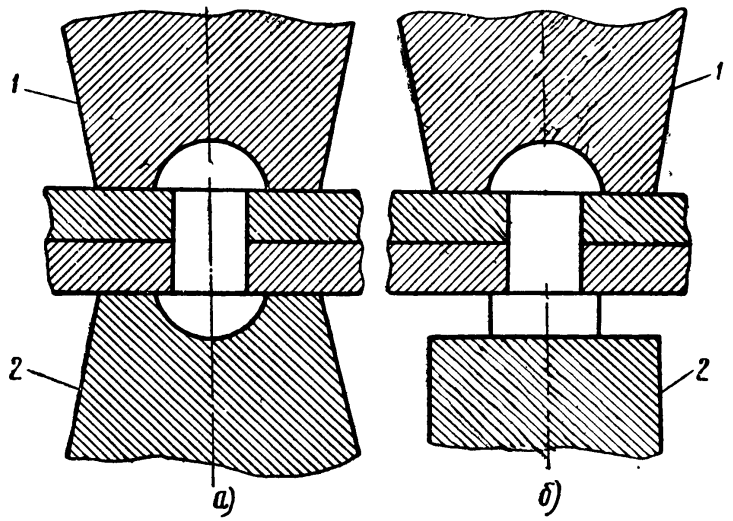



Рис. 74. Схема клепки:
*а* — по прямому методу, *б* — по обратному методу:
*1* — обжимка, *2* — поддержка

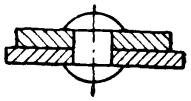
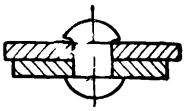
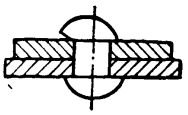
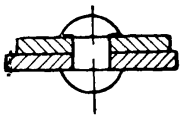
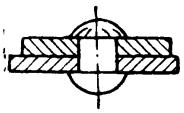
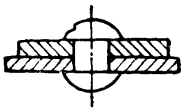
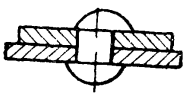
Обратный метод клепки (клепку по этому методу иногда называют внутренней) характеризуется тем, что удары клепальным инструментом наносят по закладной головке, а замыкающая головка образуется при соприкосновении стержня заклепки с поддержкой, имеющей гладкую поверхность (рис. 74, *б*). Замыкающая головка, образуемая при этом, обычно получается бочкообразной формы.

Обратная клепка выполняется в следующей последовательности: 1) сверлят отверстие; 2) вставляют заклепку в просверленное отверстие; 3) образуют замыкающую головку. Замыкающую головку не надо сильно расплющивать; ее нормальная высота должна быть равна 0,5 диаметра стержня.

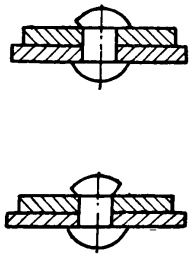
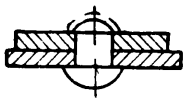
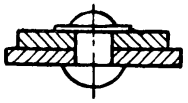
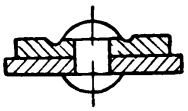
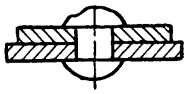
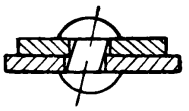
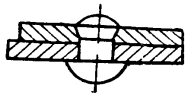
При клепке брак может быть вызван разными причинами (табл. 32). Брак может быть двух видов: исправимый и неисправимый. Для устранения исправимого брака клепки необходимо заменить недоброкачественные заклепки. При неисправимом браке клепки требуется заменить не только заклепки, но и склепываемые детали.

Таблица 32

**Брак при клепке**

| Вид брака | Эскиз | Причина брака |
|---|---|---|
| Дрожание или перемещение головки под ударами молотка |  | 1. Неудовлетворительная клепка.<br>2. Недостаточное закрепление заготовок под клепку |
| Неплотное поджатие головки к склепываемым деталям по всему контуру головки |  | 1. Наличие прилива в месте сопряжения головки со стержнем.<br>2. Неплотное прижатие поддержкой закладной головки |
| Неплотное поджатие головки к склепываемым деталям по части контура головки |  | Косое расположение поддержки |
| Подчеканка головки |  | Стремление скрыть недостатки клепки |
| Трещина на головке |  | Неудовлетворительное качество металла заклепки |
| Зарубание головки |  | Неудовлетворительная клепка |
| Смещение оси головки |  | Неудовлетворительная клепка |

Продолжение табл. 32

| Вид брака | Эскиз | Причина брака |
|---|---|---|
| Неоформленность головки по всему контуру заклепки |  | 1. Недостаточная длина стержня.<br>2. Неправильное сжатие |
| Маломерная головка |  | Маломерная обжимка |
| Венчик около заклепочной головки |  | Излишняя длина стержня заклепки |
| Зарубка металла обжимкой |  | Неудовлетворительная клепка |
| Неровная поверхность заклепочной головки |  | 1. Неудовлетворительное качество металла заклепки<br>2. Пережог при нагреве |
| Косая заклепка |  | Неправильно рассверленное отверстие |
| Неполное заполнение потайной головки |  | 1. Неправильная раззенковка.<br>2. Недостаточная длина стержня |
| Избыток по высоте потайной головки |  | Чрезмерная длина стержня |

Клепку можно производить пневматическими молотками, для чего требуется сжатый воздух. Клепка пневматическими молотками имеет ряд преимуществ перед ручной; она более производительна и обеспечивает высокое качество заклепочных швов.

## § 80. ШАБРЕНИЕ МЕТАЛЛА

Шабрением называется операция, применяемая в тех случаях, когда нужно снять (соскоблить) с поверхности детали тонкий слой металла с целью получения гладкой поверхности, обеспечения плотного прилегания сопрягаемых поверхностей и герметичности (непроницаемости) соединяемых деталей. Шабрение производится особым инструментом — шабером. За один ход шабер может снять слой металла толщиной до 0,01 *мм*. Точность шабрения определяют по числу точек соприкосновения сопрягаемых поверхностей на одной квадратной единице площади (25×25 *мм*). Прилегание сопрягаемых поверхностей считается плотным, если количество точек соприкосновения на участке 25×25 *мм* будет не менее трех, а для герметичных соединений — не менее пяти.

Шаберы изготовляют разной формы. Для грубого шабрения обычно применяют шаберы с лезвием шириной 25—30 *мм*, а для более точного — шаберы с лезвием шириной 15—20 *мм*. Наиболее узкие шаберы с шириной лезвия от 5 до 12 *мм* служат для наиболее точного шабрения. Углы лезвия шабера всегда несколько закругляют, чтобы они не царапали обрабатываемую поверхность.

Торцовую поверхность режущих лезвий в плоских шаберах обычно делают перпендикулярной оси шабера. Таким образом, угол заострения составляет 90°. При грубом шабрении стали рабочую плоскость шабера часто делают наклонной, вследствие чего угол заострения на одной стороне составляет 75—80°, а на другой 105—110°. В гранях трехгранных шаберов часто выбирают углубления, так что у режущих лезвий остаются фаски шириной 1—2 *мм*. Углы заострения трехгранных шаберов делают равными 60°.

Заточка шабера производится на наждачном точиле с охлаждением фаски рабочего конца плоскости. После заточки шабер правят на оселке — сначала фаску, потом рабочее ребро. При правке рабочего ребра на оселке шабер держат вертикально и, двигая по оселку, делают колебательное движение, наклоняя его попеременно то вперед, то назад. При движении вперед надо нажимать на шабер; движение назад — свободное, без нажима. При таком способе правки получается более гладкое и ровное ребро с небольшой выпуклостью в середине. Правку шаберов рекомендуется также выполнять на чугунных плитках, которые покрывают машинным маслом и 60-минутным наждачным порошком.

Прежде чем приступить к шабрению, необходимо в первую очередь отметить на поверхности детали выступающие места.

Для проверки поверхности детали применяют поверочные плиты и линейки. Чтобы обнаружить неровности, на поверочные плиты и линейки или на детали наносят тонкий слой краски. Лучшими красками являются железный сурик, берлинская лазурь и голландская сажа. Перед употреблением краску растирают в мельчайший порошок и разводят на машинном масле. Краска не должна быть чересчур жидкой, и в ней не должно оставаться сухих крупинок. На поверхность поверочной плиты или линейки краску наносят тампоном (тряпка, сложенная вдвое, свернутая в трубку и перевязанная бечевкой), после чего ее равномерно растирают тонким слоем. Затем деталь осторожно накладывают проверяемой плоскостью на поверочную плиту и передвигают по поверхности плиты круговыми движениями. Можно на деталь накладывать поверочную плиту и передвигать последнюю по поверхности детали круговыми движениями. После этого на поверхности детали выделяются окрашенные места в виде отдельных возвышений, которые надо удалить в процессе шабрения.

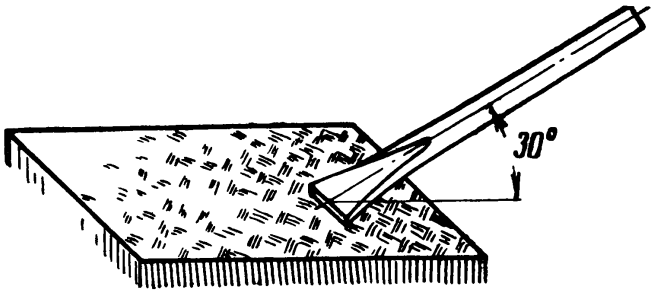


Рис. 75. Наклон шабера при шабрении плоской поверхности

При шабрении шабер располагают под углом 30° к обрабатываемой поверхности детали (рис. 75). Шабер снимает стружку только при движении вперед. Правой рукой управляют движением шабера, а левой рукой слегка прижимают его к детали. При шабрении нужно каждый раз изменять направление штрихов так, чтобы они пересекались между собой. Это обеспечивает большую точность шабрения.

После соскабливания всех мест с краской сметают стружки волосяной щеткой и протирают плоскость сухой чистой тряпкой. Затем вновь накладывают плиту или линейку, находят новые выступающие места и снова снимают их. Процесс шабрения продолжается до тех пор, пока при проверке вся обрабатываемая поверхность не будет покрыта мелкими пятнами краски более или менее равномерно, без больших промежутков.

При шабрении не следует трогать руками те места поверхности, которые шабрят, чтобы не замасливать их.

Шабрение чугунных деталей производят всухую, медных и стальных — шабером, слегка смоченным густой мыльной водой. При шабрении более мягких металлов шабер рекомендуется смачивать в скипидаре или в воде.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие инструменты применяют при выполнении слесарных работ?
2. Какие существуют способы разметки? В каких случаях применяется разметка по чертежу?
3. Для выполнения каких работ предназначены стуловые и параллельные тиски?
4. Как надо держать зубило при рубке?
5. Как производится ручная правка заготовок с выпучинами и заготовок с волнистостью по краям?
6. Как производится разрезание листового металла ручными ножницами?
7. Как производится разрезание профильного металла ручной ножовкой?
8. Перечислите основные правила пользования напильником и ухода за ним.
9. Что называется сверлением и как оно выполняется?
10. Что называется развертыванием и какие инструменты применяются при развертывании?
11. Какие резьбы применяются в машиностроении?
12. Чем отличается метрическая резьба от дюймовой?
13. Как определяется диаметр отверстия под нарезку резьбы?
14. Из каких частей состоит заклепка?
15. Как определяется длина стержня заклепки с полукруглой головкой?
16. Какие меры необходимо принимать, чтобы избежать брака при клепке?
17. Как определяется точность шабрения?

Глава IX

# МЕДНИЦКО-ЖЕСТЯНИЦКИЕ РАБОТЫ

## § 81. РАБОЧИЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ МЕДНИЦКО-ЖЕСТЯНИЦКИХ РАБОТ

Инструменты, которыми пользуются при выполнении медницко-жестяницких работ (табл. 33), разделяются на ударные (молотки, обжимки, натяжки), опорные (стойки, наковальни, амбусы), гибочные (гофрилки, круглогубцы), режущие (ножницы, кусачки, сверла, напильники), зажимные (тиски ручные, плоскогубцы, лудильные клещи), инструменты для паяльных работ (паяльная лампа, паяльники).

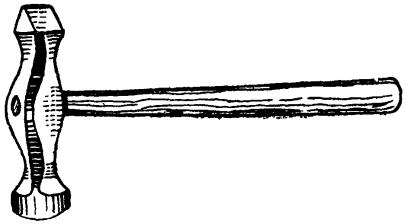
**Ударные инструменты.** Молотки деревянные применяют при выполнении различных операций. Простые деревянные молотки предназначены для правки листов и вырезанных из них заготовок, гибки кромок, гибки в оправках и подгоночных работ, а фасонные — для выколотки, наводки, разводки и посадки гофров. Рабочие бойки молотков не должны иметь забоин, вмятин, сбитых кромок и трещин. Корпус молотка у рабочих бойков обтягивают и проклеивают узкой полосой полотняной ткани, что предохраняет молоток от растрескивания. Рабочие бойки молотков надо чаще опиливать напильником, это способствует получению деталей с более чистыми поверхностями и повышает срок службы молотков.

Молотки слесарные с круглым и квадратным бойками применяют при рубке, правке, клепке, гибке труб и при подгоночных работах.

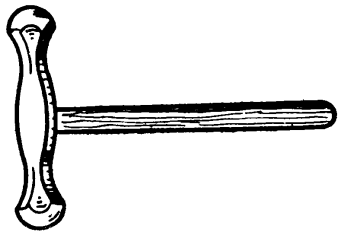
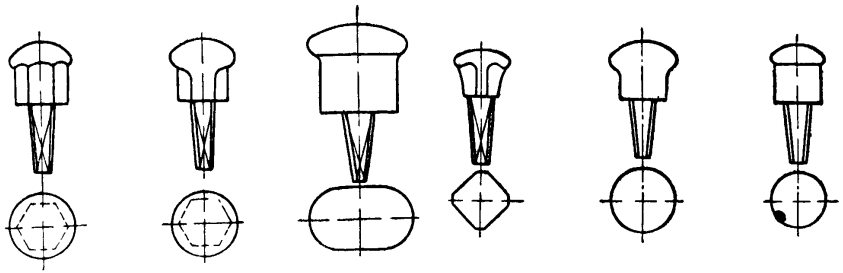
Молотки медницкие стальные разных конструкций используют при выполнении различных операций: правке, отбортовке и подгоночных работах. При правке и проковке деталей применяют молотки-гладильники, а при посадке гофра, отбортовке и разводке деталей — молотки-наводильники. Рабочие бойки молотков закаливают и отпускают так, чтобы по направлению к отверстию для ручки твердость их

Таблица 33

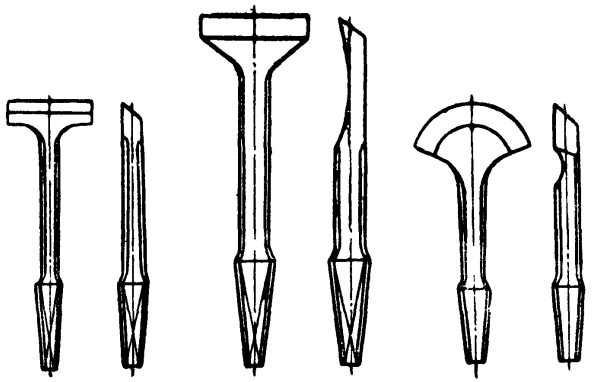
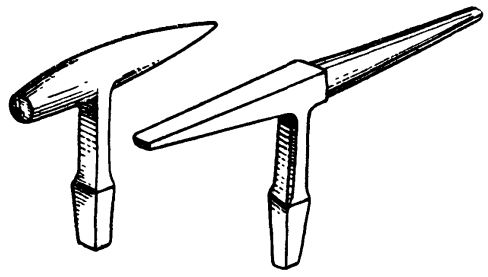
## Инструменты для медницко-жестяницких работ

| Название инструмента | Эскиз инструмента | Материал, применяемый для изготовления инструмента |
|---|---|---|
| Молоток деревянный простой |  | Бук, клен, дуб, кизил, рябина и другие твердые породы дерева |
| Молоток деревянный фасонный |  | |
| Молоток стальной медницкий |  | Рабочая часть сделана из углеродистой инструментальной стали марки У7; ручки — из твердых пород дерева: клена, кизила, рябины и т. д. |
| Молоток медницкий наводильник |  | |

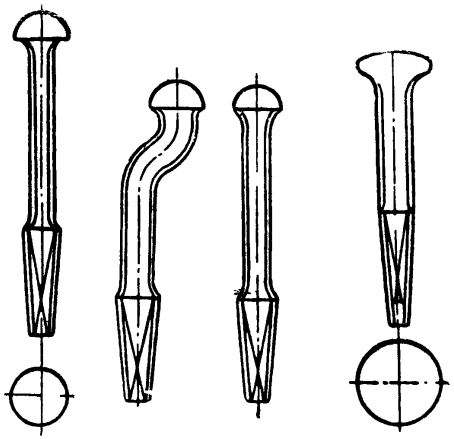
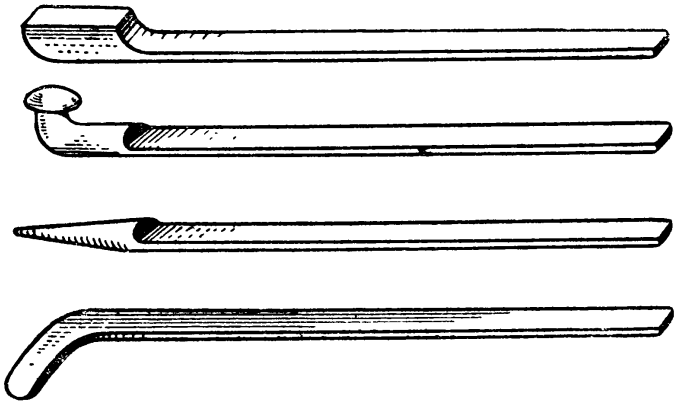
Продолжение табл. 33

| Название инструмента | Эскиз инструмента | Материал, применяемый для изготовления инструмента |
|---|---|---|
| Молоток медницкий гладильник |  | Рабочая часть сделана из углеродистой инструментальной стали марки У7; ручки — из твердых пород дерева: клена, кизила, рябины и т. д. |
| Молоток медницкий двусторонний (шариковый) |  | |
| Наковальни (амбусы) |  | Цельные инструменты изготовлены из углеродистой инструментальной стали марки У7; сварные: рабочая часть из углеродистой инструментальной стали марки У7; хвостовая часть — из машиноподелочной стали |

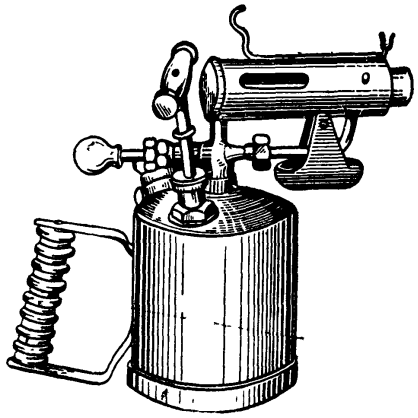
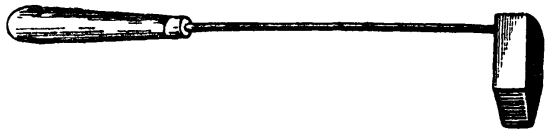
Продолжение табл. 33

| Название инструмента | Эскиз инструмента | Материал, применяемый для изготовления инструмента |
|---|---|---|
| Скребки |  | Цельные инструменты изготовлены из углеродистой инструментальной стали марки У7; сварные: рабочая часть из углеродистой инструментальной стали марки У7; хвостовая часть — из машиностроительной стали |
| Шпераки |  | |

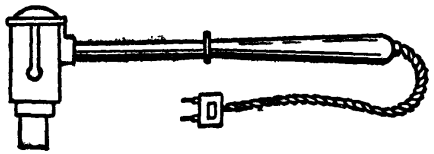
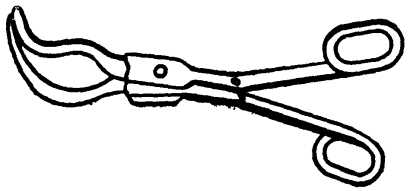
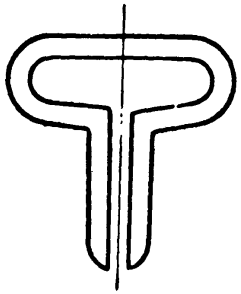
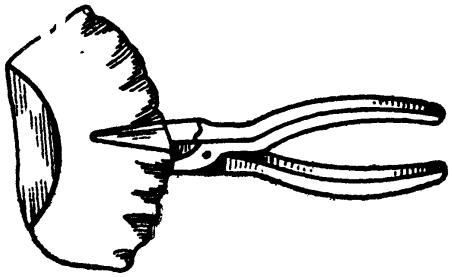
Продолжение табл. 33

| Название инструмента | Эскиз инструмента | Материал, применяемый для изготовления инструмента |
|---|---|---|
| Стойки |  | Цельные инструменты изготовлены из углеродистой инструментальной стали марки У7; сварные: рабочая часть из углеродистой инструментальной стали марки У7; хвостовая часть — из машиностроительной стали |
| Оправки (шплименты) |  | Углеродистая конструкционная сталь марки 45 и 50 |

Продолжение табл. 33

| Название инструмента | Эскиз инструмента | Материал, применяемый для изготовления инструмента |
|---|---|---|
| Паяльная лампа |  | Корпус, трубка горелки сделаны из меди или латуни, кожух — из малоуглеродистой стали |
| Паяльник угловой простой |  | Рабочая часть выполнена из красной меди; стержень у простых паяльников сделан из малоуглеродистой стали |
| Паяльник прямой простой |  | |

Продолжение табл. 33

| Название инструмента | Эскиз инструмента | Материал, применяемый для изготовления инструмента |
|---|---|---|
| Паяльник электрический |  | Углеродистая инструментальная сталь марки У7 |
| Паяльные клещи |  | |
| Ручные гофрилки |  | |
| Круглогубцы |  | |

уменьшалась. Бойки должны быть отполированы, а боковые поверхности зачищены.

**Опорные инструменты.** Наковальни (прямоугольные, овальные и выпуклые) применяют при правке, гибке, выколотке и отбортовке; скребки — при гибке, подсечке кромок, закатке проволоки и клепке; шпераки — при правке конусов, развальцовке труб, гибке кромок, клепке швов в замок у конусных изделий; стойки — при правке шарообразных деталей, днищ, бортиков.

Рабочие поверхности наковален, скребков, шпераков и стоек должны быть тщательно отполированы. Для работы эти инструменты закрепляют в тисках или специальных стойках-подставках.

При правке, разводке и подгоночных работах пользуются оправками (шплиментами). Они могут быть зажаты в слесарные тиски или прочно закреплены на верстаке.

**Инструменты для паяльных работ.** Паяльная лампа служит для нагрева запаиваемых деталей и расплавления припоев при выполнении паяльных работ.

Простые и электрические паяльники применяют при паянии разными припоями.

**Гибочные инструменты.** Ручные гофрилки используют для гофрирования металла перед его посадкой. Рабочие поверхности гофрилок должны быть закалены и отполированы.

Круглогубцы служат для гофрирования металла перед его посадкой. Губки круглогубцев должны быть закалены и отполированы.

## § 82. МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ПАЯНИИ

Паянием называется способ соединения частей металлических изделий при помощи расплавленных металлов или сплавов, называемых припоями.

Паяние широко применяется во многих отраслях промышленности и в сельском хозяйстве. Паянию подвергаются ответственные части тракторов и автомобилей (радиаторы, различного рода трубопроводы, шланги и т. п.).

Паяние металлов производят мягкими и твердыми припоями. К группе мягких припоев относятся оловянно-свинцовые, висмутовые и кадмиевые, а к группе твердых — медно-цинковые и серебряные.

Чтобы получить при паянии прочные и плотные швы, спаиваемые места необходимо хорошо очистить. Кроме того, в процессе паяния нужно устранить ряд препятствий, мешающих прочному соединению спаиваемых металлов. Металлы на воздухе, соединяясь с кислородом, окисляются. Этот слой окиси в виде пленки нужно перед паянием удалить.

Чтобы удалить пленку окиси и предохранить металлы от

окисления в процессе паяния, применяют специальные химические вещества, называемые флюсами. Наиболее распространенные флюсы — соляная кислота, хлористый цинк, хлористый цинк-аммоний, бура, канифоль и некоторые другие.

**Оловянно-свинцовые припои.** В состав оловянно-свинцовых припоев входят олово и свинец, взятые в различных соотношениях. В зависимости от содержания в припоях свинца и олова они имеют разные свойства. Кроме того, оловянно-свинцовые припои содержат в очень малых количествах сурьму, медь, висмут и мышьяк. Присадкой сурьмы увеличивают прочность припоя, а присутствие висмута понижает температуру плавления припоя.

Согласно ГОСТ 1499—42 применяются оловянно-свинцовые припои четырех марок: ПОС-90, ПОС-40, ПОС-30, ПОС-18 и оловянно-свинцово-сурьмянистый припой марки ПОС-4-6. Обозначение марок оловянно-свинцовых припоев расшифровывается следующим образом. Буква П обозначает припой, ОС — оловянно-свинцовый, а цифра — процент олова.

Оловянно-свинцовые припои, в зависимости от условий заказа, поставляются в форме чушек, прутков, плиток, трубок, проволоки и лент. Оловянно-свинцовые припои указанных марок плавятся при температуре от 220 до 290°.

Припой ПОС-90 применяют для паяния пищевых сосудов; ПОС-40 — для паяния латуни и медных проводов; ПОС-30 — для паяния латуни, меди, цинковых и оцинкованных листов, белой жести, радиаторов, радиоаппаратуры, гибких шлангов; ПОС-18— для паяния свинца, латуни, меди и оцинкованного железа; ПОС-4-6 — для паяния белой жести, латуни, меди, свинца, для выравнивания сварных швов и т. д.

Высокая стоимость олова и его дефицитность заставляют применять другие виды припоев. Поэтому в практике паяния, там, где это разрешается, стремятся пользоваться припоями, содержащими меньшее количество олова.

Малооловянистые припои, содержащие свинец, олово и сурьму, более хрупки и по прочности спайки уступают оловянно-свинцовым. Безоловянистые припои очень вязки и требуют более высокой температуры плавления.

Для паяния латуни применяют малооловянистый припой, содержащий 15% олова, 7% сурьмы (остальное — свинец), и припой, содержащий 4% олова и 7% сурьмы (остальное — свинец).

**Висмутовые и кадмиевые припои.** Висмутовые припои состоят из висмута, олова и свинца. Они очень легкоплавки, обладают большой хрупкостью и применяются в тех случаях, когда от спаиваемых швов не требуется большой прочности. Температуру плавления висмутовых припоев можно несколько понизить, если в эти сплавы прибавить кадмий.

Из висмутовых наиболее распространены следующие два припоя: первый состоит из 11,5% олова, 34% свинца, 54,5%

висмута; второй — 9,6% олова, 45,1% свинца, 45,3% висмута. Температура плавления припоев: первого — 94,5°, второго — 79°.

Из кадмиевых припоев чаще всего применяют следующие два припоя: первый содержит 12,5% олова, 25% свинца, 50% висмута, 12,5% кадмия; второй — 13,33% олова, 26,67% свинца, 50% висмута, 10% кадмия. Температура плавления припоев: первого — 66—72°, второго — 60°.

**Медно-цинковые припои.** В состав медно-цинковых припоев входят медь и цинк, взятые в различных соотношениях. В зависимости от содержания меди и цинка припои имеют разные свойства. Чем больше в припое меди, тем выше температура его плавления, и, наоборот, чем больше в припое цинка и меньше меди, тем ниже температура его плавления. Кроме того, медно-цинковые припои содержат до 1,5% свинца и железа. От присадки свинца припои становятся более светлыми.

Согласно ГОСТ 1534—42 применяют медно-цинковые припои трех марок: ПМЦ-42, ПМЦ-47 и ПМЦ-52. Буква П обозначает припой, МЦ — медно-цинковый, а цифра — процент меди. Медно-цинковые припои поставляются в виде зерен. Зерна припоев по величине разделяются на два класса: класс А — зерна величиной от 0,2 до 3 *мм*, класс Б — зерна величиной от 3 до 5 *мм*.

Медно-цинковые припои указанных марок плавятся при температуре от 845 до 885°.

Медно-цинковые припои марки ПМЦ-42 применяют для паяния латуни с содержанием 60—68% меди; марки ПМЦ-47 — для паяния латуни Л-62; марки ПМЦ-52 — для паяния бронзы, меди, латуни Л-68, Л-80, Л-90.

Медно-цинковые припои не пригодны для паяния изделий, подвергающихся высоким внутренним давлениям. Объясняется это тем, что медно-цинковые сплавы теряют цинк до затвердевания, поэтому в шве образуются мелкие поры. В этих случаях применяют чистый медный припой. Чистая медь является наилучшим припоем для прочного и плотного соединения стальных изделий. Она применяется в виде проволоки, порошка или ленты и плавится при температуре 1083°. Недостаток применения меди для паяния состоит в том, что паяние нужно производить при высоких температурах, а это удорожает его стоимость.

**Серебряные припои.** Серебряные припои в основном представляют собой сплавы серебра с цинком и медью. Температура плавления их повышается с увеличением процентного содержания серебра. Они образуют очень прочное соединение металлических изделий. Серебряные припои обладают хорошей текучестью при температурах плавления от 700 до 785°. Серебряные припои применяют для того, чтобы повысить сопротивление коррозии, или в тех случаях, когда нужно сохранить светлый цвет изделий.

Согласно ОСТ 2982 применяют серебряные припои: ПСр-12, ПСр-25, ПСр-45, ПСр-70. Буква П обозначает припой, Ср — се-

ребряный, цифра — процент серебра. Серебряные припои плавятся при температуре от 720 до 830°. Припои марок ПСр-12 и ПСр-25 поставляются в виде зерен размером от 1 до 3 *мм*, а припои ПСр-45 и ПСр-70 — в виде полос и прутков.

Серебряные припои марки ПСр-12 применяют для паяния латуни с содержанием меди свыше 58%; марки ПСр-25 — для тонких работ, когда требуется чистота места спайки; марки ПСр-45 — для паяния медных и бронзовых частей изделий; марки ПСр-70 — для паяния проводов в тех случаях, когда места спая не должны резко уменьшать электропроводность.

**Припои для паяния алюминия.** Для паяния алюминия могут быть применены следующие два припоя: первый состоит из 55% олова, 25% цинка и 20% кадмия; второй — 78% олова, 8% цинка, 9% алюминия и 5% кадмия. Температура плавления припоев: первого 150—250°, второго 194—508°. Паяние этими припоями производят без флюсов, так как флюсующие вещества входят в состав припоев.

Паяние алюминия производят также припоями, которые требуют применения флюсующих веществ. В этих случаях чаще всего применяют следующие три припоя: первый состоит из 30% олова, 70% алюминия; второй — 50% цинка, 30% алюминия и 20% меди; третий — 35% цинка, 63% олова, 0,25% алюминия, 1,75% меди. Температура плавления припоев: первого 211°, второго 191—434° и третьего 198—354°.

**Соляная кислота.** При паянии мягкими и твердыми припоями применяется соляная кислота, в чистом виде представляющая бесцветную жидкость и от примесей приобретающая желтоватую окраску. Кислота выпускается двух сортов: сорт А содержит не менее 30% хлористого водорода, сорт Б — не менее 27,5% хлористого водорода. Для паяния соляную кислоту разбавляют водой, пока она не перестает дымиться. При разбавлении соляной кислоты водой надо кислоту осторожно вливать в воду, но не наоборот. Иначе произойдет разбрызгивание кислоты и можно получить ожоги. Во избежание ожогов необходимо на руки надевать перчатки, а глаза защищать очками. Соляная кислота — сильно пахнущая ядовитая жидкость, поэтому она должна храниться в стеклянных герметически закупоренных бутылях и обращаться с ней надо очень осторожно.

**Паяльная паста** — жидкость, приготовленная из хлористого цинка-аммония или хлористого цинка и крахмала. Применение пасты устраняет необходимость предварительной тщательной подготовки спаиваемых поверхностей. На эти поверхности накладывают ровный слой пасты и наносят припои. После паяния остатки пасты смывают водой с помощью волосяной щетки или тряпок.

**Нашатырь** в виде кристаллов и порошка применяется при паянии мягкими припоями. Он легко растворяет жировые веще-

ства, благодаря чему его употребляют для очистки металлических поверхностей от жировых веществ.

При соприкосновении нашатыря с паяльником выделяются ядовитые пары, поэтому для очистки рабочей части паяльника применяют смесь из 0,5 *л* воды, 100 *г* нашатыря и небольшого количества хлористого цинка.

**Бура** употребляется при паянии твердыми припоями латуни, меди, серебра. От нагрева бура теряет свое кристаллическое строение и превращается в стекловидную массу.

При паянии место спайки посыпают порошком буры или смазывают бурой, разведенной в воде до тестообразного состояния.

Кристаллическую буру при паянии употреблять не рекомендуется, так как, расплавляясь, она выделяет воду, брызги которой окисляют поверхности спаиваемого металла; кроме того, горячие брызги могут обжечь лицо и руки рабочего.

**Канифоль** в виде порошка, палочек и в жидком состоянии применяется при паянии мягкими припоями. Канифоль во время паяния не растворяет окислов на металле, а только предохраняет его от окисления и, оставшись на спаиваемых швах, не вызывает коррозии.

**Хлористый цинк** представляет собой белую кристаллическую соль; после сплавления он образует непрозрачную сплошную массу. Это безводное вещество, чрезвычайно гигроскопичное, т. е. сильно поглощающее влагу, отчего оно расплывается на воздухе. Температура плавления хлористого цинка 365°, а кипения 730°. От действия воздуха хлористый цинк портится, поэтому его надо хранить в стеклянных сосудах с притертыми пробками. В воде хлористый цинк растворяется очень легко.

Хлористый цинк часто приготовляют непосредственно в кузнице. Для получения хлористого цинка, или, как его обычно называют, «травленой кислоты», берут одну весовую часть цинка (в виде маленьких кусочков) и пять весовых частей крепкой соляной кислоты. При погружении цинка в разбавленную водой соляную кислоту происходит растворение цинка кислотой. Процесс этот длится до тех пор, пока весь цинк не растворится, соединившись с хлором, входящим в состав соляной кислоты, и совершенно не прекратятся шипение и выделение газов. В результате получается хлористый цинк, применяемый в качестве флюсующего вещества при паянии.

## § 83. МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ЛУЖЕНИИ

Покрытие поверхностей металлических изделий тонким слоем олова или сплава на оловянной основе называется **лужением,** а наносимый слой олова или сплава называется **полудой.** Лужение применяется в целях защиты металлических изделий от коррозии. Оно используется также для улучшения наружного вида изготовляемых изделий.

**Олово и сплавы на оловянной основе.** Обычно для лужения употребляют олово двух марок — 01 и 02. Олово марки 01 применяется для лужения жести и других материалов, а марки 02 — для лужения кухонной утвари и котлов для варки пищи. Олово марки 02, применяемое для лужения кухонной утвари и котлов для варки пищи, должно содержать не более 0,015% мышьяка.

Изделия, облуженные оловом, хорошо выдерживают деформацию, изгибы и перегибы, не обнаруживая повреждений. Олово надежно защищает металл от коррозии, пока слой олова, покрывающий поверхность этого металла, не поврежден. Поэтому основное условие лужения — покрытие металлической поверхности сплошным и непроницаемым слоем олова.

Для лужения изделий, не предназначенных для приготовления и хранения пищи, применяют сплавы на оловянной основе.

Сплавами из олова и свинца или олова, свинца и цинка лудят металлические изделия, чтобы предохранить их от ржавчины. К таким сплавам относится, например, сплав, содержащий 71% олова, 23% свинца и 6% цинка или сплав, содержащий 45% олова, 30% свинца, 25% цинка. Такие сплавы дешевле чистого олова и хорошо защищают металл от ржавчины.

Чтобы получить белую, красивую и блестящую полуду, пользуются висмутовыми составами, т. е. сплавами, состоящими из олова и висмута. К ним относится, например, сплав, содержащий 90 весовых частей олова и 10 весовых частей висмута.

**Серная кислота** в чистом виде представляет собой бесцветную маслянистую жидкость. В любых соотношениях она хорошо смешивается с водой, выделяя при этом значительное количество тепла. Обуглившиеся органические примеси, попадая в серную кислоту, окрашивают ее в коричневый цвет.

При лужении для травления металлов употребляют несколько сортов технической серной кислоты, в частности камерную, содержащую не менее 65% серной кислоты, башенную и гловерную кислоты, содержащие не менее 75—76,5% серной кислоты. Металлы травят также купоросным маслом, содержащим не менее 92,5% серной кислоты. Разводят серную кислоту водой, осторожно вливая кислоту в воду, а не наоборот. При вливании воды в кислоту происходит бурное кипение смеси, вызывающее разбрызгивание кислоты. Температура смеси сильно повышается, а если кислоту вливать слишком быстро и в большом количестве, то смесь нагреется так сильно, что стеклянная посуда, в которой обычно производят смешивание, может лопнуть. При всех операциях, связанных с серной кислотой, необходимо надевать на руки перчатки, а на глаза — очки, чтобы избежать ожогов, которые очень болезненны и оставляют красные рубцы. Серную кислоту надо хранить в герметически закупоренных бутылях или свинцовых сосудах.

**Плавиковая кислота.** Чистая плавиковая кислота представ-

ляет собой бесцветную жидкость с резким запахом, содержащую не менее 40% фтористого водорода. Пары фтористого водорода чрезвычайно ядовиты и едки. Поэтому при работе с плавиковой кислотой необходимо соблюдать меры предосторожности. Ее надо хранить в стеклянных бутылях с притертыми пробками. Плавиковая кислота применяется для обезжиривания поверхностей деталей перед лужением.

**Соляная кислота** применяется для травления поверхностей деталей, подлежащих лужению. Соляная кислота ядовита, поэтому обращаться с ней надо очень осторожно. Пары соляной кислоты при вдыхании сильно раздражают верхние дыхательные органы. При разбавлении соляной кислоты водой необходимо придерживаться тех же правил, что и при разбавлении серной кислоты. В случае ожогов поврежденные места следует смачивать раствором соды.

**Нашатырь** применяют в качестве флюса, так как он хорошо очищает поверхности металлических деталей от окислов. Кроме того, его применяют для очистки различных металлов от жиров.

**Углекислый натрий, или сода кристаллическая,** — кристаллическое вещество, легкорастворяющееся в воде. Для травления металлов при лужении употребляют безводный углекислый натрий, или, как его обычно называют, кальцинированную соду. При растворении кальцинированной соды в воде последняя разогревается. Хранить соду нужно в стеклянном, тщательно закупоренном сосуде, так как сода быстро портится, покрываясь налетом.

**Хлористый цинк** при лужении применяется в качестве флюсующего вещества.

## § 84. ГИБКА МЕТАЛЛА

В производстве сельскохозяйственных машин широко применяются детали, имеющие форму уголков, изготовляемых из листового металла гибкой.

В процессе гибки металл подвергается одновременному действию растягивающих и сжимающих усилий. Рассматривая то место в заготовке, которое будет подвергаться изгибу (рис. 76, *а*), можно отметить, что линия $ab$ у верхней кромки заготовки равна линии $a'b'$, находящейся по середине заготовки, и линии $a''b''$ у нижней кромки заготовки; следовательно, $ab = a'b' = a''b''$.

Рассматривая изготовленную деталь (рис. 76, *б*), можно отметить, что дуга $ab$ меньше дуги $a'b'$, дуга $a'b'$ меньше дуги $a''b''$; следовательно, $\smile ab < \smile a'b' < \smile a''b''$.

Это неравенство дуг указывает на то, что при гибке в металле происходят изменения: на наружной стороне детали в месте изгиба волокна металла растягиваются и длина их увеличивается, а на внутренней, наоборот, волокна сжимаются и длина

их уменьшается; только нейтральный слой или, как принято называть, нейтральная линия в момент сгиба не испытывает ни сжатия, ни растяжения. Длина нейтральной линии после изгиба детали не изменяется.

При гибке деталей из листовых заготовок пластическая деформация всегда сопровождается упругой; поэтому в согнутой на определенный угол детали после снятия напряжения проис-

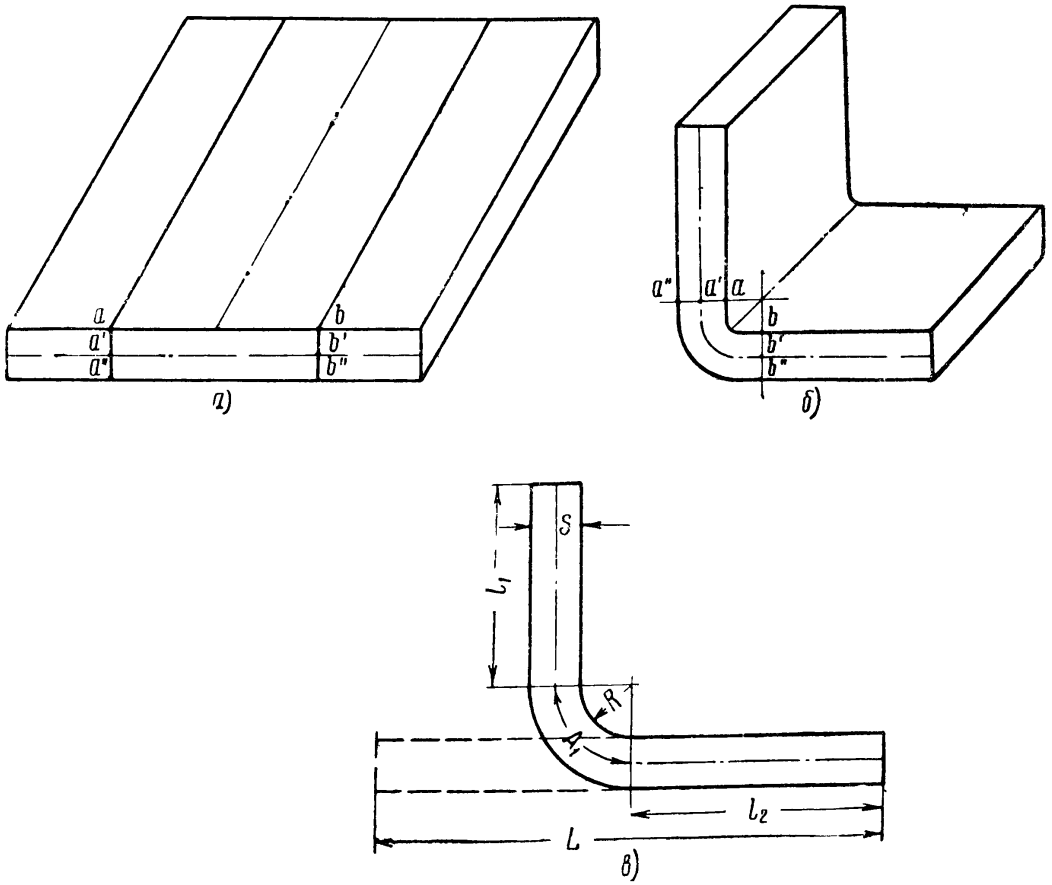



Рис. 76. Элементы гибки:
*а* — заготовка из листа, *б* — готовая деталь, *в* — элементы детали для подсчета длины заготовки

ходит явление распружинения, т. е. угол изгиба всегда несколько увеличивается, а деталь немного выпрямляется. Угол, на который распрямляется деталь вследствие упругой отдачи или пружинения, называется углом упругой деформации. Величина этого угла зависит от марки и толщины материала, а также от радиуса гибки. При изготовлении деталей гибкой следует учитывать пружинящие свойства металлов, влияющие на изменение радиуса и угла изгиба.

Определение размеров заготовок деталей, имеющих форму уголка, сводится к подсчету длин прямых участков до начала закругления и длины нейтральной линии в пределах закругления. На рис. 76, *в* изображена деталь прямоугольного сечения, прямые участки которой обозначены буквами $l_1$ и $l_2$, а длина нейтральной линии — $A_1$.

Длина нейтральной линии в изогнутом участке определяется по формуле:

$$A_1 = \frac{\pi}{2}\left(R + \frac{S}{2}\right),$$

где $A_1$ — длина нейтральной линии изогнутого участка в *мм*;
$R$ — радиус закругления в *мм*;
$S$ — толщина материала в *мм*.

Длину нейтральных линий заготовок деталей можно определить по табл. 34. Длину прямых участков до начала закругления определяют подсчетом, так как в чертежах размеры обычно указываются по наружным сторонам деталей.

Таблица 34

**Длина нейтральных линий при гибке деталей под прямым углом**

| Толщина материала $S$ в *мм* | Радиус гибки $R$ в *мм* | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| | длина нейтральных линий в *мм* | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,5 | 1,96 | 3,54 | 5,1 | 6,66 | 8,25 | 9,84 | 11,4 | 13,0 | 14,5 | 16,1 | 17,7 | 19,22 | 20,8 | 22,4 | 23,9 |
| 1,0 | 2,36 | 3,93 | 5,5 | 7,06 | 8,64 | 10,2 | 11,8 | 13,35 | 14,9 | 16,5 | 18,1 | 19,6 | 21,2 | 22,8 | 24,4 |
| 1,5 | 2,74 | 4,32 | 5,9 | 7,45 | 9,05 | 10,6 | 12,2 | 13,75 | 15,3 | 16,9 | 18,5 | 20,0 | 21,6 | 23,2 | 24,7 |
| 2,0 | 3,14 | 4,71 | 6,29 | 7,85 | 9,42 | 11,0 | 12,6 | 14,2 | 15,7 | 17,3 | 18,8 | 20,4 | 22,0 | 23,6 | 25,1 |
| 2,5 | 3,54 | 5,1 | 6,84 | 8,25 | 9,82 | 11,4 | 13,0 | 14,5 | 16,1 | 17,7 | 19,3 | 20,8 | 22,4 | 24,0 | 25,5 |
| 3,0 | 3,93 | 5,5 | 7,06 | 8,64 | 10,2 | 11,8 | 13,3 | 14,9 | 16,5 | 18,1 | 19,6 | 21,2 | 22,8 | 24,4 | 25,9 |
| 4,0 | 4,71 | 6,23 | 7,85 | 9,49 | 11,0 | 12,6 | 14,1 | 15,7 | 17,3 | 18,8 | 20,4 | 22,0 | 23,6 | 25,1 | 26,7 |
| 5,0 | 5,5 | 7,06 | 8,64 | 10,2 | 11,8 | 13,3 | 14,9 | 16,5 | 18,1 | 19,6 | 21,2 | 22,8 | 24,4 | 25,9 | 27,4 |

Гибку деталей на опорном инструменте производят ударами молотка. Опорными инструментами служат скребки, наковальни, поддержки и оправки. Опорные инструменты подбирают в соответствии с радиусами гибки (табл. 35).

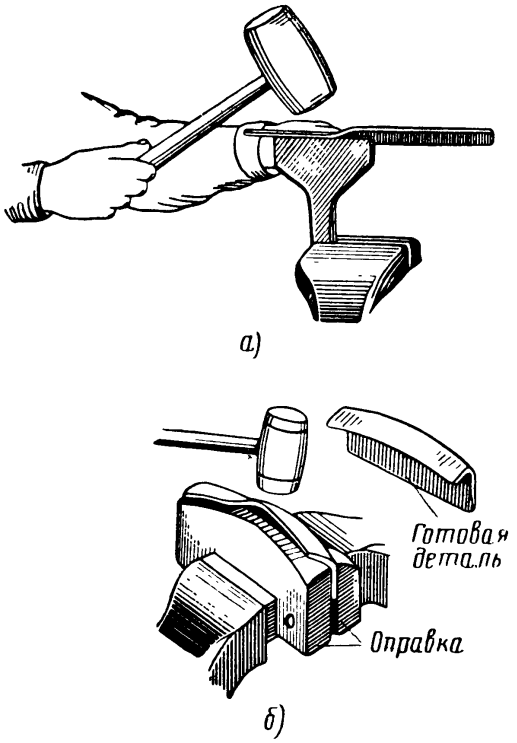
Таблица 35

**Наименьшие радиусы гибки листового металла**

| Толщина металла в *мм* | Наименование металла | | | |
|---|---|---|---|---|
| | сталь 20 | алюминий | медь | латунь |
| | наименьшие радиусы гибки в *мм* | | | |
| 0,5 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| 1,0 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 1,5 | 1,8 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| 2,0 | 2,5 | 2,0 | 1,5 | 2,0 |
| 2,5 | 3,5 | 2,5 | 2,0 | 2,5 |
| 3,0 | 5,5 | 3,0 | 2,5 | 3,5 |
| 4,0 | 9,0 | 4,0 | 3,5 | 4,5 |
| 5,0 | 13,0 | 5,5 | 4,0 | 5,5 |
| 6,0 | 15,5 | 6,5 | 5,0 | 6,5 |

Следует учесть, что в табл. 35 указаны минимальные радиусы при гибке листового материала вдоль волокон проката. При гибке поперек волокон радиусы гибки допускается уменьшать примерно вдвое.

Перед началом гибки заготовку устанавливают по линии гибки на кромку рабочей части скребка (рис. 77, *а*). Гибку деталей под углом 90° производят обычно в две операции: сначала полку (кромку) заготовки загибают примерно на 30—40°, а затем гнут ее под углом 90°. Производить гибку полки на угол 90° за одну операцию не рекомендуется, так как от ударов молотка заготовка может растянуться и на ней появятся складки. Необходимо учитывать, что при ударе молотком по полке детали последняя не должна изменять своего положения относительно ребра или кромки рабочей части скребка, так как при малейшем сдвиге загиб произойдет не по разметке и деталь будет испорчена.



*а*) *б*)

Рис. 77. Гибка деталей:
*а* — на скребке, *б* — в оправке

При гибке деталей в оправках заготовку закладывают между двумя половинками оправки. Обе половинки оправки соединяются направляющими стержнями. На определенном расстоянии от торцовой части каждой половинки оправки сверлят отверстия, в которые вставляют направляющие стержни при соединении половинок оправки. Заготовку зажимают в тиски, после чего выступающую полку отгибают до полного ее прилегания к верхней части оправки (рис. 77, *б*).

При гибке удары молотком надо наносить равномерно по всей кромке, иначе она может изогнуться или несколько выпучиться.

## § 85. ФАЛЬЦОВКА ЛИСТОВОГО МЕТАЛЛА

Фальцевый шов представляет собой соединение, в котором две заготовки или два листа скрепляются отогнутыми кромками, плотно прижатыми друг к другу. Таким способом получают вполне надежное соединение, успешно заменяющее во многих случаях соединения, осуществляемые паянием.

Соединения фальцевыми швами применяют при изготовлении изделий из стали, меди и латуни.

Фальцевый шов может иметь различную конструкцию замка. По устройству замка (рис. 78) фальцевые швы разделяются на одинарные, двойные, полуторные (комбинированные) и угловые, по виду — на стоячие и лежачие, а по расположению — на продольные и поперечные.

Стоячие одинарные (рис. 78, *а*) и двойные (рис. 78, *б*) фальцы применяют в тех случаях, когда требуется придать изделию наибольшую жесткость.

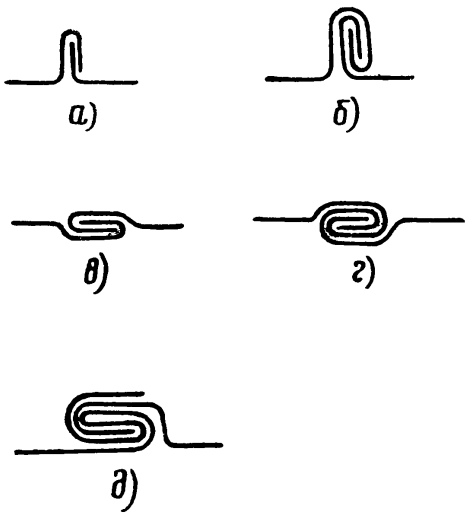



Рис. 78. Виды фальцев:
*а* — одинарный стоячий, *б* — двойной стоячий, *в* — одинарный лежачий, *г* — двойной лежачий, *д* — полуторный (комбинированный)

Одинарные лежачие фальцы (рис. 78, *в*) используют при изготовлении изделий, к которым не предъявляется требований повышенной прочности и плотности.

Двойные лежачие фальцы (рис. 78, *г*) применяют при изготовлении изделий, к которым предъявляются повышенные требования в отношении плотности шва и его прочности.

Полуторный (комбинированный) фальц (рис. 78, *д*), предложенный новатором-жестянщиком П. А. Лапшовым, обладает почти такой же прочностью и стойкостью, как и двойной фальц.

Угловые одинарные и комбинированные фальцы употребляют при изготовлении изделий прямоугольного сечения.

Заготовка фальцев вручную производится ударным и опорным инструментами. Ударные инструменты: молоток, изготовляемый из твердых пород дерева — березы, бука и т. п., и фальцмейсель (рис. 79, *а*). Опорными инструментами служат угольник (рис. 79, *б*) и брусок (рис. 79, *в*), укрепляемые на верстаке.

Заготовка одинарного лежачего фальца производится, как показано на рис. 79, *г*.

Прежде чем приступить к заготовке одинарного лежачего фальца, надо наметить линию изгиба на листе. Ширина отгибаемых кромок при одинарном лежачем фальце на одном листе равна ширине фальца, а на другом листе — двойной ширине фальца; следовательно, припуск на одинарный фальц равен тройной ширине фальца. Например, припуск на одинарный фальц шириной 12 *мм* равен $12 \times 3 = 36$ *мм*.

Лист кладут на угольник или брусок так, чтобы линия разметки совпадала с краем угольника (рис. 79, *б*) или бруска (рис. 79, *в*). По выступающей части листа наносят удары молотком до полного изгиба кромки на 90°. После этого лист переворачивают вверх кромкой, которая подгибается, но не до прите-

гания к листу, а так, что остается зазор. Точно так же подготовляют кромку и на втором листе. Затем листы соединяют так, чтобы их кромки входили друг в друга, после чего их уплотняют ударами молотка. Чтобы фальц не разошелся, делают подсечку

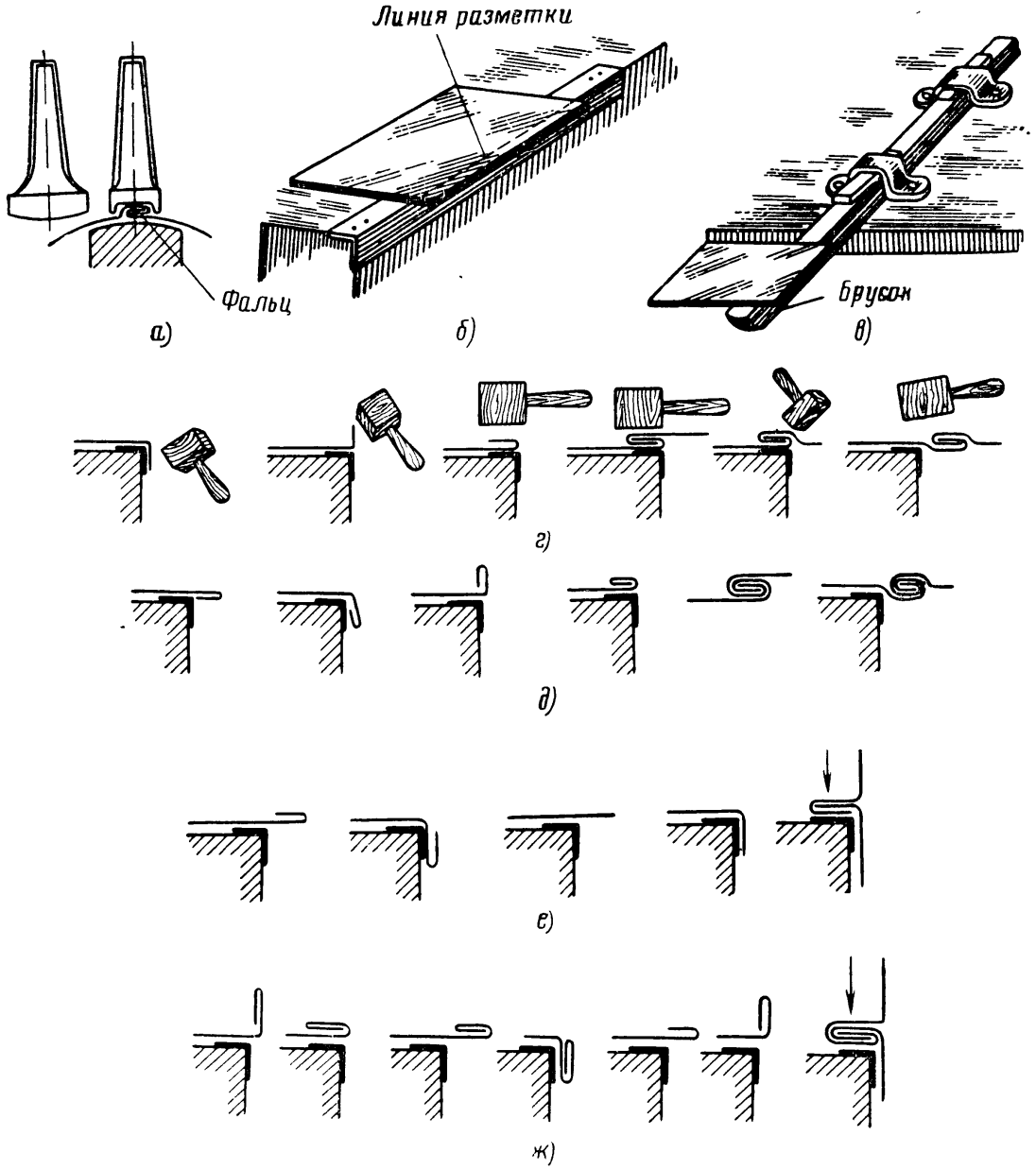



Рис. 79. Инструмент и заготовка фальцев:

*а* — фальцмейсель, *б*, *в* — угольник и брусок, укрепленные на верстаке, *г* — заготовка одинарного лежачего фальца, *д* — заготовка двойного лежачего фальца, *е* — заготовка одинарного стоячего фальца, *ж* — заготовка двойного стоячего фальца

листов у края фальца деревянным молотком, после чего окончательно обжимают фальц фальцмейселем (рис. 79, *а*). Обжатие фальца производится ударами молотка по фальцмейселю.

Заготовка двойного лежачего фальца заключается в следующем (рис. 79, *д*): сначала изготовляют одинарный лежачий фальц, а затем делают второй изгиб, оставляя в фальце зазор.

Для этого переворачивают лист фальцем вверх и загибают фальц, оставляя зазор между листом. Так же подготовляют двойной фальц на втором листе. Затем оба фальца вводят один в другой и обжимают.

При заготовке одинарного стоячего фальца на одном листе кромку загибают на 90° (рис. 79, *е*), а у другого листа делают стоячий одинарный фальц. Отогнутые кромки соединяют вместе и плотно обжимают.

При заготовке двойного стоячего фальца на одном листе кромку загибают в двойной (рис. 79, *ж*), а на другом листе — в одинарный фальц. Затем фальцы вводят один в другой и обжимают шов ударами молотка.

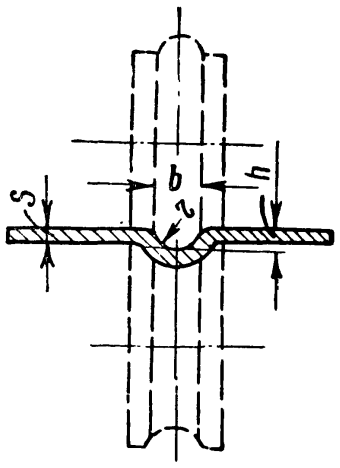
Заготовка фальцев более производительно осуществляется на фальцепрокатных станках ВМС-52, ВМС-55 и др. На заготовку лежачего или углового фальца на полном листе длиной 1420 *мм* затрачивается не более 10 сек. Для закатки фальцевых швов применяют фальцезакаточные станки С-241 с ручным и механическим приводами.

## § 86. ЗИГОВКА МЕТАЛЛА

Зиговки, выгибаемые на деталях, представляют собой углубления полукруглой формы. Зиговки на деталях делают для придания им жесткости. Размеры зиговок зависят от толщины металла и приведены в табл. 36. Зиговку выполняют на ручных и приводных зигмашинах.

Таблица 36

**Размеры зиговок в *мм***

| Радиус зиговок $r$ | | 1,5 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Ширина зиговок $b$ | | 3 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| Высота зиговок $h$ | | 1,5 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|  | Толщина металла $S$ | 0,3<br>0,4<br>0,5<br>—<br>—<br>— | 0,3<br>0,4<br>0,5<br>0,8<br>1,0<br>— | 0,3<br>0,4<br>0,5<br>0,8<br>1,0<br>1,5 | 0,3<br>0,4<br>0,5<br>0,8<br>1,0<br>1,5 | 0,3<br>0,4<br>0,5<br>0,8<br>1,0<br>1,5 |

Ручная зигмашина ВМС-71 (рис. 80) представляет собой универсальную машину, на которой при помощи фасонных роликов соответствующих размеров выполняют: разрезание углеродистой (кровельной) стали толщиной до 0,8 *мм*, зиговку металла, отгиб кромок на деталях криволинейной формы, гофрирование звеньев воздуховодов и т. п. Зигмашина ВМС-71 состоит из чугунного корпуса *2*, имеющего в нижней части цилиндрический хвостовик, который входит в чашечку чугунного крон-

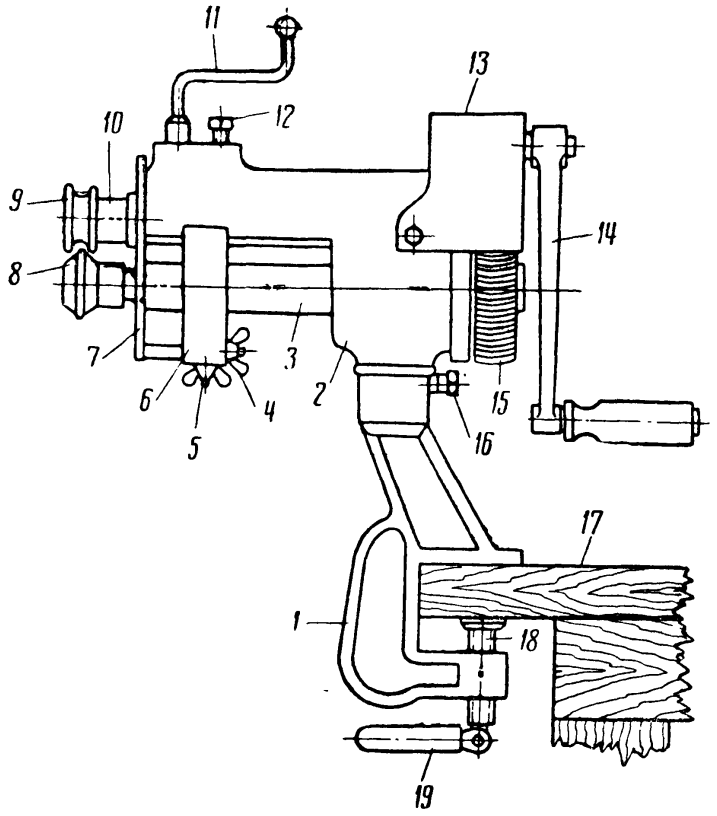



Рис. 80. Ручная зигмашина ВМС-71

штейна *1*. Корпус относительно кронштейна может поворачиваться и фиксироваться стопорным болтом *16*. Зигмашину прикрепляют к верстаку *17* при помощи винта *18* с откидной ручкой *19*. Зигмашина имеет два вала: верхний *10* и нижний *3*. Верхний вал можно сближать с нижним при помощи рукоятки зажима *11* при повороте ее по часовой стрелке. При вращении рукоятки в обратном направлении верхний вал поднимается под действием пружинного устройства *12*. Верхний и нижний валы получают вращательное движение от зубчатого механизма *15*, который в свою очередь приводится в движение посредством рукоятки *14*. На концы верхнего и нижнего валов насажены ролики *8* и *9*, вращающиеся в противоположные стороны. Верхний вал с роликом *9* может перемещаться по вертикали относительно ролика *8*. Регулирование и фиксация упора *7* и скользящей обоймы *6* производятся винтами *4* и *5*.

Зубчатый механизм сверху закрывается кожухом *13*. Для того чтобы произвести зиговку на детали, надо предварительно установить упор *7* на требуемую величину, затем поднять верхний ролик *9* так, чтобы конец детали вошел между роликами *8* и *9*. При зиговке торец детали должен все время упираться в упор *7*. Для получения зиговки деталь обычно не-

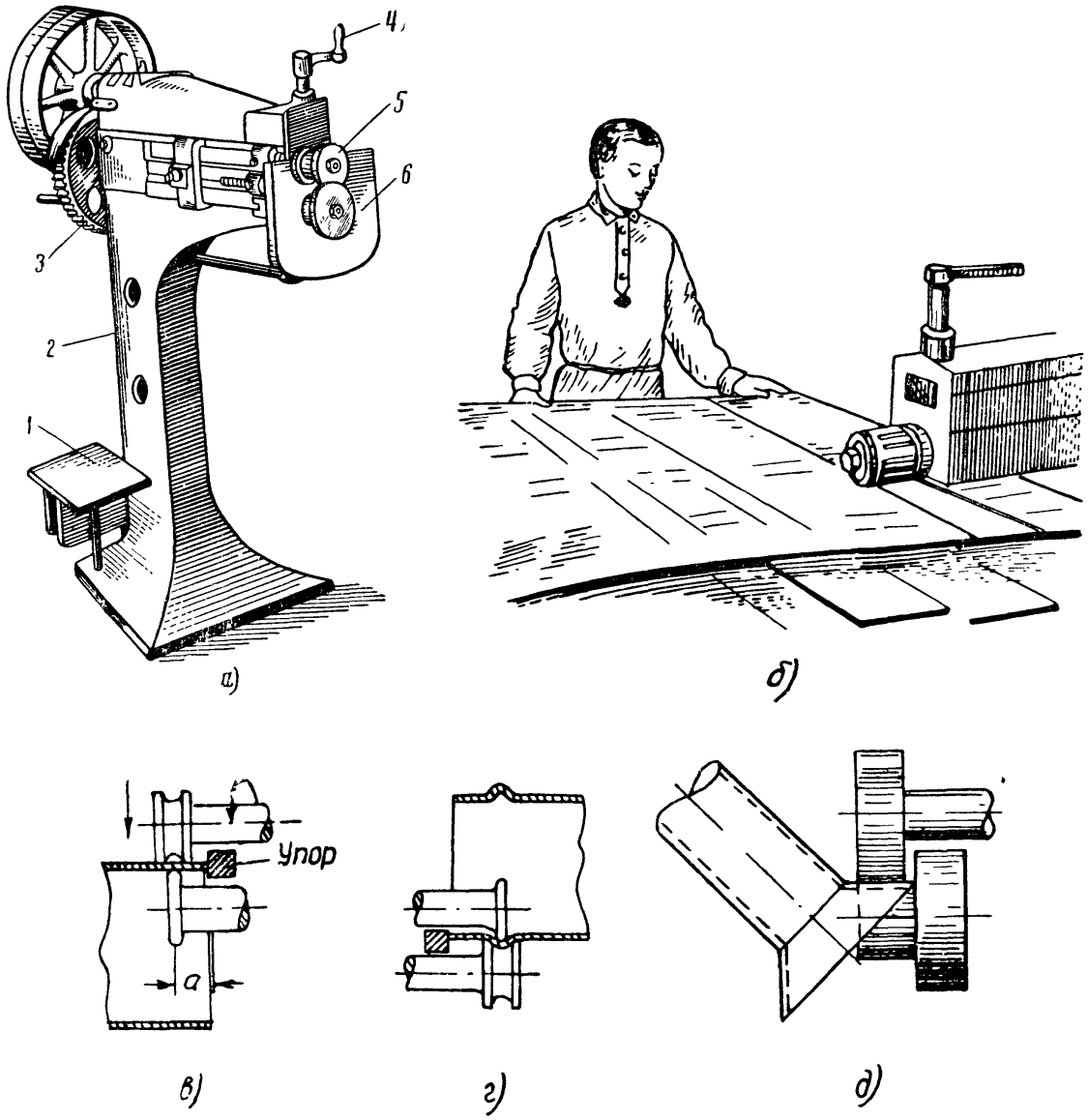



Рис. 81. Зигмашина и приемы зиговки, рифления и отбортовки металла: *а* — зигмашина, *б* — зиговка детали на зигмашине, *в*, *г* — рифление трубы, *д* — отбортовка детали

сколько раз пропускают между роликами. В процессе зиговки верхний ролик *9* постепенно поджимают рукояткой зажима *11*. После образования зиговки на детали верхний ролик поднимают кверху и снимают деталь.

Зигмашина приводная (рис. 81, *а*) состоит из станины *2*, приводного механизма *3*, верхнего *5* и нижнего *6* роликов и регулировочной рукоятки *4*. На подставке *1* устанавливается элек-

тродвигатель. Верхний вал с закрепленным на нем роликом можно перемещать вверх и вниз и устанавливать на определенном расстоянии от нижнего вала. Зигмашина приводится в действие вручную при помощи рукоятки. На зигмашине можно обрабатывать детали из углеродистой стали толщиной до 2 *мм*. Рабочее расстояние между осями роликов 90 *мм*. Вылет роликов 660 *мм*. Ролики вращаются со скоростью 38 об/мин.

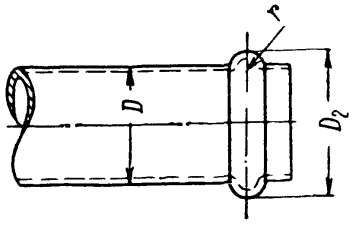
Зиговку детали (рис. 81, *б*) на зигмашине производят в следующем порядке: верхний ролик при помощи рукоятки приподнимают над нижним, между ними помещают деталь, затем верхний ролик опускают до соприкосновения с нижним. Для получения зиговки на определенном расстоянии от кромки пользуются упором. Рабочий должен поддерживать деталь без перекоса и упирать ее кромкой в упор, иначе зиговка будет выдавлена косо или волнообразно. При вращении роликов деталь перемещается и ролики производят зиговку. После образования зиговки на детали верхний ролик приподнимают и деталь снимают со станка.

## § 87. РИФЛЕНИЕ МЕТАЛЛА

Рифты, выгибаемые на концах труб (рис. 81 *в* и *г*), представляют собой углубления полукруглой формы. Трубы с рифтами на концах применяют для изготовления трубопроводов с плотными швами. В табл. 37 указаны размеры рифтов, выгибаемых на концах труб.

Таблица 37

**Размеры рифтов, выгибаемых на концах труб, в *мм***




| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Наружный диаметр трубы $D$ в *мм* | 10 | 12 | 14 | 15 | 16 | 18 | 22 | 24 | 25 | 27 | 32 | 34 | 36 | 40 | 42 | 45 | 53 | 63 |
| Наружный диаметр рифта $D_2$ в *мм* | 12 | 14 | 16 | 18 | 19 | 21 | 25 | 27 | 29 | 31 | 36 | 38 | 40 | 44 | 46 | 48 | 58 | 68 |
| Радиус рифта $r$ в *мм* | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |

Рифление производится на зигмашине парными роликами, один из которых имеет кольцевой желобок, а другой — выпуклый полукруглый выступ (рис. 81, *в* и *г*). Для получения рифтов

на определенном расстоянии от кромки пользуются упором. При вращении роликов труба поворачивается и ролики производят рифление. При образовании рифтов верхний ролик надо постепенно прижимать к трубе. При работе на зигмашине трубу необходимо поддерживать рукой в рукавице или с прокладкой, так как труба, увлекаемая по окружности вращающимися роликами, может острыми кромками порезать руку. Нужно также очень внимательно следить за движением трубы и руки, чтобы пальцы не попали под ролики.

## § 88. ПОДСЕЧКА МЕТАЛЛА

Детали большой длины очень часто изготовляют с подсечкой. Сущность операции подсечки заключается в том, что полки детали углубляют на определенную глубину с таким расчетом,

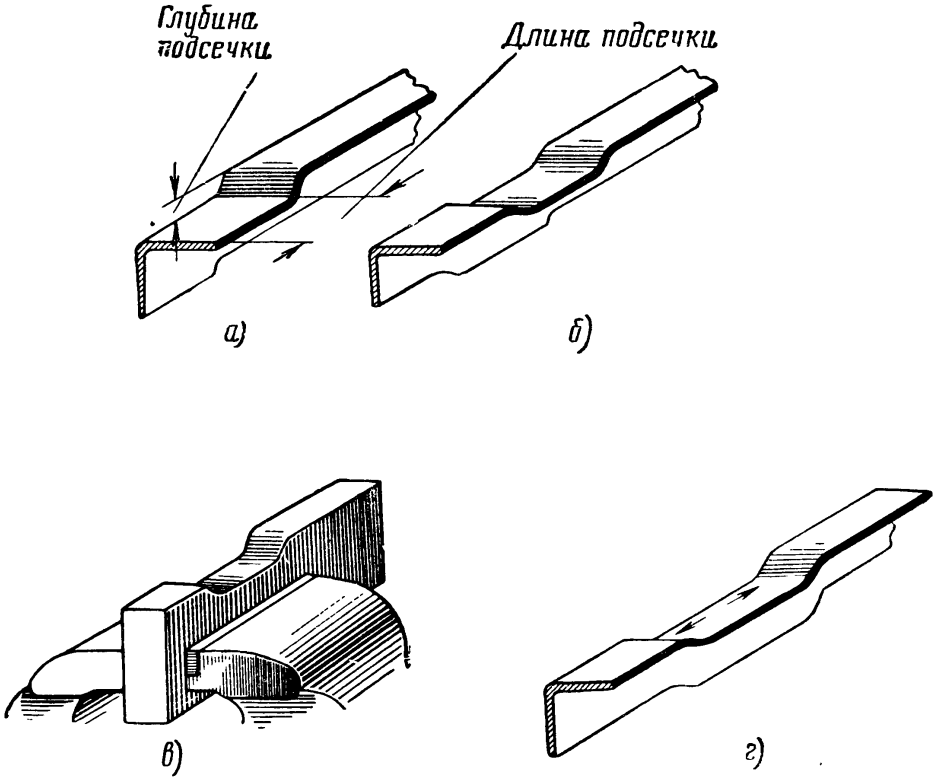



Рис. 82. Инструмент, виды и приемы подсечки деталей:
*а* — деталь с подсечкой у конца, *б* — деталь с подсечкой в середине, *в* — оправка-подсечник, зажатый в тиски, *г* — направление ударов при подсечке детали

чтобы поверхность детали, наложенной на подсеченное место, находилась на одном уровне с поверхностью полки.

Подсечка может выполняться у конца детали (рис. 82, *а*) и на ее середине (рис. 82, *б*).

Подсечка вручную осуществляется молотком-наводильником на специальной оправке-подсечнике. Для работы подсечник зажимают в тиски (рис. 82, *в*) таким образом, чтобы он выступал

над губками тисков на высоту, бо́льшую высоты полки, и на глубину подсечки.

При выполнении операции подсечки деталь кладут на подсечник, удерживают рукой и наносят молотком удары по детали. При подсечке у конца детали удары молотком наносят равномерно с конца детали и постепенно приближаются к неподсеченной полке. При нанесении ударов молотком по одному месту могут появиться трещины. Кроме того, при подсечке надо следить за тем, чтобы смещалась вся полка, а не только ее верхняя часть.

При подсечке на середине детали удары молотком наносят с середины подсекаемого участка сначала в одну сторону, затем в другую, как показано стрелками на рис. 82, *г*.

Подсечка детали вручную — весьма трудоемкая операция. Наиболее производительно подсечка профилей осуществляется штамповкой, при этом качество их повышается.

## § 89. ЗАКАТКА ПРОВОЛОКИ

Наибольшая жесткость кромок изделия достигается при помощи закатки проволоки. Толщину проволоки выбирают в зависимости от размеров изделий с учетом воспринимаемой нагрузки.

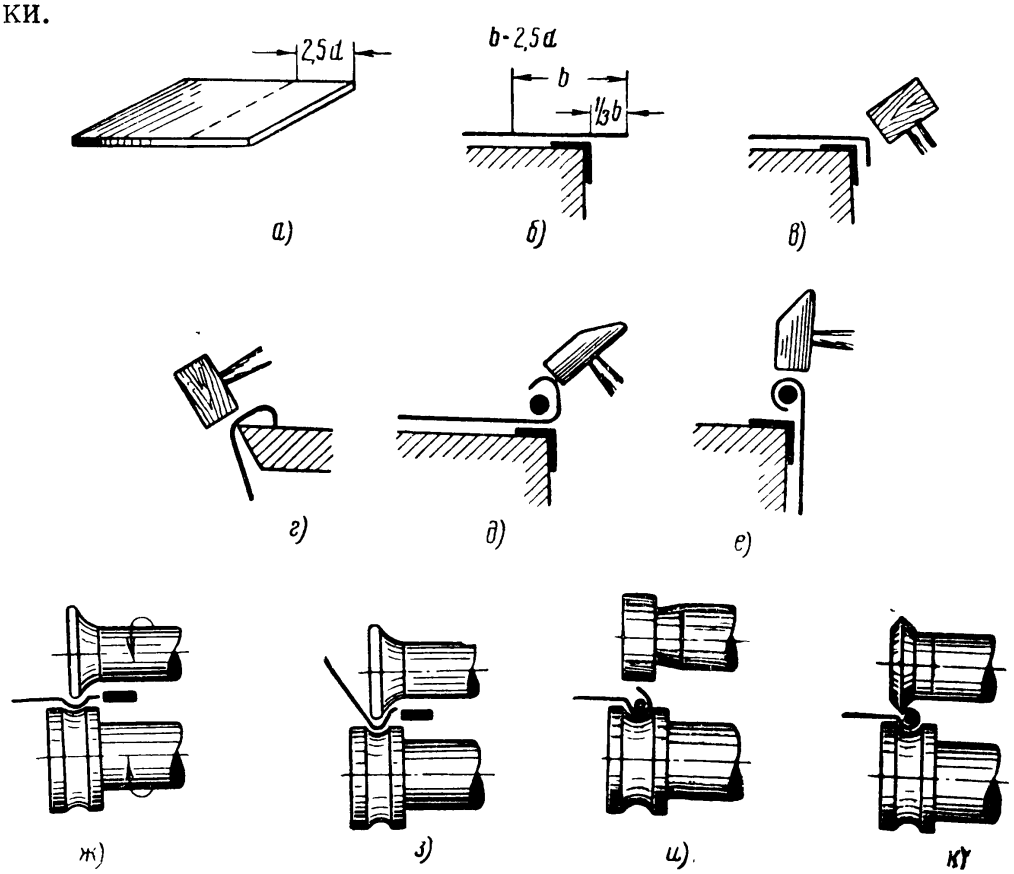



Рис. 83. Закатка проволоки:

*а* — разметка заготовки под закатку проволоки, *б* — разметка кромки под загибку проволоки, *в, г, д, е* — приемы ручной закатки проволоки, *ж, з, и, к* — приемы закатки проволоки на зигмашине

Закатка проволоки производится вручную и на зигмашине. Ручная закатка выполняется молотком на угольнике или скребке. Длина кромки, загибаемой под проволоку, не должна превышать диаметра проволоки более чем в 2,5 раза (рис. 83, *а*). Прежде чем приступить к закатке проволоки, надо на заготовке вдоль кромки наметить линию на расстоянии $^1/_3$ ширины припуска (рис. 83, *б*). На эту величину предварительно изгибают кромку заготовки на угольнике (рис. 83, *в*). Затем заготовку изгибают вдоль кромки второй раз (рис. 83, *г*) с таким расчетом, чтобы получить желобок. В полученный желобок вкладывают проволоку и ударами молотка сгибают кромку заготовки сначала предварительно (рис. 83, *д*), а затем окончательно (рис. 83, *е*). При правильной закатке материал в местах изгиба должен плотно прилегать к проволоке.

При закатке проволоки на прямых изделиях кромки заготовок предварительно изгибают вручную. Закатку проволоки у изделий с прямыми кромками и цилиндрической формы производят на зигмашине (рис. 83, *ж, з, и, к*). При закатке проволоки на зигмашине кромки загибаются вместе с проволокой и они плотно обжимаются роликами.

## § 90. ГИБКА ТРУБ

В сельскохозяйственных машинах широко применяют трубы, изогнутые под разными углами и с разными радиусами; их используют главным образом как трубопроводы, по которым циркулируют разные жидкости. Изогнутые трубы должны удовлетворять основным требованиям — прочности и герметичности (плотности).

Трубы гнут вручную и на станках в холодном или горячем состояниях. Одним из существенных моментов, влияющих на качество работы при изгибе труб, является правильный выбор радиуса изгиба, зависящий от диаметра, толщины стенки и металла трубы. Если металл обладает большим удлинением, труба лучше поддается изгибу. Для стальных и дуралюминиевых труб диаметром до 20 *мм* радиус изгиба принимается равным двум наружным диаметрам, т. е. $R=2\,D$, а для труб диаметром более 20 *мм* — трем наружным диаметрам, т. е. $R=3\,D$. В исключительных случаях для труб диаметром до 20 *мм* радиус изгиба берут равным диаметру или полутора диаметрам, т. е. $R=D$ или $R=1{,}5\,D$.

При гибке труб необходимо соблюдать следующие условия:

1) не допускать вмятин и уменьшения внутреннего диаметра труб; трубы должны иметь плавные изгибы по определенному радиусу и круглую форму в местах изгиба;

2) следить за тем, чтобы толщина стенки и диаметр трубы соответствовали радиусу изгиба;

3) отжигать трубы перед гибкой.

Трубы изгибают вручную, применяя для этого различные приспособления.

Ручное приспособление упрощенной конструкции (рис. 84, *а*) применяется для гибки труб в холодном состоянии с наполнителями. Такие приспособления изготовляются из дерева твердых

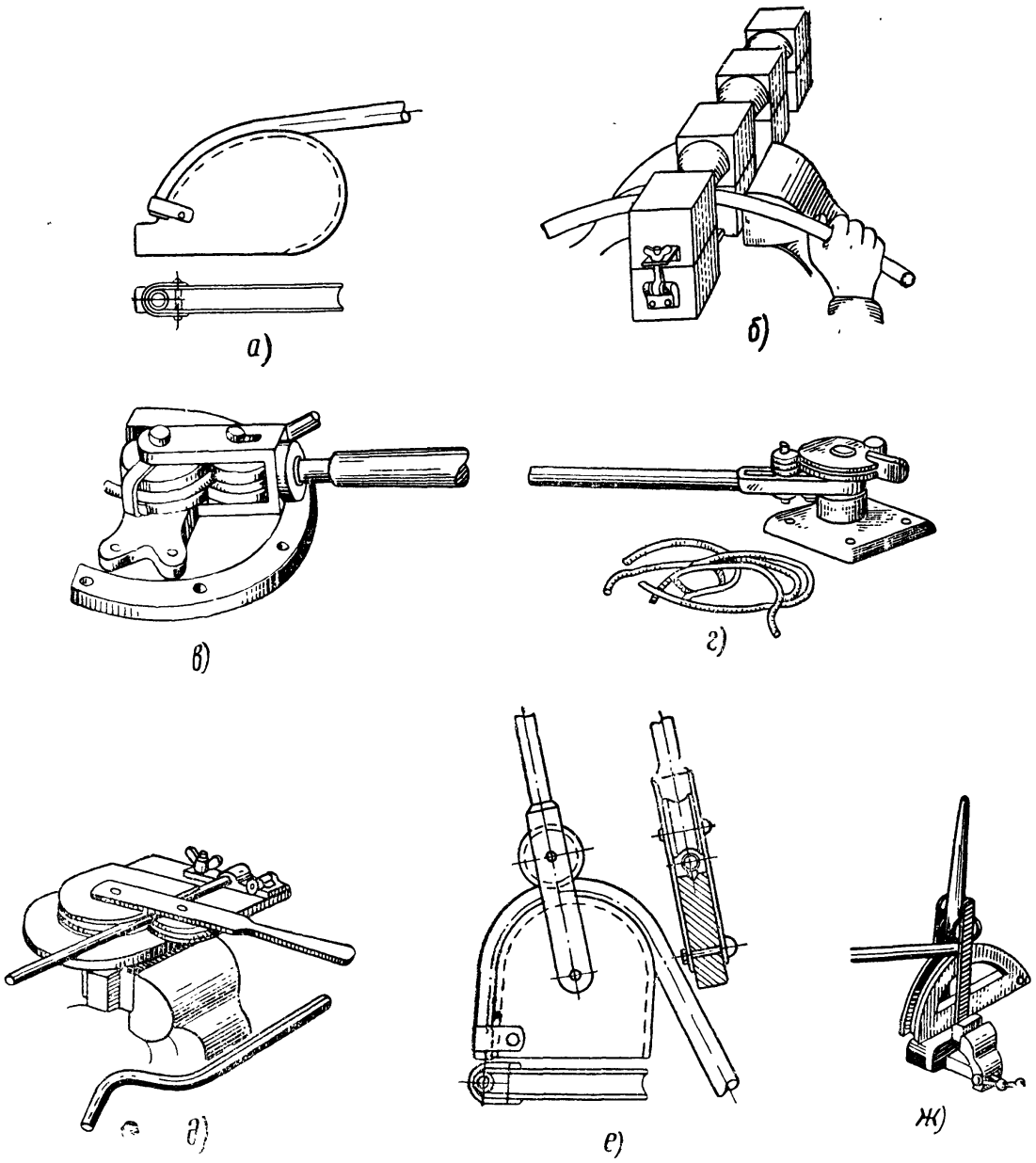



Рис. 84. Приспособления для гибки труб

пород и предназначаются для изгиба труб определенного диаметра по кривой большого радиуса.

При помощи ручного приспособления с брусками (рис. 84, *б*) гнут трубы в холодном и горячем состояниях с наполнителями, причем трубы изгибают по различным радиусам кривизны на глаз. Для гибки труб небольшого диаметра в холодном состоянии бруски делают из дерева твердых пород, а для гибки труб

больших размеров — из машиноподелочной стали. В верхнем и нижнем брусках приспособления вытачивают желобы, в которые и вставляют трубы для гибки; на одном конце бруски соединены между собой петлей, на другом они стягиваются болтом, продетым через такие же петли так, чтобы не сдавливать вставляемую между ними трубу.

Для гибки труб под разными углами широко применяют приспособления с роликами. Роликовое приспособление (рис. 84, *в*) используется для гибки труб в горячем и холодном состояниях, причем в холодном состоянии трубы гнут без наполнителей. Пользуясь этим приспособлением, можно в холодном состоянии гнуть трубы диаметром до 25 *мм*.

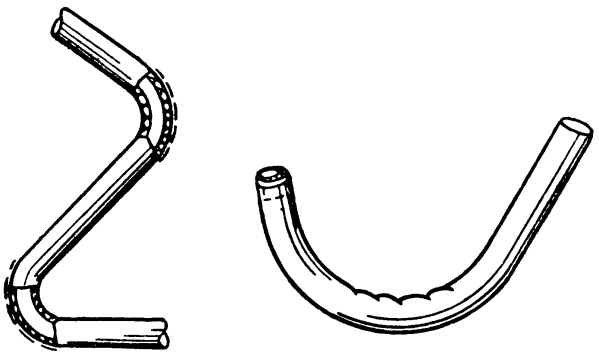


Рис. 85. Деформация стенок труб при изгибе

Роликовое приспособление (рис. 84, *г*) служит для гибки труб диаметром до 12 *мм* с радиусом загиба до 30—40 *мм* в холодном состоянии без наполнителей. Роликовое приспособление обычно снабжается комплектом гибочных роликов с желобами различных размеров, которые соответствуют профилю труб и позволяют гнуть трубы разных диаметров и кривизны.

Приведенное на рис. 84, *д* роликовое приспособление применяется для гибки труб диаметром 10—15 *мм* в холодном состоянии без наполнителей.

При помощи роликовых приспособлений (рис. 84, *е*, *ж*) гнут трубы диаметром 15—30 *мм* в холодном и горячем состояниях с наполнителями.

Трубы гнут по кривой с заданным радиусом. При гибке труб возникает деформация: внутренняя стенка трубы в месте изгиба сжимается, а внешняя, наоборот, растягивается (рис. 85). Величина деформации зависит от свойств металла, толщины стенки, радиуса и угла изгиба труб и способа гибки.

Трубы гнут двумя способами: с наполнителями и без наполнителей.

Наполнители при гибке труб применяют для того, чтобы предотвратить образование складок и сплющивание стенок. С наполнителями можно гнуть трубы любого диаметра. В качестве наполнителей используют просушенный мелкий речной песок или канифоль.

Трубы с наполнителями обычно гнут при помощи деревянных или стальных приспособлений как в холодном, так и в горячем состояниях. Трубы в холодном состоянии гнут без наполнителей или с наполнителями, а в горячем состоянии — обычно с напол-

нителями. Только толстостенные трубы, изгибаемые под большим радиусом, в горячем состоянии можно гнуть без наполнителей.

Гибка дуралюминиевых труб, наполненных песком, при помощи различных приспособлений обычно начинается с того, что трубу отжигают, т. е. нагревают до 350—400°, и охлаждают на воздухе; затем один ее конец закрывают деревянной пробкой, а через другой насыпают сухой просеянный речной песок. При наполнении песком трубу поворачивают и простукивают молотком, чтобы убедиться, что песок плотно ее заполнил, после чего второй конец трубы также закрывают деревянной пробкой. При гибке труб с песком в горячем состоянии необходимо в пробках делать отверстия для выхода газов, образующихся при нагреве.

Трубу, наполненную песком, закладывают в приспособление и гнут под требуемым углом. Гнуть трубу следует осторожно, наблюдая за тем, чтобы на стенке ее в месте изгиба не образовались складки и чтобы наружная поверхность ее не треснула. Когда труба будет изогнута, вынимают пробки и освобождают трубу от песка. При гибке с песком в горячем состоянии необходимо следить, чтобы изгибаемое место трубы было нагрето равномерно.

Гибка дуралюминиевых труб, наполненных канифолью, начинается так же, как и гибка труб с песком. Трубу гнут после того, как канифоль остынет. Если труба гнется плохо, то место изгиба подогревают паяльной лампой. После того как труба будет изогнута, выплавляют из нее канифоль, начиная с концов, но ни в коем случае не с середины, в противном случае канифоль может разорвать трубу. При выплавке канифоли нужно следить также за тем, чтобы на внутренних стенках трубы не было остатков канифоли. Чтобы улучшить структуру металла, изогнутые трубы отжигают.

Трубы из стали марок 10 и 20 гнут в холодном и горячем состояниях с наполнителями и без них. Стальные трубы диаметром до 10 *мм* при радиусе изгиба не менее 50 *мм* обычно гнут в отожженном состоянии без наполнителей; трубы диаметром от 10 до 30 *мм* при радиусе изгиба не менее 200 *мм* гнут, наполняя их песком; трубы диаметром более 30 *мм*, также наполненные песком, гнут в горячем состоянии. Гнуть стальные трубы с применением канифоли не рекомендуется, так как правка образующихся складок при изгибе в холодном состоянии крайне затруднительна.

Длина нагреваемого участка зависит от угла гибки и диаметра трубы; при угле 90° нагревается участок, равный шести диаметрам трубы, при 60° — четырем диаметрам, при 45° — трем диаметрам, при угле 30° нагревается участок, равный двум диаметрам трубы.

Место изгиба стальных труб нагревают докрасна при помощи

паяльной лампы. Если нагретая часть при проверке окажется больше намеченного участка, надо охладить излишнюю часть водой, иначе трудно получить необходимый радиус закругления.

Медные трубы гнут как в горячем, так и в холодном состояниях; в последнем случае трубы перед гибкой должны быть предварительно отожжены при 600—710° и охлаждены в воде или на воздухе. В качестве наполнителя при гибке в холодном состоянии применяют канифоль, а в горячем состоянии — просушенный и просеянный песок.

Латунные трубы гнут в горячем и холодном состояниях; в последнем случае трубы предварительно отжигают при 600—700° и охлаждают на воздухе. В качестве наполнителей употребляют те же материалы, что и при гибке медных труб.

Гибка труб с наполнителями отнимает много времени, так как заполнение труб песком или канифолью, а затем освобождение их от наполнителей и очистка труб после изгиба представляют собой трудоемкие операции; поэтому стремятся механизировать процесс гибки труб, применяя трубогибочные станки.

Станки для гибки труб разделяются на ручные и приводные. Настольный станок для ручной гибки труб (рис. 86, *а*) состоит из следующих основных частей: станины, оправки, стойки, прижима неподвижного и прижима подвижного. Оправки имеют профиль, соответствующий профилю трубы или корректированный профиль для получения наименьшей деформации поперечного сечения трубы. При гибке труб прижимы помещаются между оправкой и стойкой, закрепленной на станине на требуемом расстоянии. Трубу надевают на палец и закладывают в оправку до упора или по разметке, затем устанавливают и закрепляют неподвижный прижим, а подвижный прижим приводят в соприкосновение с трубой и также зажимают. Поворачивать рукоятку надо плавно и без рывков. Палец, изготовленный по внутреннему диаметру трубы, находясь все время в месте загиба, предохраняет трубу от овальности и складок. При толщине стенки трубы 1—1,5 *мм* и обычных радиусах закругления на данном станке можно изгибать трубы диаметром от 10 до 24 *мм*.

На рис. 86, *б* показана схема ручного трубогибочного станка для гибки труб диаметром от 10 до 30 *мм*. Для гибки труб на этом станке необходима специальная наладка основных частей станка: оправки, прижимов, гитары, пальца и контровых дисков. Гибку нужно производить следующим образом:

1) подобрать оправку *8* по заданному радиусу гибки и наружному диаметру трубы, прижимы *7* и *3* по наружному диаметру трубы, палец *2* по внутреннему диаметру трубы;

2) отрегулировать длину штанги *1* установочным винтом *10* и контровыми дисками *9* гитары *11*;

3) отвернуть винты *4* и *5* так, чтобы они не мешали установке прижимов;

4) осмотреть трубу, смазать ее изнутри и надеть на штангу *1* и палец *2*;

5) установить по разметке трубу между прижимами *7* и *3*;

6) закрепить конец трубы прижимом *7* и винтом *5*;

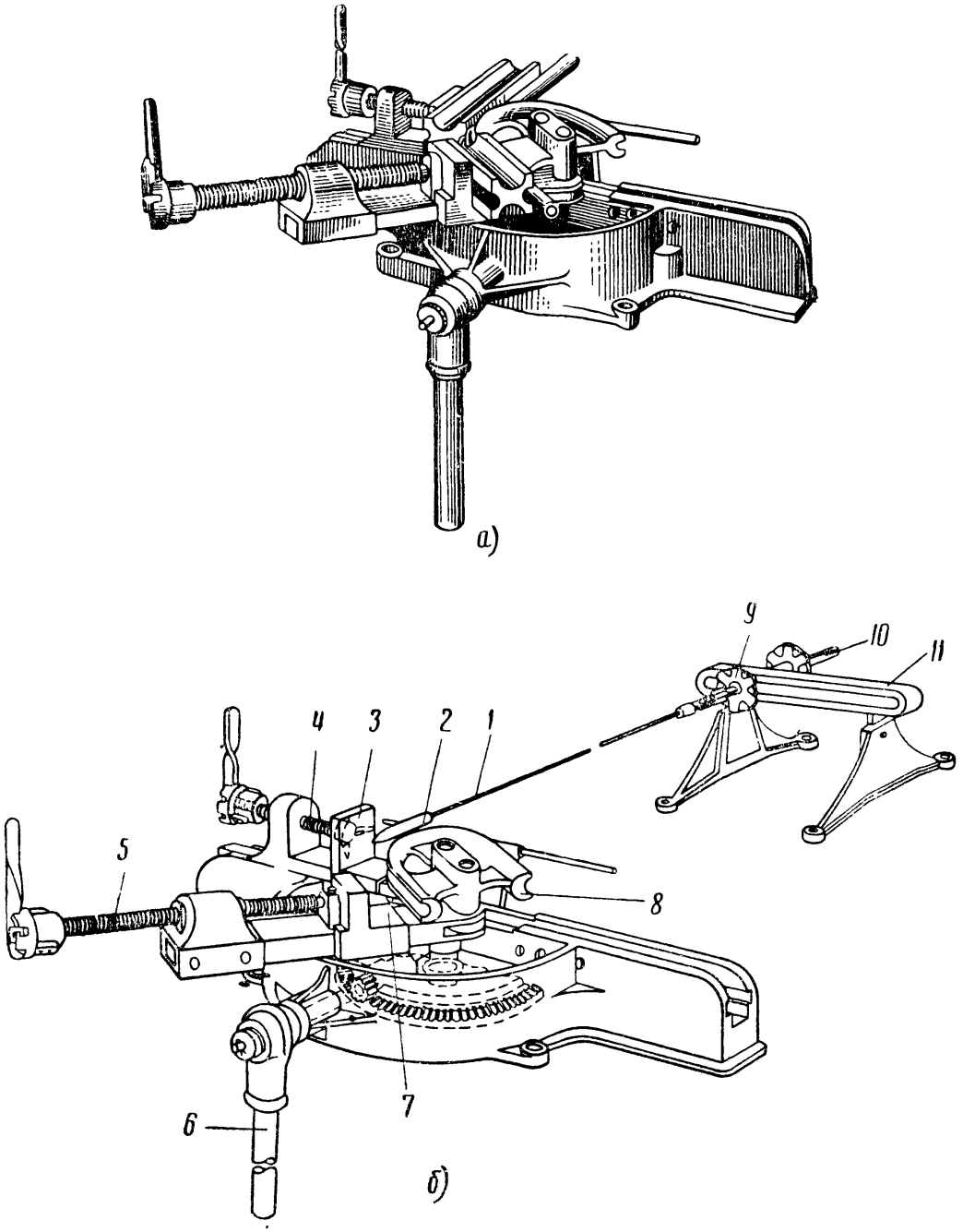



Рис. 86. Станки для гибки труб:
*а* — диаметром от 10 до 24 *мм*, *б* — диаметром от 10 до 30 *мм*

7) прижать винтом *4* прижим *3* к трубе;

8) вращать рукоятку *6* и оправку *8* до получения заданного угла гибки.

Трубы бóльших диаметров и без наполнителя гнут на приводных трубогибочных станках. Принцип работы приводных

станков почти не отличается от принципа работы ручных трубогибочных станков и сводится к огибанию трубы вокруг специальной оправки с желобами.

## § 91. ПАЯНИЕ МЕТАЛЛОВ

Современные методы паяния подразделяются на два основных вида: паяние мягкими припоями и паяние твердыми припоями.

В зависимости от требований, предъявляемых к спаиваемым изделиям, паяные швы разделяются на: 1) прочные, обладающие определенной механической прочностью, а в некоторых случаях и герметичностью; 2) плотные, т. е. сплошные швы, не допускающие проникновения какого-либо вещества; 3) плотнопрочные швы, которые должны обладать прочностью и герметичностью. При паянии применяют следующие инструменты: паяльник, паяльную лампу, шабер, щетку, кисть, паяльные клещи, струбцину.

**Паяние мягкими припоями** производят с соблюдением следующих основных правил.

1. Перед паянием детали подгоняют друг к другу, а места спайки тщательно очищают от грязи и жировых веществ. Очистка бывает механической и химической; в первом случае спаиваемые детали опиливают напильниками, чистят щетками, пришабривают, зачищают наждачным полотном; во втором случае детали промывают в бензине или керосине.

2. Места спайки деталей предварительно облуживают и покрывают флюсами, применяемыми для паяния, в зависимости от свойств металла и припоев.

3. Рабочую часть паяльника тщательно очищают от грязи и облуживают.

4. Перегрев паяльника не допускается; в зависимости от припоя температура нагрева паяльника должна быть от 200 до 600°.

5. Разогретые паяльники нельзя класть на стол или верстак, так как они могут быстро отдать свое тепло и легко загрязниться. Паяльники необходимо класть на специальные подставки.

6. На шов спаиваемых частей изделия припой наносят паяльником.

7. Спаиваемый шов подогревают до полного покрытия его припоем.

8. В тех случаях, когда припой не расходится по шву спаиваемого изделия, шов вторично покрывают флюсом.

9. Спаянный шов тщательно очищают, промывают и протирают сухой тряпкой.

10. При необходимости спаянное изделие испытывают на герметичность.

**Паяние твердыми припоями** производится с соблюдением следующих основных правил.

1. Как и при паянии мягкими припоями, места спайки очищают от грязи и жировых веществ; спаиваемые детали плотно подгоняют друг к другу. Очистка спаиваемых швов производится механическим и химическим способами.

2. Подогнанные детали в местах спайки покрывают флюсом соответствующего состава в зависимости от спаиваемого металла и припоя.

3. На шов, смоченный водой, наносят припой, смешанный с бурой. Изделие нагревают до температуры плавления припоя. При паянии серебряными и латунными припоями последние накладывают на разогретое место шва или вводят в шов, предварительно его разогрев.

4. Если припой не расходится по шву, на последний необходимо вновь насыпать флюс.

5. После паяния оставшиеся на швах флюсы удаляют непродолжительным (в течение 10—15 мин.) кипячением изделия в растворе, состоящем из 10% каустической соды, 5% машинного масла и 85% воды.

6. Спаянное и прокипяченное изделие тщательно промывают в воде, протирают сухой тряпкой и сушат.

7. В случае необходимости спаянное изделие испытывают на плотность.

Паяние алюминия имеет ряд особенностей. Алюминий при нагревании быстро покрывается тонкой пленкой окиси. Эта пленка препятствует соединению (сцеплению) алюминия с припоем, что сильно затрудняет паяние.

Прежде чем приступить к паянию изделий из алюминия, надо их кромки тщательно очистить напильником, шабером или наждачным полотном. Если возможно, кромки изделий следует скосить под углом 30—45°, придав тем самым шву V-образную форму, чтобы увеличить площадь соприкосновения припоя с кромками изделия. Затем удаляют грязь, песок и жир, промывая изделие бензином или керосином. Для полного удаления жира можно после испарения бензина медленно нагревать очищенное место пламенем паяльной лампы, пока оставшиеся органические вещества (жиры и др.) не сгорят. Образовавшийся после этого темный налет удаляют шабером или напильником.

Шов нагревают паяльной лампой до тех пор, пока наложенный припой не расплавится. Затем шабером соскабливают верхний слой алюминия со всего шва. Это делается для удаления пленки окиси с поверхности шва. Под расплавленным припоем зачищенная поверхность шва не соприкасается с кислородом воздуха, не окисляется и хорошо соединяется с припоем.

При паянии алюминиевых изделий припоями на оловянисто-цинковой основе швы в случае попадания на них влаги быстро

разрушаются. Поэтому швы надо защищать от действия воздуха или влаги слоем лака или краски.

При выполнении паяльных работ возможны случаи брака паяных изделий. Брак при пайке возникает по нескольким причинам. Небольшая шероховатость поверхности припоя может быть результатом поверхностных реакций активного флюса. Большая шероховатость поверхности и пустоты свидетельствуют о перегреве или недостаточном количестве флюса.

Выпуклые валики, образующиеся на поверхности паяного изделия, указывают на то, что изделие было недостаточно или неравномерно нагрето и что флюс применялся в недостаточном количестве.

Появление трещин на поверхности припоя указывает на наличие усадки вследствие чрезмерно больших зазоров соединений. Трещины в припое могут возникнуть также при быстром охлаждении слишком горячего паяного изделия. Чрезмерное коробление паяного изделия свидетельствует о неравномерном и чрезмерном нагреве.

Сильное изменение цвета поверхности изделия при его пайке на воздухе означает, что детали были перегреты вблизи соединения или что флюс был наложен на узкой зоне.

**Техника безопасности при паянии.** Во избежание несчастных случаев при паянии нужно очень осторожно обращаться с огнем, в особенности при работе паяльной лампой, которую нельзя сильно накачивать, иначе может произойти взрыв и пожар; нельзя держать бензин вблизи огня.

Бензиновый паяльник должен быть в исправном состоянии с сеткой, предохраняющей баллон от огня. Баллон паяльника наполняют бензином в отдельном помещении. Нагретые паяльники кладут на подставку, чтобы не вызвать пожара.

Обращение с кислотами также требует осторожности и знания их свойств. При разбавлении кислоты водой нельзя лить воду в кислоту, а нужно осторожно подливать кислоту в воду, иначе попавшая в кислоту вода быстро превратится в пар, разбрызгивающий кислоту на окружающие предметы. Капли кислоты, попавшие на тело человека, вызывают ожог.

При работе электрическим паяльником нужно следить за тем, чтобы не оголились провода. Баки, бидоны паяют открытыми. Необходимо помнить, что при чистке паяльника нашатырем выделяются ядовитые газы, которые нельзя вдыхать.

## § 92. ЛУЖЕНИЕ МЕТАЛЛА

Лужение производится двумя способами: горячим и электролитическим. Горячее лужение выполняют растиранием и погружением. Электролитический способ лужения осуществляется в специальных ваннах методом электролитического осаждения на деталь тонкого слоя олова.

Для лужения пользуются оловом и сплавами на оловянной основе.

Слой олова, покрывающий поверхность металла, является хорошим защитником от коррозии. Поэтому основное условие лужения — покрытие металлической поверхности сплошным и непроницаемым слоем полуды.

Сплавами из олова со свинцом и цинком лудят металлические изделия, чтобы предохранить их от ржавчины. Такие сплавы дешевле чистого олова и надежно защищают металл от окисления.

При лужении пользуются следующими инструментами: шаберами, паяльной лампой, лудильными клещами, щетками, волосяными кистями. Шаберы различных форм и размеров служат для удаления с поверхности деталей окиси, налетов ржавчины. Паяльная лампа используется для нагревания деталей небольших размеров. Лудильные клещи применяют для поддерживания горячих изделий. Щетки для очистки поверхности изделий насаживаются на конец гибкого вала электрической сверлильной машинки. Волосяные кисти служат для смазывания изделий кислотами и очистки их поверхности.

**Подготовка изделий** — первая операция, с которой начинают лужение.

Чем лучше будет подготовлена поверхность к лужению, тем покрытие плотнее ляжет на поверхность изделия и крепче пристанет к ней.

Порядок и характер подготовки изделий зависят от требований, предъявляемых к ним, и от метода нанесения полуды.

Подготовку изделий к покрытию оловом можно выполнить обработкой щетками, шлифованием или обезжириванием с последующим травлением.

Обработку щетками обычно применяют для изделий, поверхность которых покрыта окалиной или сильно загрязнена. Изделие перед подготовкой промывают чистой водой, а для ускорения обработки используют мелкий песок, пемзу и известь.

Неровности, которые имеются на изделиях, можно удалить шлифованием с помощью абразивных кругов и шкурок.

Для химического обезжиривания поверхностей изделий применяют 5—10-процентный раствор едкого натрия, 10—15-процентный раствор углекислого натрия, 10—15-процентный раствор фосфорнокислого натрия. Растворы обычно подогревают до 50—80°.

После обезжиривания изделия тщательно промывают в чистой воде, сменяемой несколько раз. Признаком полного удаления жировых веществ с изделия служит легкая смачиваемость его поверхности водой, которая не скатывается отдельными каплями, а растекается по поверхности изделия.

Жировые вещества можно также удалять с помощью венской извести. Минеральные масла удаляют бензином, керосином

и другими растворителями жиров. Однако применять бензин и керосин не рекомендуется, так как они огнеопасны и растворяют жиры неполностью.

Медные, латунные и стальные изделия травят в течение 20—30 мин. в 20—30-процентном водном растворе серной кислоты. Для ускорения травления стальных изделий кислотный состав подогревают.

После травления обработанные детали необходимо тщательно промыть в холодной воде, затем очистить их поверхность смоченным песком и промыть в горячей воде при температуре 80—100°.

**Горячее лужение растиранием.** Изделие, предварительно подготовленное и смазанное флюсом, нагревают настолько, чтобы наносимое на него олово плавилось и растекалось по поверхности, образуя предохранительное покрытие. Этим способом можно облуживать изделие с обеих сторон.

Флюсом служат хлористый цинк и нашатырь. Подготовленные поверхности изделия смазывают раствором хлористого цинка и нагревают паяльными лампами на переносных или стационарных горнах. Когда хлористый цинк на поверхности изделия закипит, вводят олово, которое, соприкасаясь с нагретой поверхностью, плавится. В этот момент изделие посыпают порошкообразным нашатырем. Затем жидкое олово растирают паклей, распределяя по поверхности равномерным слоем. Если из-за плохой зачистки олово в каком-либо месте не пристанет, это место снова зачищают напильником или шабером, снова подогревают, наносят олово и растирают паклей. Когда изделие остынет, его протирают смоченным песком, промывают водой, сушат.

**Горячее лужение погружением.** Подготовленные изделия погружают в лудильную ванну на определенный промежуток времени до получения на их поверхности тонкого слоя оловянистого покрытия.

Олово в лудильных ваннах рекомендуется нагревать до 270—300°, т. е. выше температуры его плавления. Перегретое в ванне олово очень быстро окисляется. Лужение при низких температурах (230—240°) невозможно. Продолжительность пребывания изделий в лудильных ваннах зависит от толщины материала изделия, его размеров и колеблется от 0,5 до 1 мин.

Лужение начинают с подготовки изделий; их предварительно обезжиривают и тщательно протравливают до получения металлически чистой, т. е. блестящей или матовой, поверхности. Подготовленное к лужению изделие помещают в лудильную жидкость. Затем его вынимают и, не давая хлористому цинку полностью стечь, погружают в оловянную ванну. В ванне расплавленное олово должно возвышаться над изделием не менее чем на 35—40 *мм*. Продолжительность пребывания изделия в ванне зависит от требуемой толщины слоя олова.

Извлеченное из ванны изделие энергично встряхивают, рас-

пределяя тем самым олово равномерным слоем и удаляя его излишки. Чтобы нейтрализовать остатки хлористого цинка, остывшее изделие погружают в воду или в слабый водный раствор соды. После этого его вытирают и сушат в чистых древесных опилках.

Если при лужении изделие не помещается в ванну, его погружают насколько возможно, а выступающую из ванны часть обливают оловом, черпая его ложкой. Эту операцию необходимо производить быстро, чтобы не остудить изделие. Если какая-либо часть поверхности изделия не принимает полуду, значит она загрязнена. Тогда нужно быстро очистить эту часть поверхности шабером или напильником и снова ее полудить.

**Двойное горячее лужение погружением** — наиболее надежный способ лужения, который состоит из двух приемов. Сначала изделие лудят погружением, т. е. после соответствующей подготовки погружают в расплавленное олово, затем промывают в горячем содовом растворе и тщательно высушивают. После этого изделие захватывают клещами и погружают в лудильную ванну с расплавленным оловом, поверх которого налито пальмовое масло или животный жир слоем 10—15 *мм*.

В лудильную ванну изделия загружают совершенно сухими. Лужение производят быстро, следя за тем, чтобы изделие нагревалось равномерно и чтобы олово имело нужную температуру. Применять какие-либо флюсы при повторном лужении не требуется. Облуженные таким способом изделия имеют блестящую глянцевую поверхность.

Остатки жировых веществ легко удаляют с изделия протиранием его сухими древесными опилками с небольшим добавлением гипса или мела.

**Техника безопасности при лужении.** При работе с серной и соляной кислотами необходимо строго соблюдать меры предосторожности.

Серная кислота на организм человека действует разрушающе, ее пары опасны. Кроме того, серная кислота огнеопасна, так как при соприкосновении с горючими веществами она их воспламеняет. Серную кислоту необходимо хранить в стеклянных бутылях с притертыми пробками. Бутыли надо оберегать от механических повреждений и держать отдельно от горючих веществ.

Соляная кислота действует на организм человека как разъедающее и раздражающее вещество. Ее также необходимо хранить в стеклянных бутылях с притертыми пробками. Бутыли, в которых хранят кислоты, надо держать в плетеных корзинах с прочными ручками; между стенками корзин и бутылями следует проложить достаточное количество соломы или сена.

При переливании кислоты из бутылей в рабочие сосуды необходимо пользоваться особыми приспособлениями (безопас-

ными воронками, сифонами и т. п.), устраняющими возможность разливания или разбрызгивания ее. При разбавлении серной и соляной кислот водой надо вливать кислоту в воду, а не наоборот.

Работы по травлению материалов или изделий кислотами следует производить в отдельном хорошо вентилируемом помещении.

При двойном лужении погружением необходимо соблюдать меры предосторожности. Так, например, пальмовое масло и жировые вещества при соединении с водой сильно пенятся, поэтому вливать их в лудильную ванну надо осторожно и постепенно, ожидая, пока часть их испарит воду.

Чтобы не вызвать вспышки жировых веществ в лудильных ваннах, олово нельзя перегревать. Для тушения возможных вспышек рядом с лудильной ванной должны находиться сосуд, наполненный содовым раствором, и мочальная кисть. Нескольких взмахов кистью, смоченной содовой водой, обычно бывает достаточно, чтобы потушить пламя, возникшее при вспышке жира.

## § 93. ПОСАДКА МЕТАЛЛА

Посадка применяется при изготовлении деталей, кромки (борта) которых отгибаются внутрь и имеют длину, меньшую длины заготовки. При этом образование кромки на детали происходит вследствие некоторого уплотнения и утолщения металла в месте посадки. Чтобы при изготовлении деталей на кромке не образовались складки излишнего металла, в местах изгиба сначала делают гофры, а затем их осаживают, т. е. делают посадку.

При посадке лист металла утолщается, так как в местах посадки частицы металла сжимаются (стягиваются). Величина утолщения листа зависит от свойств металла, его толщины, размера детали и радиуса закругления. Одни металлы легко поддаются обработке путем гофрирования и посадки, другие, наоборот, обрабатываются с трудом. Чем выше вязкость металла, тем легче он поддается посадке. Лучше других металлов обрабатывают путем гофрирования и посадки алюминий и медь.

Детали, изготовляемые в несколько приемов, подвергают промежуточным отжигам для восстановления первоначальных свойств металла, понижения его твердости и хрупкости, вызываемых упрочнением в результате посадки.

Для более ясного представления о явлениях, происходящих при посадке, рассмотрим процесс изготовления круглого днища (рис. 87, *а*).

На поверхности вырезанной и выпрямленной круглой заготовки днища проведем две окружности: диаметром $d$, равным диаметру днища, и диаметром $D$, равным диаметру заготовки,

а затем разделим их на 16 равных частей. Рассматривая любую часть, например первую, можно отметить, что дуга $aa'$ на внутренней окружности меньше дуги $bb'$ на внешней окружности.

При изготовлении днища посадкой дуга $bb'$ в каждой части должна будет сократиться на величину разности длин дуг. Так как количество частиц металла не меняется, то укорачивание дуги $bb'$ в каждой части должно произойти за счет утолщения кромки (борта) днища вследствие перемещения частиц металла. Следовательно, на кромке (борте) заготовки имеется лишний металл в виде так называемых характеристических треугольников (на рис. 87, *а* они заштрихованы).

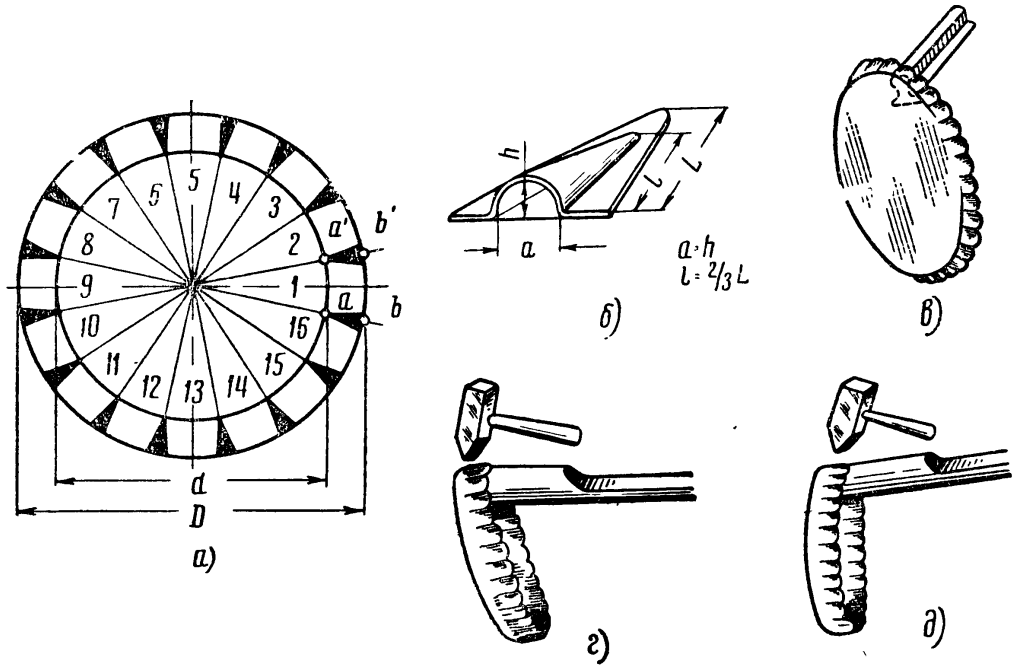



Рис. 87. Приемы посадки металла:
*а* — развертка заготовки днища, *б* — основные размеры гофра, *в, г, д* — посадка гофра на рельсе

Чтобы металл этих треугольников не пошел на образование складок на кромке заготовки, их сперва гофрируют, т. е. поднимают в ту или другую сторону, а затем разглаживают, вследствие чего происходит перемещение частиц металла на кромке заготовки. Металл перемещают от вершины треугольников к их основанию или от внутренней окружности $d$ (диаметр днища) к наружной окружности $D$ (диаметр заготовки). Для того чтобы перемещение частиц металла не нарушало их взаимного сцепления, металл должен быть вязким.

Посадка металла ручным способом производится ударными, опорными и вспомогательными инструментами (гофрилками и т. п.).

Молотки деревянные (киянки) с плоскими и выпуклыми рабочими бойками применяют для осаживания гофров. Молотки

подбирают в зависимости от величины осаживаемого гофра и свойств обрабатываемого металла. Для осаживания гофра, имеющего высоту, равную его ширине, и длину не более $^2/_3$ высоты кромки, применяют молотки диаметром 60, 70, 80 и 120 *мм*, а по высоте соответственно 100, 150, 180 и 200 *мм*.

Рабочие бойки молотков не должны иметь забоин, вмятин, сбитых кромок и трещин. Корпус молотка у рабочих бойков обтягивают и проклеивают узкой полосой полотняной ткани, что предохраняет молотки от растрескивания. Рабочие бойки молотков надо чаще опиливать напильником — это способствует получению деталей с более чистыми поверхностями и повышает срок службы молотка.

Молотки стальные для посадки металла применяют двух типов: наводильники и гладильники (см. табл. 33). Молотки-наводильники применяют для осаживания гофра. Правка кромок деталей после гофрирования и посадки производится молотками-гладильниками.

Нужно следить особенно внимательно за состоянием полировки рабочих бойков во время работы во избежание получения засечек и царапин, так как это может послужить причиной брака обрабатываемой детали.

Ручные гофрилки применяют для нанесения гофра. Рабочие поверхности гофрилок должны быть хорошо отполированы, иначе металл во время гофрирования может быть поврежден. При гофрировании листового металла могут применяться круглогубцы. Губки круглогубцев должны быть закалены и отполированы.

Посадку гофров производят молотками на плитах с ровной и чистой поверхностью. Плиты применяют разных размеров, в зависимости от размеров обрабатываемых деталей. Эта работа может производиться также на рельсовой оправке, прочно закрепленной на верстаке. Рабочая часть рельса должна быть отполирована.

Посадка металла ручным способом производится гофрированием с последующей посадкой гофров.

При изготовлении днища ручным способом при помощи ручных гофрилок или круглогубцев гофрят материал в тех местах, где должен быть изгиб кромки.

Гофры необходимо делать невысокими и располагать их равномерно, чтобы избежать образования складок, на которых при посадке гофра могут появиться трещины. Нормальным считается такой гофр, когда высота его $h$ равна ширине $a$; в этом случае длина гофра должна быть не менее $^2/_3$ высоты борта (рис. 87, *б*). Опытные рабочие стремятся делать гофр более низким и в то же время широким; такой гофр при его посадке хорошо садится, а высокие и узкие гофры в большинстве случаев нагоняются друг на друга, в результате чего образуются трещины или складки, которые выправить нельзя. Посадку гофра

производят деревянными и стальными молотками на плитах или рельсе.

При посадке гофра удары молотком нужно наносить не сильно и не часто, чтобы не получались складки и засечки на детали. Необходимо обращать внимание на то, чтобы к месту изгиба кромки не подходил конец рельса (рис. 87, *в* и *г*), иначе в этом месте металл получится очень тонким или будет пробит насквозь. Чтобы избежать брака, нужно держать днище так, чтобы конец рельса не подходил плотно к месту изгиба кромки (рис. 87, *д*). Заготовку до начала и в процессе наводки и посадки гофра следует чаще отжигать. Обычно наводку и посадку гофра осуществляют в несколько приемов, повторяя их до тех пор, пока не получится днище требуемой формы.

Посадка металла на посадочных станках позволяет повысить производительность труда в 5—6 раз по сравнению с ручной посадкой.

## § 94. ВЫКОЛОТКА МЕТАЛЛА

Выколоткой называется операция обработки листового металла ударами, в результате чего получаются выпуклые и вогнутые детали сложной формы. При выколотке металл постепенно деформируется и из заготовки получается деталь нужной формы. От ударов металл в процессе выколотки растягивается. Удлинение металла происходит вследствие уменьшения его толщины; поэтому толщина стенки готовой детали меньше толщины металла заготовки. Величина утонышения металла в месте выколотки зависит от свойств металла, его толщины, глубины выколотки и размеров детали.

Металл деформируется значительно больше при выколотке, чем при отгибании, поэтому надо учитывать свойства обрабатываемого металла, следить, не нагартовался ли металл настолько, что при дальнейшей обработке появятся трещины.

При выколотке ручным способом применяют молотки, наковальни, стойки и болванки (см. табл. 33). Деревянные молотки используют для выколотки деталей из тонкого листового металла; стальные двусторонние и односторонние шариковые молотки — для выколотки деталей на стойках и в болванках, молоток-гладильник стальной — для правки и проковки поверхностей деталей.

Ударная поверхность молотков должна быть полированной. Нужно следить за исправным состоянием полировки во избежание засечек и царапин на деталях. Для выколотки применяют наковальни сферические, круглые и овальные, стойки круглые, сферические и радиусные. Стойки для работы закрепляют в тисках или деревянных подставках.

Выколотка детали на стойке производится в несколько приемов. Прежде чем приступить к выколотке детали, надо осмотреть

заготовку, которая не должна иметь глубоких царапин, забоин, плен и других недостатков, способствующих разрыву металла во время выколотки.

Выколотку деталей сложной формы производят с применением деревянных или металлических болванок, которые должны соответствовать размерам и форме изготовляемых деталей.

Заготовку до начала и в процессе выколотки нужно отжигать для устранения внутренних напряжений.

При изготовлении полушара (рис. 88, *а*) из алюминия вначале отжигают заготовку, гофрируют ее края и делают посадку. Когда края заготовки будут осажены внутрь, приступают к выколотке

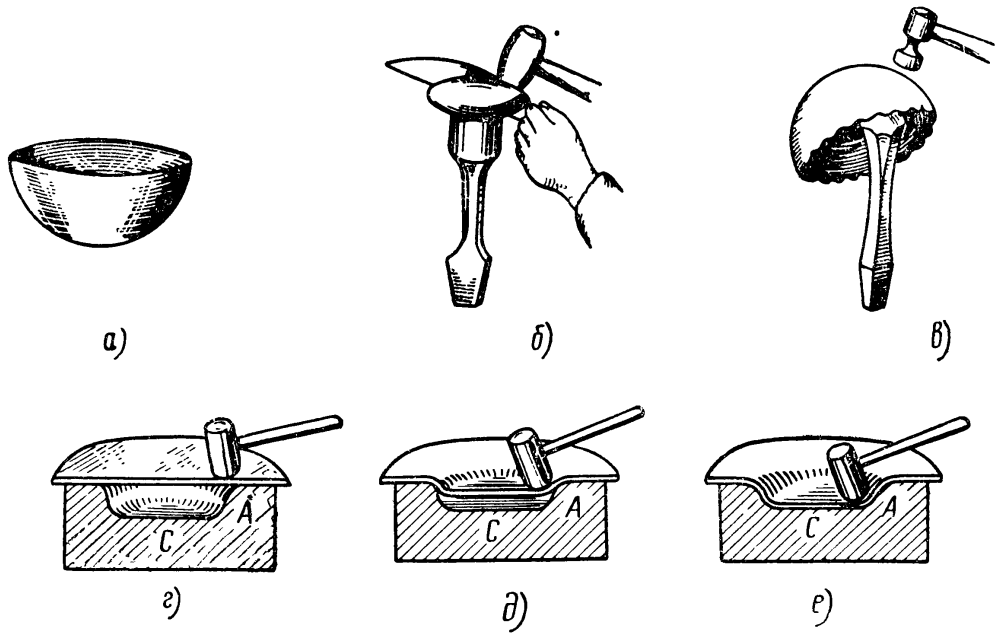



Рис. 88. Приемы выколотки металла:
*а, б, в* — выколотка полушара на стойках, *г, д, е* — выколотка чашеобразной детали по болванке

середины деревянным фасонным молотком, нанося удары немного выше точки опоры (рис. 88, *б*). Молоток нужно крепко держать в руке, иначе трудно добиться получения точных ударов и на заготовке может образоваться вмятина или пробоина.

Удары молотком следует наносить часто, но не сильно. Нужно учитывать, какое действие они оказывают на заготовку в месте удара и вокруг него. Достаточно в одном месте переколотить деталь, как металл начнет выпучиваться, и для того чтобы добиться его плотного прилегания к болванке, придется вновь подвергать деталь обработке ударами. Нельзя наносить удары по выпуклому месту. От этого выпуклое место на детали выпучивается еще больше.

Удары наносят вблизи центра заготовки и располагают их по кругу; наносить удары нужно равномерно и так, чтобы металл вытягивался постепенно, образуя небольшую выпуклость (рис. 88, *б*). Затем снова производят отжиг, наносят гофры, де-

лают их посадку, повторяя эти приемы до тех пор, пока не получится полушар требуемой формы. Края полушара необходимо загнуть внутрь немного больше, чем требуется по чертежу (рис. 88, *в*).

Окончательно проглаживают поверхность полушара на круглой стойке стальным молотком-гладильником. Края полушара, ранее загнутые внутрь больше, чем требовалось по чертежу, при проглаживании выправятся.

Обмерив полушар шаблоном или по болванке, обрезают его края, а затем опиливают напильником, чтобы удалить заусенцы.

Выколотка ручным способом деталей больших размеров с небольшой выпуклостью производится по болванкам. Выколотку производят в несколько приемов. В процессе выколотки заготовку приходится отжигать для устранения напряжений, остающихся после выколотки. После отжига металл становится более мягким, что облегчает его дальнейшую выколотку.

При выколотке заготовку детали плотно прижимают к болванке (оправке), начинают обработку от края, постепенно приближаясь к середине. Процесс выколотки детали производится от края *А* к центру *С* (рис. 88, *г, д, е*).

Выполнение выколотки в такой последовательности предохраняет металл от образования трещин. Заготовка по всей обрабатываемой поверхности вытягивается равномерно. Удары молотком как у края, так и при приближении к середине надо наносить сильные, но равномерные, чтобы деталь вытягивалась и образовывала выпуклость, т. е. постепенно вдавливалась внутрь болванки. Обычно выколотку деталей производят не сразу, а в несколько приемов, пока не получится деталь требуемой формы.

Чтобы удалить с выпуклой поверхности все неровности и отпечатки, полученные при выколотке, деталь проглаживают на стойках стальным молотком-гладильником.

## § 95. ОТБОРТОВКА МЕТАЛЛА

Отбортовка применяется при изготовлении деталей, имеющих цилиндрическую или овальную форму, кромки которых отгибают наружу под каким-либо углом. Отбортовку кромок у деталей производят также под фланцы.

Образование кромки (борта) на детали при отбортовке происходит вследствие некоторого растяжения металла. Величина утоньшения металла в месте отбортовки зависит от свойств металла, его толщины, угла гибки и размера кромки.

Отбортовка кромок у деталей производится при помощи деревянных и стальных молотков, наковален и скребков (см. табл. 33). Рабочие поверхности молотков, наковален и скребков должны быть отполированы, а рабочие кромки наковален и скребков обработаны по требуемому радиусу. Наковальни и скребки закреп-

ляют в слесарных тисках. При отбортовке применяют деревянные и металлические оправки и распорные кольца. Деревянные оправки изготовляют из твердых пород дерева. Для изготовления металлических оправок и колец применяют алюминиевые сплавы или малоуглеродистые стали. Рабочие поверхности оправок и колец должны быть тщательно обработаны и отполированы.

При отбортовке ручным способом на наковальне или скребке большое значение имеют подбор необходимых инструментов и подготовка кромки детали. При отбортовке кромки по кривой большого радиуса надо пользоваться молотком-наводильником. Кромки обрабатываемой детали должны быть ровно обрезаны и очищены от заусенцев.

Отбортовку патрубка (рис. 89, *а*) выполняют на наковальне при помощи деревянного молотка или стального молотка-наво-

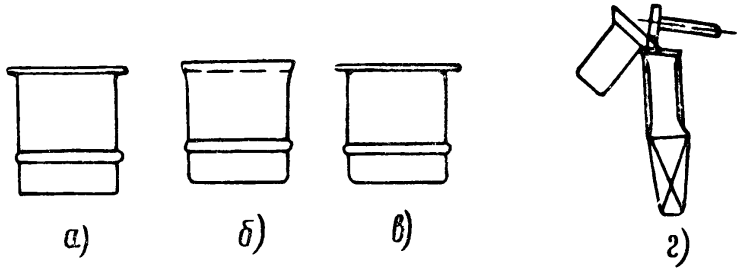



Рис. 89. Виды и отбортовка патрубков:
*а* — готовый патрубок, *б* — заготовка патрубка с раскошенными краями, *в* — патрубок, суженный в месте отгиба кромки, *г* — отбортовка патрубка на наковальне

дильника. Приступая к работе, нужно определить ширину кромки и отложить ее величину от верхнего края патрубка.

Отбортовку производят в несколько приемов. Например, чтобы отогнуть кромку в 40 *мм*, край патрубка необходимо раздать (расколотить) в стороны на 10—15 *мм* больше высоты кромки патрубка, т. е. на 50—55 *мм*, с таким расчетом, чтобы не изменился основной диаметр патрубка при дальнейшем отгибании кромки (рис. 89, *б*). Если же отбортовку кромки у патрубка производить непосредственно в месте отгиба кромки, т. е. на высоте 40 *мм* от верхнего края патрубка, без предварительной его раздачи, то во время отбортовки в месте отгиба кромки получится сужение (рис. 89, *в*). Такой патрубок трудно исправить.

После раздачи верхнего конца патрубка в стороны приступают к отбортовке, для чего патрубок устанавливают на наковальню (рис. 89, *г*) и наносят удары молотком не прямо по краям, а наискось, так как при нанесении прямых ударов на кромке могут появиться трещины. Кромка должна плотно прилегать к поверхности наковальни или стойки. Ударять по ней на весу не рекомендуется во избежание образования трещин. Отбортовку кромки производят постепенно, в два-три приема, пока кромка не будет отогнута на 90°. При отбортовке нужно распре-

делять удары молотком по всей кромке равномерно, не допуская лишних ударов по одному и тому же месту. В процессе отбортовки и после получения кромки требуемого размера место отбортовки правят гладильным молотком на наковальне.

Отбортовка ручным способом отнимает много времени, требует много металла, поэтому применяют различные приспособления, оправки и станки, которые значительно повышают производительность труда и качество работы.

Отбортовку кромок у цилиндрических деталей, например у патрубков и труб, можно производить на зигмашинах, применяя ролики соответствующей формы и размеров (см. рис. 81, *д*).

Небольшие кромки (не более 10 *мм*) на деталях, изготовляемых из металла толщиной до 0,5 *мм*, можно получить отбортовкой на ручных настольных зигмашинах. Приводные зигмашины позволяют получать кромки на деталях, изготовляемых из материала толщиной до 1 *мм*.

Получение кромки на детали при отбортовке на зигмашине производится в несколько приемов, в зависимости от толщины металла и величины кромки. В начале отбортовки деталь удерживают горизонтально, а затем ее наклоняют относительно роликов, постепенно отбортовывая кромку на требуемый угол. В процессе отбортовки деталь может слегка покоробиться. Такую деталь правят молотком на наковальне. Кромки после отбортовки обрезают по разметке и опиливают напильником.

## § 96. РАЗВОДКА МЕТАЛЛА

Разводка применяется при изготовлении деталей, кромки (борта) которых отгибаются наружу; при этом длина контура детали больше длины контура заготовки.

Образование кромок на детали в этом случае происходит вследствие растяжения металла. При разводке частицы металла перемещаются, т. е. волокна удлиняются и металл в местах разводки делается тоньше. Величина утоньшения металла в месте разводки зависит от свойств металла, его толщины, размеров кромок, угла и радиуса закругления.

Для ручной разводки применяют молотки: деревянные — при разводке деталей, изготовленных из цветных металлов, стальные — при разводке стальных деталей. Разводку производят на стальных стойках и оправках разных форм и размеров (см. табл. 33). Стойки для работы зажимают в слесарные тиски. Оправки могут быть зажаты в слесарные тиски или прочно закреплены на верстаке.

Детали с двумя отогнутыми концами под углом 90°, кромки которых располагаются наружу (рис. 90, *а*), изготовляют из профиля прямоугольной формы при применении разводки.

Для разводки заготовку профиля устанавливают на оправку или на рельс так, чтобы та часть, которая будет подвергаться обработке, лежала на рабочей части инструмента всей своей плоскостью. Заготовку нужно держать левой рукой, плотно прижимая ее кромкой к поверхности рабочей части оправки или рельса.

Концы профиля надо разводить равномерно. В тех случаях, когда от ударов деревянным молотком металл не поддается растяжению, нужно производить разводку стальными молотками-наводильниками.

Ударять следует по наружному краю кромки равномерно и таким образом, чтобы под ударами находилась площадь в $^3/_4$

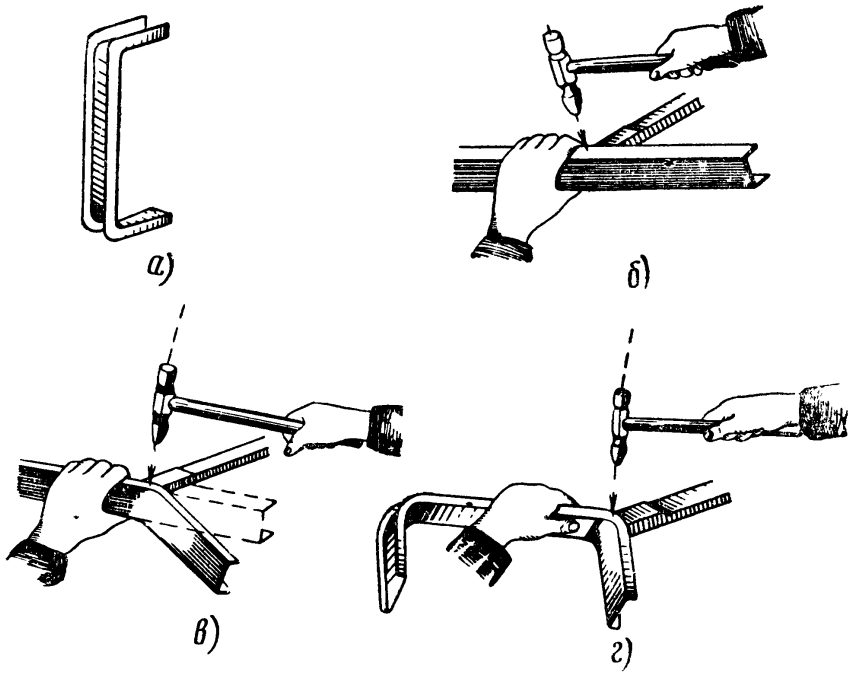



Рис. 90. Готовый профиль и приемы разводки:
*а* — готовый профиль, *б* и *в* — разводка первого конца, *г* — разводка второго конца

ширины кромки (рис. 90, *б*). При неравномерных ударах на кромках образуется волнистость. Нельзя ударять по одному и тому же месту сгиба кромки, так как могут появиться трещины.

Заготовка в месте разводки после ряда последовательных и равномерных ударов начинает слегка изгибаться (рис. 90, *в*). Как только металл начнет упрочняться (твердеть), его отжигают и снова приступают к разводке.

Момент нагартовки металла практически можно определить следующими тремя признаками: 1) прекращением разводки металла; 2) силой отдачи молотка — в результате удара молоток отскакивает энергичней; 3) звонким металлическим ударом.

В процессе разводки надо подвергать правке кромки заготовки, так как они часто получаются волнистыми, что способствует образованию трещин.

Процесс разводки продолжается до тех пор, пока заготовке

не будет придана требуемая форма (рис. 90, *г*). Углы и радиусы гибки проверяют по шаблону или по угольнику. Кромки после обрезки опиливают напильником.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие инструменты применяют при выполнении медницко-жестяницких работ?
2. Назовите фальцевые швы; каково их назначение и применение?
3. Как производится заготовка фальцев?
4. В каких случаях применяется зиговка, на каких станках она производится?
5. Как выполняют рифление на зигмашине?
6. В каких случаях применяются подсечка и закатка проволоки?
7. Как определяются минимальные радиусы гибки труб?
8. Какие наполнители используют при гибке труб и для чего их применяют?
9. Как производится нагрев и облуживание паяльника?
10. Как осуществляется паяние мягкими и твердыми припоями?
11. В чем заключается подготовка изделий для лужения?
12. Как производится горячее лужение растиранием и погружением?
13. В каких случаях и какими инструментами производят посадку металла?
14. Каков порядок выколотки заготовки вручную на стойке и по болванке?
15. Каков порядок отбортовки патрубка?
16. В каких случаях и какими инструментами выполняют разводку?

## Глава X

# КОВКА ЛОШАДЕЙ

### § 97. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Ковка лошадей — довольно сложная работа, и успешное выполнение ее зависит от знаний и опыта кузнеца. Он должен располагать всеми сведениями, относящимися к ковке лошадей, — для чего и как она производится, какие инструменты и приспособления применяются, как устроено копыто лошади, как обращаться с лошадью во время ковки и пр.[1]

Ковка лошади, т. е. прикрепление стальных подков к ее копытам, производится для того, чтобы защитить копыта от истирания, механических повреждений, предохранить лошадь от скольжения и падения при езде по горам, обледеневшим дорогам, скользкому грунту. Преждевременное истирание копыт иногда бывает столь значительным, что доходит до чувствительных частей копыта, и лошадь становится не пригодной к работе на продолжительный срок. Это происходит потому, что копыто отрастает сверху, но отрастание идет значительно медленнее, чем истирание, в особенности тогда, когда лошадь перевозит тяжести по неровной или жесткой дороге.

Прежде в кузницах лошадей ковали в особых громоздких деревянных «станках», на перекладины которых поднимали лошадь с помощью брезентовых широких ремней. Этим достигалась некоторая безопасность кузнеца, но лошадь вела себя беспокойно, «билась» в станке и нередко калечила ноги и голову. Поэтому в настоящее время подобные станки почти вышли из употребления, ковку производят «на руках», и только очень беспокойных и злых лошадей куют, связав и повалив на землю, или вводят в станок облегченной конструкции.

Различают два вида ковки — летнюю и зимнюю, которые от-

[1] При написании этой главы, кроме личного опыта автора, были использованы материалы из книги Д. А. Кувакина «Руководство для подготовки колхозного кузнеца», Сельхозгиз, 1955.

личаются друг от друга главным образом конструкцией подковных шипов. Для зимней ковки применяют подковы с заостренными шипами и подковные гвозди с заостренными шляпками. Это дает возможность лошади держаться устойчиво на обледенелой дороге, не скользить и не падать. Заостренные шипы вваривают в подкову или ввинчивают, причем последний способ считается лучшим, так как при наступлении летнего времени зимние шипы можно снять и заменить летними. Зимние шипы заостряют в виде клина: наружный шип заостряют вдоль, а внутренний — поперек. При затуплении шипы, не снимая подковы, заостряют напильниками, а при истирании заменяют другими.

Иногда вместо стальных шипов на подкову ставят резиновые подкладки и крепят их к подкове винтами. Конструкция подковы в этом случае несколько изменяется: концы подковы загибают вперед по направлению к переднему шипу; между загнутыми концами в виде перемычки ставят одну длинную резиновую подкладку и крепят ее двумя винтами к подкове; вторую резиновую подкладку ставят на место переднего шипа и тоже крепят винтами.

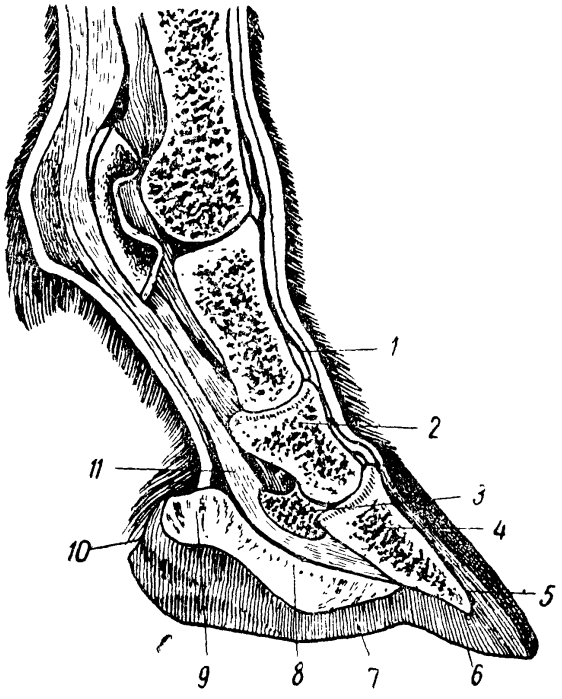
При таких подковах лошадь значительно меньше воспринимает жесткость булыжной или асфальтированной дороги и идет смелее. Однако довольно быстрый износ резиновых подкладок и затруднения, связанные с подысканием резины подходящей толщины и ширины, ограничивают возможность их применения.

## § 98. УСТРОЙСТВО КОПЫТА

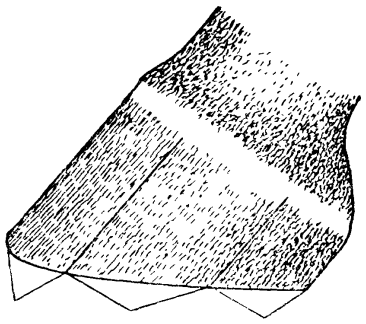
Нижняя часть ноги лошади, оканчивающаяся копытом, изображена в разрезе на рис. 91, *а*. Она состоит из чувствительных элементов (нервы, сухожилия, клетчатка, кости, хрящи) и нечувствительного рогового башмака, который срастается с клетчатой стрелкой *8*, клетчатыми мякишами *9*, связывающими его с ногой лошади. Роговая стенка *5*, роговая подошва *6*, роговая стрелка *7*, роговые мякиши *10*, клетчатая стрелка *8* и клетчатые мякиши *9* образуют копыто лошади, к которому прикрепляется подкова.

Наружную поверхность копыта принято разделять на две половины — собственно наружную, обращенную от лошади (в поле), и внутреннюю, обращенную к другой ноге лошади. Каждая из этих половин подразделяется на три части (рис. 91, *б*): зацепную, боковую и пяточную. Сроки отрастания роговых покровов у этих частей разные: зацепная часть отрастает до нормальной длины за 9—11 месяцев, боковая — за 5—7 месяцев и пяточная — за 3—4 месяца.

Главной частью копыта является роговой башмак (рис. 92), состоящий из высокой роговой стенки, роговой подошвы и роговой стрелки.




а)



б)

I II III

Рис. 91. Нижняя часть ноги лошади:

*а* — разрез нижней части: *1* — сухожилие разгибающей мышцы, *2* — венечная кость, *3* — стрелочная кость, *4* — копытная кость, *5* — роговая стенка, *6* — роговая подошва, *7* — роговая стрелка, *8* — клетчатая стрелка, *9* — клетчатые мякиши, *10* — роговые мякиши, *11* — сухожилие сгибающей мышцы, *б* — части копыта: *I* — зацепная, *II* — боковая, *III* — пяточная

**Роговая стенка** (рис. 92, *а*) состоит из наружного, среднего и внутреннего слоев. Наружный слой *3* тонкий, покрыт прозрачной блестящей оболочкой, которая служит защитой роговой стенки от влияния высокой температуры, сырости и др. и носит название глазурной оболочки. Средний слой *2* роговой оболочки толщиной до 15 *мм* состоит из тонких роговых трубочек и является основой роговой стенки. Внутренняя поверхность роговой стенки *1* покрыта тонкими роговыми листочками, расположенными параллельными рядами по внутренней поверхности стенки. Место соединения рядов этих листочков с роговой подо-

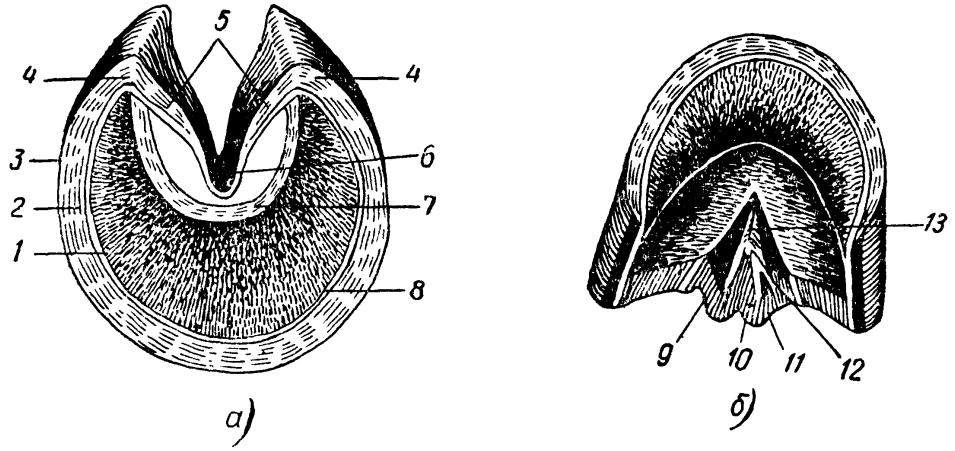



Рис. 92. Роговой башмак:

*а* — роговая стенка, *б* — роговая стрелка: *1* — внутренняя поверхность роговой стенки, *2* — средний слой, *3* — наружный слой, *4* — заворотные стенки, *5* — пяточные углы, *6* — соединительный угол, *7* — венечный желоб, *8* — белая линия, *9, 10, 12* — бороздки, *11* — бедра, *13* — гребень

швой называется белой линией *8*. В задней части копыта роговая стенка заворачивается и образует венечный желоб *7*, две заворотные стенки *4*, два пяточных угла *5* по сторонам этих стенок и один соединительный угол *6*. Нижний край роговой стенки, обращенный к земле, называется подошвенным.

Высота роговой стенки башмака спереди уменьшается по направлению к пяточной части, и поэтому переднее копыто образует с поверхностью земли угол, равный примерно 45°, а заднее — примерно 50°. Толщина роговой стенки копыта в зацепной части наибольшая; по направлению к боковой части она уменьшается и в пяточной части достигает наименьших размеров.

**Роговая подошва** — часть рогового башмака, обращенная к земле и расположенная между подошвенным краем роговой стенки и соединительным и заворотными углами. Эта часть защищает копытную кость от повреждений и способствует правильной постановке ноги лошади на землю.

**Роговая стрелка** (рис. 92, *б*) расположена в задней части рогового башмака и прикрывает от повреждений клетчатую стрелку. По форме она напоминает треугольник, вдвинутый одним из острых углов в роговую подошву, и состоит из гребня *13*,

двух возвышений *11*, называемых бедрами, и трех бороздок *9*, *10*, *12*.

По внешнему виду здоровое копыто лошади можно определить, руководствуясь следующими признаками: поверхность роговой стенки копыта ровная и гладкая, роговая подошва слегка вогнута, роговая стрелка упругая, бедра и бороздки ее отчетливо выделяются, переднее копыто в зацепной части шире, а в пяточной у́же, а заднее, наоборот, в зацепной части у́же, а в пяточной — шире.

## § 99. ПОДГОТОВКА ЛОШАДИ ДЛЯ КОВКИ

**Внешний осмотр лошади.** Чтобы правильно и прочно подковать лошадь, надо выяснить, какова постановка ног лошади и проверить состояние копыт. То и другое осуществляется посредством внешнего осмотра лошади кузнецом. Осмотр передних ног производится спереди и с боков, а осмотр задних ног — сза-

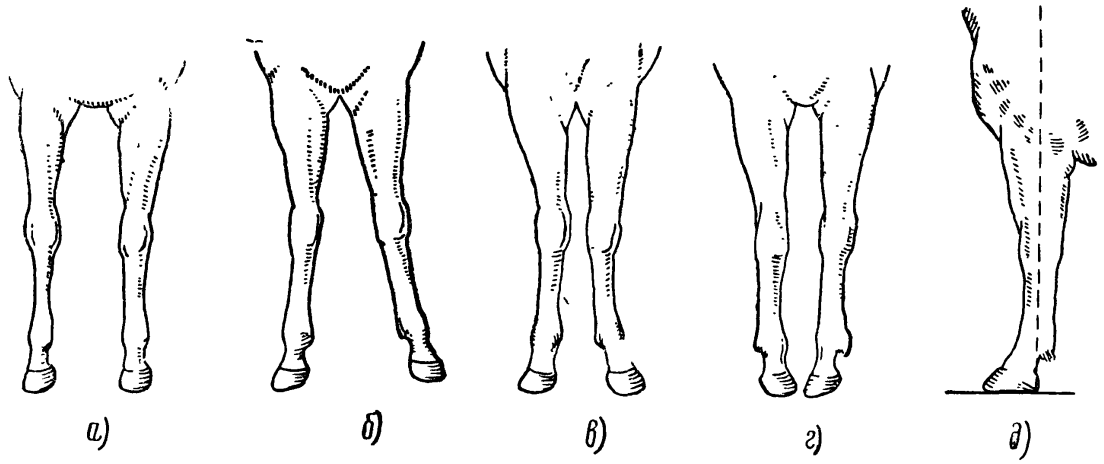



Рис. 93. Постановка передних ног лошади:
*а* — правильная постановка при осмотре спереди, *б* — широкая, *в* — узкая, *г* — вогнутая, *д* — правильная постановка при осмотре сбоку

ди и с боков. У лошади с правильной постановкой при осмотре спереди и сзади ноги должны стоять отвесно, а бабки ног должны быть наклонены вперед на 45—50°.

На рис. 93, *а* показана правильная постановка передних ног лошади. Различают несколько видов неправильной постановки передних ног лошади при осмотре спереди: при широкой постановке (рис. 93, *б*) ноги лошади отклонены наружу друг от друга; при узкой постановке (рис. 93, *в*) — внутрь друг к другу; при вогнутой постановке (рис. 93, *г*) ноги лошади вогнуты по направлению друг к другу.

При осмотре передних ног сбоку возможны три случая: нога стоит правильно, отвесно (рис. 93, *д*), отклонена назад или наклонена вперед.

На рис. 94, *а* показана правильная постановка задних ног лошади. Различают три вида неправильной постановки задних

ног: широкую (рис. 94, *б*), узкую (рис. 94, *в*) и коровью (рис. 94, *г*).

При осмотре задних ног сбоку возможны также три случая: нога стоит правильно, отвесно (рис. 94, *д*), отклонена назад или наклонена вперед.

Нередко встречаются лошади с косолапой постановкой ног, у которых копыто повернуто внутрь или наружу по отношению к остальным частям ноги. Косолапость наблюдается как на всех четырех ногах, так и попарно — только на передних или только на задних.

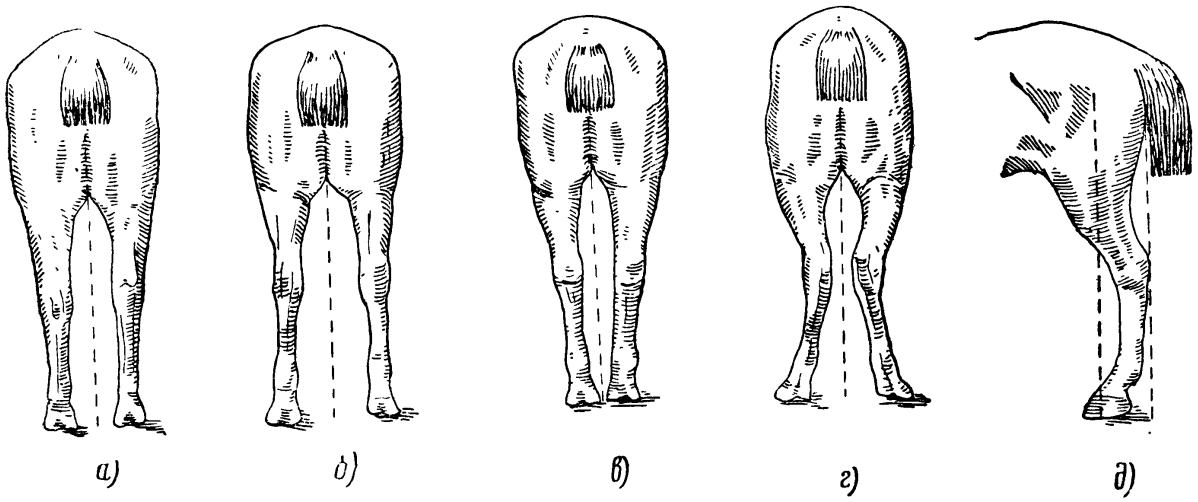



Рис. 94. Постановка задних ног лошади:
*а* — правильная постановка при осмотре спереди, *б* — широкая, *в* — узкая, *г* — коровья, *д* — правильная постановка при осмотре сбоку

Неправильная постановка ног вызывает и неправильную, искаженную форму копыт, что нужно учитывать при изготовлении подковы и ковке лошади. Так, при широкой постановке ног копыта будут косыми наружу, а при узкой — косыми внутрь. В первом случае при расчистке копыта со стороны роговой стенки, обращенной внутрь, к другой ноге, следует срезать меньший слой, а со стороны, обращенной наружу, — больший. Во втором случае при расчистке снимается меньший слой со стороны копыта, обращенной наружу, и больший — со стороны, обращенной внутрь.

Внешний осмотр лошади не должен ограничиваться осмотром ног, когда лошадь стоит, находясь в спокойном состоянии. Очень важно посредством внешнего осмотра установить правильность хода лошади, выяснить, не хромает ли она. Для этого лошадь проводят перед кузнецом шагом или прогоняют рысью. Правильный ход характеризуется свободными движениями лошади, свободным сгибанием и разгибанием ног, смелой постановкой копыта на землю. Лошадь с неправильным ходом идет неуверенно, задними ногами достает передние («кует» ногами) или задевает левыми ногами правые («засекает»).

Неправильный ход лошади должен учитываться кузнецом при расчистке копыта, изготовлении подковы и прикреплении ее к копыту. Если на ногах лошади есть ранения, ее нужно расковать и дать им зарубцеваться.

Хромота у лошади быстро обнаруживается на ходу: лошадь «припадает», т. е. старается не ступать на больную ногу и опирается только на здоровые ноги. От этого ее ход становится неправильным. Хромую лошадь надо расковать и показать ветеринарному врачу.

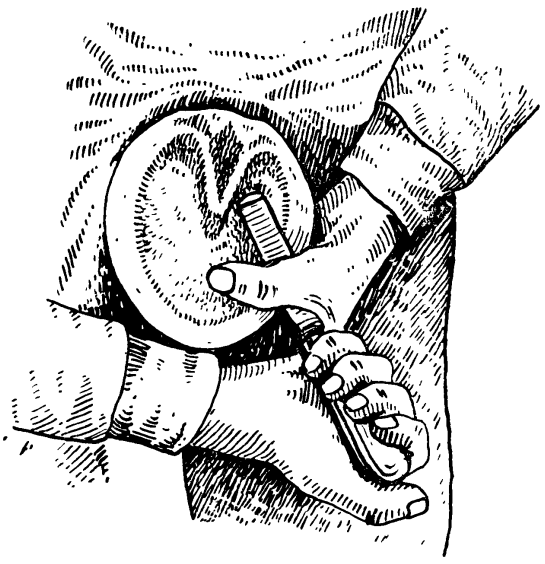


Рис. 95. Расчистка копыта копытным ножом

Для осмотра копыта ногу лошади нужно согнуть в колене назад и поднять нижнюю часть в положение, удобное для осмотра. В результате осмотра кузнец должен выяснить: здорово ли копыто, какой оно формы, хорошо ли прилегала к копыту старая подкова и как она истерлась (износилась). Одинаково истертая на обеих ветвях подкова — хороший признак: он указывает на то, что и расчистка копыта и крепление подковы в предыдущую ковку были сделаны правильно. Неодинаково истертая на обеих ветвях подкова — плохой признак: большая истертость той или другой ветви указывает на то, что соответствующая сторона копыта была недостаточно срезана.

Кузнецу приходится либо ковать некованую лошадь, либо перековывать ранее кованную лошадь.

В первом случае для подготовки лошади к ковке кузнец производит только расчистку копыта, а во втором — удаление старой подковы и расчистку копыта.

**Расчистка копыта.** Расчистку копыта делают для того, чтобы удалить омертвевшие роговые части подошвы, стрелки и роговой стенки. Нередко приходится срезать и здоровые части подошвенного края роговой стенки, которая в периоды между ковками сильно отрастает и мешает подгонке подковы к копыту. Расчистку производят копытным ножом, как показано на рис. 95. Срезание ножом нужно выполнять обеими руками, причем правая рука делает нажим, а левая направляет нож. Расчистку следует начинать с роговой подошвы, верхний, омертвевший, покров которой нужно срезать до тех пор, пока он не перестанет крошиться и не начнет срезаться целыми стружками темного цвета. Роговую стрелку следует очистить от подгнивших кусков, отросшие части роговой стенки откусить острыми

клещами, а затем выровнять ее ножом. После расчистки края роговой подошвы и стенки зачищают рашпилем.

Расчистка копыта — ответственное дело и выполнять ее нужно после тщательного осмотра копыта; небрежная, торопливая или неумелая расчистка может привести к ранениям ноги лошади, плохой подгонке подковы. Для хорошего выполнения расчистки кузнец должен срезать подошву так, чтобы обеспечивалось плотное прилегание к ней подковы, не разрушать глазурь роговой стенки, не прижигать раскаленным железом подошву для ее размягчения и ускорения процесса срезания,

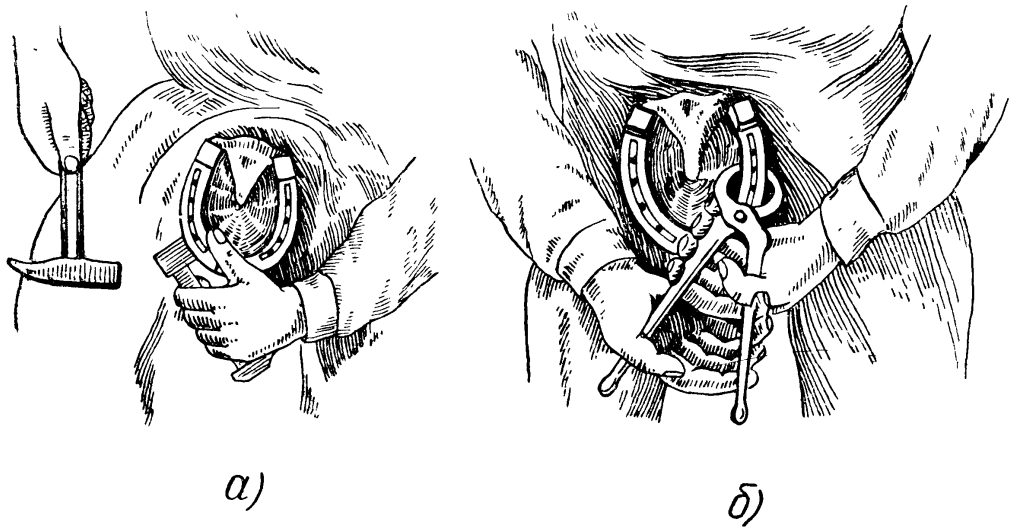



Рис. 96. Удаление старой подковы с копыта:
*а* — отгибание старых гвоздей с помощью обсечки, *б* — оттягивание клещами обеих ветвей подковы от копыта

так как это может вызвать воспаление чувствительных частей копыта, не допускать чрезмерного срезания роговых частей и не уменьшать размера копыта.

При ковке обеих передних или задних ног после расчистки необходимо сравнить оба копыта и убедиться в том, что они одинаково подрезаны и зачищены. В противном случае кузнецу следует продолжать расчистку до тех пор, пока оба копыта не будут одинаково подрезаны и зачищены.

**Удаление (снятие) старой подковы.** При перековке лошади сначала снимают старую подкову, а затем производят расчистку копыта так, как было описано выше. Снятие старой подковы выполняется с помощью ручного молотка, обсечки и клещей. Кузнец поднимает ногу лошади, сгибает ее в колене и зажимает между своими ногами, как показано на рис. 96. Затем, ударяя молотком по обуху обсечки, кузнец отгибает концы старых гвоздей, загнутых к поверхности роговой стенки, и откусывает эти концы клещами. Потом, легко обстукав подкову молотком, оттягивает клещами концы каждой ветви от копыта

на 7—10 *мм* для того, чтобы немного вытянуть гвозди, прикрепляющие подкову, из роговой стенки. После этого он снимает клещи и легкими ударами молотка по подкове прижимает ее к прежнему месту на подошве; при этом шляпки подковных гвоздей выходят из гвоздевой дорожки настолько, что легко захватываются клещами и выдергиваются. Затем нужно тщательно осмотреть роговую стенку и обязательно удалить клещами или тонкими шпильками все остатки гвоздей. Снятую подкову также нужно тщательно осмотреть и по ее истиранию установить дефекты ковки и способы их устранения.

Чтобы избежать образования вмятин на роговой стенке, рекомендуется при захвате ветвей подковы клещами наклонять их вдоль подковы, а не поперек.

После снятия старой, изношенной подковы производят расчистку копыта по способу, описанному выше.

Последняя операция в работах по подготовке лошади к ковке — снятие мерок с тех копыт, которые предполагается подковать. Мерку снимают после расчистки копыта и в том порядке, который указан в §§ 101 и 104.

## § 100. ИНСТРУМЕНТЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ КОВКЕ ЛОШАДЕЙ

Все работы по ковке или перековке лошади выполняют инструментами, изображенными на рис. 97.

**Копытный нож** (рис. 97, *а*) употребляют для расчистки




Рис. 97. Инструменты, применяемые при ковке лошадей:
*а* — копытный нож, *б* — ковочный молоток, *в* — ковочные клещи, *г* — ключ, *д* — обсечка острая, *е* — обсечка тупая, *ж* — лапа, *з* — рашпиль

нижней поверхности копыта — роговой подошвы, роговой стрелки, роговой стенки. Так как нижняя поверхность копыта неровная, нож делают изогнутым (дугообразным), нижнюю его кромку заостряют, а верхнюю, по которой иногда наносят удары

молотком, оставляют тупой. Длина выпрямленного лезвия ножа 200—210, а согнутого 140—150 *мм*. Копытный нож изготовляют из инструментальной стали марок У7, У8, и лезвие его закаливают. Ручку ножа в виде двух склепанных плашек изготовляют из яблони, рябины и других деревьев твердой породы.

**Ковочный молоток** (рис. 97, *б*) употребляют для забивания гвоздей при креплении подковы и вытаскивания старых гвоздей при снятии изношенной подковы. Один конец молотка — круглый, с заваленными краями, с чисто обработанной поверхностью, а другой — плоский, раздвоенный, с заостренными краями. Круглым концом кузнец забивает гвозди, а плоским, раздвоенным — вытаскивает. Вес ковочного молотка 0,4—0,5 *кг*, материал — углеродистая сталь марок У7, У8. Ручку молотка длиной 350—400 *мм* изготовляют из деревьев твердой породы (рябина, клен, дуб), зачищают стеклом и шкуркой и прочно закрепляют в молотке.

**Ковочные клещи** (рис. 97, *в*) предназначены для различных операций, связанных со съемом изношенной подковы, удерживанием и переноской горячей подковы, откусыванием концов подковных гвоздей и пр. Для удобства в работе длина клещей должна быть не более 300 *мм*, края их губок заостряют, ручки делают круглыми и обрабатывают напильником.

**Ключ** (рис. 97, *г*) и **лапа** (рис. 97, *ж*) применяются при отвинчивании старых, изношенных и завинчивании новых, сменных шипов. Для выполнения этих операций с различными по величине шипами на внутренних поверхностях каждой стороны зева ключа имеются зазубрины. При отвинчивании и завинчивании шипов лапу накладывают на подкову и удерживают ногу лошади неподвижно, чтобы предупредить возможные ранения.

**Обсечка острая** (рис. 97, *д*) применяется для обрезки твердых частей рогового башмака, которые нельзя обрезать копытным ножом. Ее выполняют в виде прямого короткого ножа с острым лезвием и толстым обушком, по которому наносят удары молотком, вследствие чего лезвие отсекает затвердевшие излишние роговые части копыта. Рукоятку острой обсечки в виде двух пластин изготовляют из дерева твердой породы, под каждую пластину подкладывают полосу кожи для смягчения ударов молотка; обе пластины склепывают тремя заклепками.

Обсечки изготовляют из инструментальной стали У8; рабочие части их подвергают закалке и отпуску.

**Обсечка тупая** (рис. 97, *е*) имеет два конца: один — в форме топорика, заостренным концом которого обсекают загнутые концы старых подковных гвоздей, другой — в форме острого шипа, которым выбивают обломки старых подковных гвоздей из копыта.

**Рашпиль** (рис. 97, *з*) — плоский широкий напильник с крупной и мелкой насечкой применяют для сглаживания и выров-

нивания неровностей нижней поверхности копыта после зачистки ее ножом, а также для сглаживания и округления краев копыта при подгонке подковы. Длина рашпиля 300—350 *мм*, ширина 45—50 *мм*, толщина 12—15 *мм*.

Все инструменты, необходимые для ковки лошади, обычно хранят в деревянном ящике с ручкой, в специальных его гнездах. Хранение и переноска инструментов в таком ящике очень удобны в полевых условиях.

## § 101. КОВКА ЛОШАДЕЙ

**Приемы обращения с лошадью.** Ковка лошади — расчистка копыт и прикрепление подков обычно беспокоят и пугают ее. Поэтому во время ковки нужно стараться успокоить лошадь, называть ее по кличке, осторожно, без рывков и окриков поднимать и опускать ее ноги, не бить лошадь, если она продолжает сопротивляться, терпеливо ждать, пока она успокоится.

При ковке строптивой и злой лошади, которая может укусить кузнеца или ударить его ногой, нужно особенно внимательно следить за ее ушами и глазами. Когда лошадь собирается укусить или ударить, она прижимает уши, наклоняет голову и злобно косит глазами. Чтобы успокоить лошадь, кузнец должен ласково обращаться с ней, давать ей посоленный хлеб. Если это не действует, кузнецу следует строго прикрикнуть на нее и пригрозить кнутом. Если и это не действует, надо наложить закрутку на нижнюю губу лошади, связать ей ноги, повалить на землю и в этом положении произвести ковку или завести лошадь в станок.

Во время ковки необходимо через каждые 10—15 мин. давать отдых лошади на 2—3 мин., опуская на землю подковываемую ногу, иначе лошадь устает и начинает беспокоиться.

**Приемы ковки передних ног.** Для ковки кузнец должен поднять переднюю ногу лошади. С этой целью он подходит к лошади обязательно спереди, ласково окликает и оглаживает ее, становится сбоку и надавливает ладонью левой руки на лопатку лошади, вследствие чего лошадь переносит тяжесть тела на три ноги, освободив от напряжения левую переднюю ногу (рис. 98, *а*). Затем кузнец правой рукой осторожно охватывает нижнюю часть ноги лошади, поднимает ее и зажимает между своими коленями (рис. 98, *б*). После этого, взяв соответствующий инструмент, снимает изношенную подкову (при перековке расчищает копыто и снимает мерку) и по завершении этих операций изготовляет новую подкову, подгоняет ее и прикрепляет к копыту (см. § 102).

При ковке передней правой ноги лошади кузнец в начале работы становится сбоку не у левой, а у правой лопатки и надавливает на нее ладонью правой руки, поднимая левой рукой правую ногу лошади.

**Приемы ковки задних ног.** При ковке задних ног лошади конюх должен обязательно держать ее под уздцы. Кузнец подходит к лошади спереди, ласково окликает и оглаживает ее, останавливается у моклака левой задней ноги, кладет левую

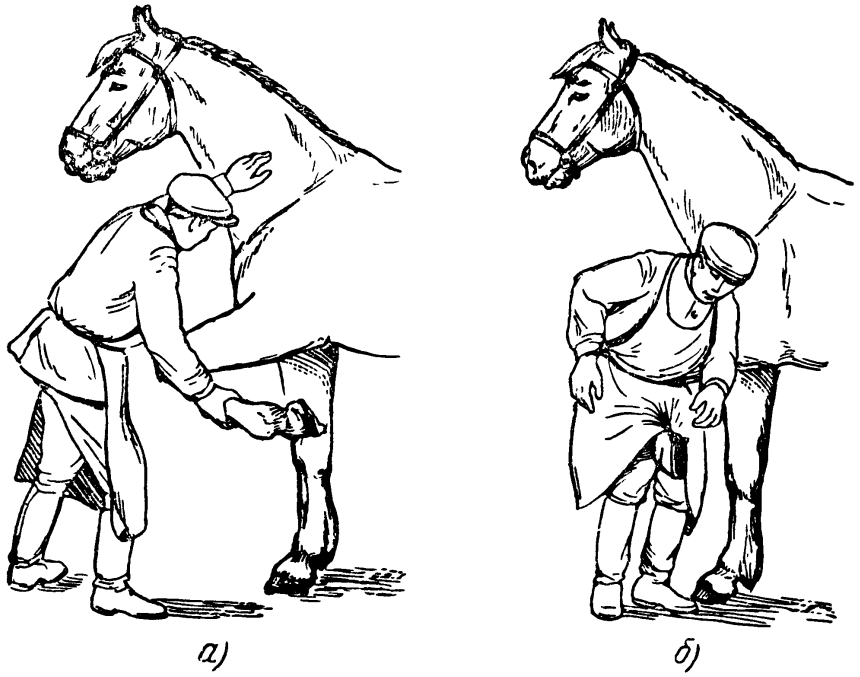



Рис. 98. Приемы ковки передних ног лошади:
*а* — подъем ноги, *б* — зажим ноги между коленями кузнеца

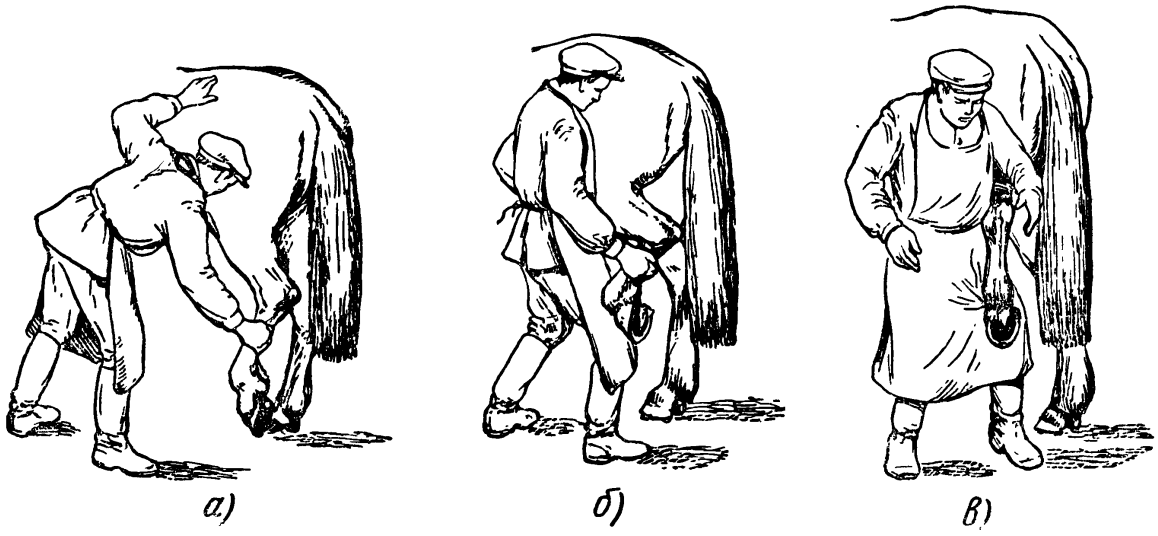



Рис. 99. Приемы ковки задних ног лошади:
*а* — захват ноги, *б* — подъем ноги, *в* — укладка копыта на ногу кузнеца

руку на круп лошади, а правой осторожно охватывает ногу внизу (рис. 99, *а*), поднимает ее (рис. 99, *б*) и кладет на свою левую ногу так, чтобы занять устойчивое положение и чтобы руки были свободны (рис. 99, *в*). Дальнейшая работа кузнеца протекает так же, как и при описанной выше ковке передней ноги, т. е. кузнец снимает изношенную подкову (если произво-

дится перековка), расчищает копыто, снимает мерку для подковы, изготовляет подкову, подгоняет ее и прикрепляет к копыту.

При ковке правой задней ноги кузнец останавливается у моклака правой задней ноги, кладет на круп лошади правую руку, а левой охватывает внизу и поднимает правую ногу лошади так же, как это делалось им при ковке левой задней ноги. Все остальные операции выполняются в том же порядке, как и при ковке левой задней ноги.

## § 102. ПОДГОНКА И КРЕПЛЕНИЕ ПОДКОВЫ К КОПЫТУ

Лошадь должна быть подкована не только прочно, но и правильно, т. е. так, чтобы подкова по размерам соответствовала копыту, не затрудняла ход лошади, не сдавливала ей ногу. Поэтому подгонка подковы и ее крепление должны быть выполнены кузнецом с особой тщательностью, так как небрежное выполнение этих операций может вывести лошадь из рабочего состояния на продолжительный срок.

**Подгонка подковы к копыту.** Различают два вида подгонки подковы к копыту — теплую и холодную. При теплой подгонке подкова подогревается до 70—100° для того, чтобы легче и быстрее установить и устранить неплотности между копытом и поверхностью подковы по пятнам, остающимся на подошвенном крае роговой стенки от соприкосновения с теплой подковой. При холодной подгонке подкова не подогревается, процесс длится дольше, подкова подгоняется менее плотно, чем при теплой подгонке.

Процесс подгонки состоит в следующем: подкову прикладывают к подошвенному краю роговой стенки так, чтобы гвоздевая дорожка и гвоздевые отверстия совпали с белой линией рогового башмака, и добиваются того, чтобы подкова плотно прилегала к подошвенному краю роговой стенки, но не касалась роговой подошвы и роговой стрелки; с боков и спереди подкова должна выступать за край рогового башмака на 1—1,5 *мм*, а сзади концы ее должны выступать за пяточную часть на 3—5 *мм*. Все бугорки подошвенной части, выступы, неровности, перекосы удаляются копытным ножом или рашпилем.

Необходимо подгонять подкову по копыту, а не копыто по подкове, так как в последнем случае роговой башмак может оказаться срезанным настолько, что лошадь станет неработоспособной. Плохо пригнанная или не соответствующая размерам копыта подкова вредно отражается на состоянии лошади. Так, большие и тяжелые подковы затрудняют ход лошади, а маленькие подковы сдавливают копыта и слабо защищают их от повреждений. Неправильно пробитые гвоздевые отверстия могут вызвать «заковку», т. е. проникновение подковных гвоздей в чувствительные части копыта; поэтому в изготовленной подкове

проверяют направление отверстий. Для этого вставляют гвозди в отверстия и проверяют их размеры и направление острых концов. Если отверстия пробиты правильно, то гвозди должны иметь следующие направления: первый и второй от зацепа — небольшой уклон внутрь, третий гвоздь — отвесное и четвертый — небольшой уклон наружу. Таким образом, направление гвоздей должно соответствовать наружной поверхности роговой стенки и быть таким, чтобы концы гвоздей вышли наружу, поверх этой поверхности, не задевая чувствительных частей ноги.

Теплая подгонка подковы позволяет быстрее и плотнее подогнать подкову к копыту. Поэтому колхозный кузнец должен предпочитать теплую подгонку холодной, помня, однако, что температура подковы должна быть не более 100°.

**Крепление подковы к копыту.** После подгонки подковы приступают к креплению ее гвоздями к копыту. Для этого кузнец, подняв ногу лошади и зажав ее между своими коленями (см. рис. 98), накладывает подкову на копыто и забивает сначала зацепной гвоздь, располагаемый с внутренней стороны копыта, затем зацепной гвоздь, располагаемый с наружной стороны копыта. Потом, загнув концы обоих гвоздей, опускает ногу лошади и проверяет, насколько сдвинулась подкова в ту или другую сторону. Незначительное смещение можно устранить легкими ударами молотка, а в случае большого смещения подкову снимают, исправляют ее положение и вновь крепят двумя зацепными гвоздями.

Когда подкова на копыте примет правильное положение, кузнец забивает остальные гвозди, строго соблюдая углы их наклона. Вбивать гвозди следует легкими ударами молотка и так, чтобы шляпки их полностью входили в гвоздевые дорожки, а концы выходили на поверхность роговой стенки на высоте $^1/_3$ всей высоты роговой стенки и места их выходов располагались ровно, по одной линии. Затем выгнутые концы гвоздей откусывают клещами на расстоянии 2—3 *мм* от поверхности роговой стенки, плотно подтягивают подкову к копыту и загибают концы гвоздей по направлению к подкове. Для этого клещи выпуклой стороной губок упирают в концы гвоздей, а молотком ударяют по шляпкам, вследствие чего концы гвоздей несколько загибаются. Так как эти концы должны быть плотно пригнаны к поверхности роговой стенки, то по ним легко ударяют молотком, предварительно приставляя клещи выпуклой стороной губок к шляпкам гвоздей, чтобы ударами молотка не сдвинуть гвозди. Ударами молотка концы гвоздей загибаются и несколько раздаются в ширину, образуя так называемые «барашки», которые плотно прижимаются к бороздкам на поверхности роговой стенки, выпиливаемым в соответствующих местах ребром или концом рашпиля.

Чтобы убедиться в доброкачественности ковки, лошадь сле-

дует провести 5—10 *м* шагом, а затем 15—20 *м* рысью. Если она не хромает и ход ее остался нормальным (таким же, как и до ковки), можно считать, что ковка выполнена доброкачественно; в противном случае надо произвести перековку.

**Дефекты ковки.** После ковки иногда обнаруживаются дефекты, связанные с неправильной подгонкой и прикреплением подковы к копыту, расчисткой копыта, подбором подковы, вследствие чего лошадь начинает хромать или теряет свой прежний ход.

Хромота и припадание на ту или иную подкованную ногу могут быть вызваны несколькими причинами, чаще всего «заковкой». В этом случае необходимо немедленно установить, какие гвозди беспокоят ногу лошади, и удалить их. Для этого поднимают ту ногу лошади, на которую она хромает, и постукивают молотком по шляпкам всех гвоздей по очереди. Когда кузнец постукивает по шляпке того гвоздя, который вызывает боль и хромоту, лошадь начинает беспокоиться, выдергивает ногу из рук кузнеца. Такой гвоздь необходимо немедленно извлечь из копыта и, если на нем обнаружится кровь, влить немного йода или чистого дегтя в отверстие, оставшееся после гвоздя в копыте. Вбивать вместо этого гвоздя новый не рекомендуется, подкову следует оставить прикрепленной только остальными семью гвоздями. Если этой меры окажется недостаточно и хромота не прекратится, лошадь нужно освободить от работы и показать ветеринарному врачу.

Хромота может появиться также в результате «засечки», т. е. ранения ноги лошади выступающими частями подковы другой ноги, вследствие неправильной подгонки подковы. Засечки часто появляются у лошадей с узкой постановкой ног или с неправильным ходом, когда лошадь задними ногами достает до передних, «кует» и наносит ранения передним ногам. В этих случаях следует тщательно осмотреть ноги лошади, промыть раны, смазать йодом и перевязать. Кроме того, необходимо установить, какая нога наносит ранения, и перековать ее.

Чтобы избежать причин, вызывающих хромоту и неправильный ход лошади, необходимо при ковке соблюдать следующие основные требования: а) осторожно расчищать копыто, не допуская повреждения его мясистых частей; б) пользоваться нормальными подковными гвоздями: толстые гвозди могут расколоть роговую стенку, тонкие слабо прикрепляют подкову, длинные легко сгибаются и уходят в сторону, расщепленные или расколотые гвозди часто вызывают «заковку»; в) не забивать гвозди одним или двумя резкими ударами молотка, так как это может расколоть копыто или направить гвозди в сторону чувствительных частей копыта; г) не исправлять неправильного положения подковы ударами молотка в тех случаях, когда она прикреплена к копыту двумя гвоздями, так как это может расколоть копыто или направить гвозди на его чувстви-

тельные части; д) не притягивать особенно сильно клещами гвозди для более прочного прикрепления подковы, так как это может вызвать разрушение поверхности роговой стенки, сгибание гвоздей и надавливание на чувствительные части копыта; е) при забивании гвоздей обращать особое внимание на их направление, точно соблюдая указания, приведенные выше.

## § 103. КОНСТРУКЦИЯ ПОДКОВ

В условиях колхозной кузницы подковы нередко изготовляют ручной ковкой.

Конструкция конской подковы несложна. Подкова представляет собой незамкнутую дугу, изготовленную из полосовой стали толщиной от 10 до 14 *мм*, шириной от 20 до 30 *мм*. Для крепления подковы гвоздями к копыту лошади в подкове де-

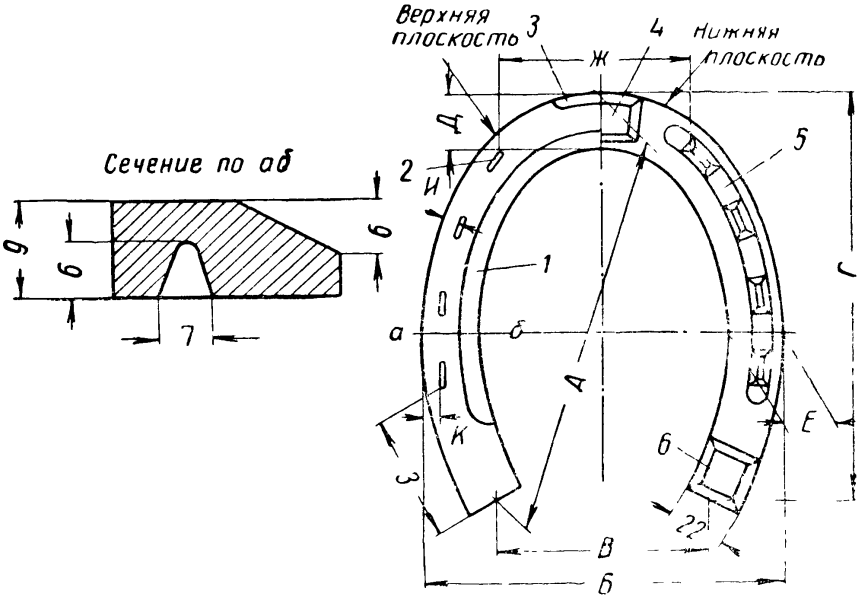



Рис. 100. Подкова с постоянными шипами:
*1* — бухтовка, *2* — гвоздевые отверстия, *3* — отворот, *4* — передний (зацепной) шип, *5* — гвоздевая дорожка, *6* — задний (пяточный) шип

лают восемь сквозных отверстий. Три шипа на подкове — один на лобовой части и два на концах — предназначены для того, чтобы ноги лошади не скользили.

На рис. 100 показано устройство и приведены основные размеры подковы. Плоскость подковы, прилегающая к копыту лошади, называется верхней, а противоположная ей — нижней. Если мысленно разделить подкову на две одинаковые части по вертикальной плоскости, то часть, обращенная к другой ноге лошади, называется внутренней ветвью подковы, а противоположная ей, обращенная от ноги лошади наружу, называется наружной ветвью.

В нижней плоскости в обеих ветвях подковы имеются ка-

Таблица 38

## Размеры и вес наиболее употребительных стандартных подков (рис. 100)

| Показатели | Буквенное обозначение размеров | Размеры подков в *мм* и вес в *г* | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | |
| | | перед. | задн. | перед. | задн. | перед. | задн. | перед. | задн. | перед. | задн. | Допуски |
| Длина подковы от середины отворота до конца ветвей | А | 122,1 | 119,8 | 130,1 | 130,5 | 142,3 | 142,6 | 150,1 | 148,8 | 161,2 | 159,9 | ±3 |
| Расстояние между наружными краями и самой широкой частью закругления | Б | 105 | 105 | 114 | 114 | 122 | 122 | 133 | 133 | 140 | 140 | ±3 |
| Расстояние между концами ветвей | В | 47 | 54 | 52 | 58 | 63 | 66 | 66 | 68 | 69 | 68 | ±3 |
| Расстояние от отворота до линии, соединяющей концы ветвей | Г | 120 | 117 | 128 | 128 | 139 | 139 | 147 | 145 | 158 | 156 | ±3 |
| Ширина подковы в передней части | Д | 22 | 22 | 24 | 24 | 25 | 25 | 25 | 25 | 26 | 26 | ±2 |
| Ширина подковы посредине ветвей | Е | 20 | 20 | 20 | 20 | 21 | 21 | 21 | 21 | 22 | 22 | ±2,5 |
| Расстояние между двумя передними гвоздевыми отверстиями | Ж | 44 | 40 | 50 | 46 | 52 | 50 | 58 | 54 | 60 | 56 | ±2 |
| Расстояние между последним гвоздевым отверстием и концом ветви | З | 56 | 56 | 60 | 60 | 65 | 65 | 68 | 68 | 70 | 70 | ±5 |
| Расстояние от второго гвоздевого отверстия до наружного обвода | И | 7 | 7 | 7 | 7 | 8 | 8 | 8 | 8 | 9 | 9 | ±1,5 |
| Расстояние от пяточного гвоздевого отверстия до наружного обвода | К | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 6,5 | 6,5 | ±1,5 |
| Вес верховой подковы в *г* | — | 355 | 355 | 412 | 395 | 485 | 470 | 525 | 525 | 590 | 565 | ±5% |
| Вес упряжной подковы в *г* | — | 372 | 372 | 425 | 408 | 498 | 483 | 538 | 570 | 578 | 648 | ±5% |

навки *5*, называемые гвоздевыми дорожками, в которых пробиты гвоздевые (сквозные) отверстия *2* для подковных гвоздей. Размеры гвоздевой дорожки должны быть такими, чтобы в ней можно было поместить шляпку подковного гвоздя. На этой же плоскости крепят три подковных шипа: два пяточных *6* и один передний *4*.

На верхней поверхности подковы расположены в передней части отворот *3*, выходные отверстия *2* для гвоздей и скос на внутренних сторонах подковы, называемый бухтовкой *1*. Отворот *3*, представляющий собой дугообразный выступ толщиной не более 3—5 *мм*, оттянутый с передней части подковы, делают для более плотной пригонки подковы и более прочного крепления ее к копыту. Бухтовка служит для того, чтобы подкова не касалась мягких подошвенных частей копыта и не вызывала болевых ощущений в ноге лошади.

Для работы лошади в летних условиях применяют летние подковы с тупыми шипами или совсем без шипов, а для работы в зимних условиях — зимние подковы с острыми шипами.

Размеры отдельных элементов и вес подков различны и определяются размерами копыт, а также условиями работы лошади. Наиболее употребительные размеры и вес подков приведены в табл. 38.

## § 104. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПОДКОВЫ РУЧНОЙ КОВКОЙ

Изготовление подковы ручной ковкой выполняется в следующей последовательности: 1) расчистка и измерение копыта лошади; 2) выбор полосы, разметка и отрубка заготовки; 3) ковка подковы; 4) контроль контуров и размеров подковы.

Опытные кузнецы изготовляют подкову за четыре или даже за три нагрева в течение 18—20 мин., кузнецы средней квалификации — за 4—5 нагревов в течение 20—25 мин. Работу по изготовлению поковки выполняют два человека — кузнец и молотобоец.

Ниже приводится описание процесса изготовления подковы (каждой операции в отдельности).

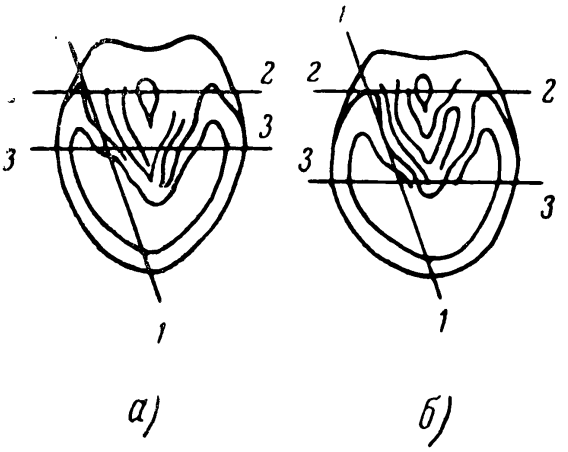


Рис. 101. Схема измерения копыт: *а* — заднего, *б* — переднего

**Расчистка и измерение копыта.** Копыто тщательно очищают от грязи, осторожно обрезают копытным ножом, зачищают рашпилем излишние наросты с боков и спереди.

После расчистки измеряют масштабной линейкой поверхность копыта в трех направлениях (рис. 101):

а) длину от середины передней (выпуклой) части до наружной пяточной части по линии *1—1* с припуском на размер 3—5 *мм* для верховой лошади и 4—8 *мм* для упряжной;

б) ширину копыта в широкой части по линии *3—3* с припуском 2—4 *мм* для того, чтобы изготовленная подкова была несколько шире копыта;

в) ширину задней части копыта по линии *2—2*.

**Выбор полосы, разметка и отрубка заготовки.** Подковы изготовляют из стали, которая хорошо куется и сваривается. Наиболее подходящая для этого — сталь марки Ст. 2, Ст. 3; профиль ее — полоса. Размеры сечения полосы принимают разные в зависимости от назначения подковы: для верховой лошади (10—12)×(20—22) *мм*, легкоупряжной 12×25 *мм*, тяжеловозов 14×30 *мм*. Выбранную полосу размечают по длине на заготовки и рубят чаще всего в холодном состоянии. Длину одной заготовки определяют по данным измерения копыт вместе с припусками, с добавкой металла на шипы, угар и обсечки. Длину заготовки без большой ошибки можно определить, сложив ширину и длину измеренного копыта (с припусками) и добавив к полученному размеру 50—70 *мм* на шипы, угар и обсечки. Например, при измерении копыта длина его по линии *1—1* с припуском оказалась равной 195 *мм*, а ширина по линии *3—3* с припуском — 145 *мм*. Сложив эти данные и добавив 70 *мм* на шипы, угар и обсечки, получим длину заготовки: $l = 195 + 145 + 70 = 410$ *мм*.

Для рубки размеченную полосу укладывают на наковальню широкой стороной, с помощью кувалды и зубила делают надрубы с обеих сторон и, опирая на рог наковальни место надруба, ломают полосу.

**Ковка подковы.** Процесс ковки приведен в технологической карте (табл. 39).

## § 105. ИНСТРУМЕНТЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ПОДКОВ

При изготовлении подков применяются кузнечные инструменты общего назначения и инструменты специального назначения — бухтовальный кузнечный молоток, короткие клещи, дорожник, зубило, гладилка, пробойник, шпилька.

**Бухтовальный кузнечный молоток** (рис. 102, *а*) весом около килограмма имеет одну круглую головку (с закругленными краями), а другую — прямоугольную с незакругленными краями. Круглая головка (бухтовальная) предназначена для таких работ по изготовлению подковы, при выполнении которых особенно необходимо избегать подрубок, складок, следов с резкими углами и т. п.

**Короткие клещи** (рис. 102, *б*) имеют плоские губки, расстояние между которыми должно быть не более 20 *мм*; длина клещей — не более 500 *мм*.

**Дорожник** (рис. 102, *в*) для изготовления гвоздевой дорожки представляет собой инструмент с тупым рабочим концом, расположенным перпендикулярно к ручке. Размеры рабочего конца должны обеспечивать изготовление гвоздевой дорожки глубиной от 4 до 8 *мм* и шириной от 5 до 9 *мм* (в зависимости от номера подковы); в дорожке должны помещаться головки гвоздей с таким расчетом, чтобы они не опускались ниже нижней плоскости подковы.

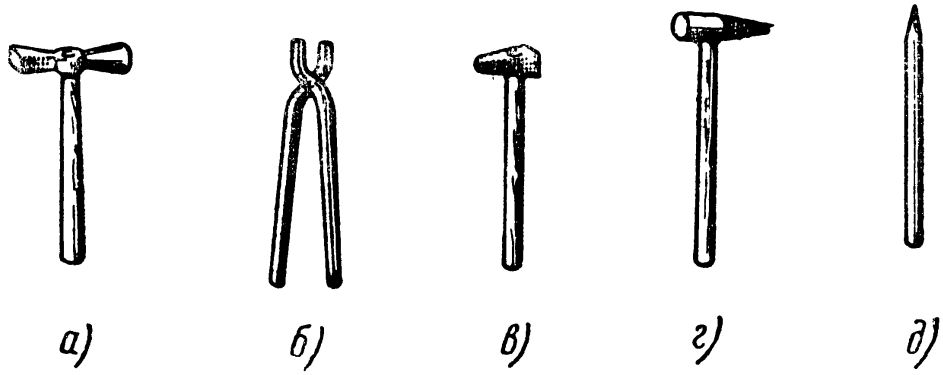



Рис. 102. Инструменты для изготовления подков:
*а* — бухтовальный молоток, *б* — клещи, *в* — дорожник, *г* — пробойник, *д* — шпилька

**Пробойник** (рис. 102, *г*) служит для пробивания гвоздевых отверстий. Рабочий конец его — прямоугольного сечения, обеспечивающий изготовление гвоздевых отверстий, выходная часть которых имеет ширину от 2,5 до 3,1 *мм*, а длину от 4,6 до 5,3 *мм* (в зависимости от номера подковы). Рабочую часть пробойников иногда изготовляют круглого сечения; в этом случае окончательная форма гвоздевому отверстию придается шпилькой прямоугольного сечения соответствующих размеров.

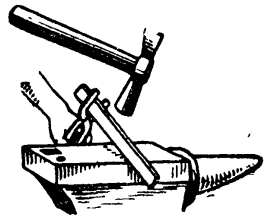
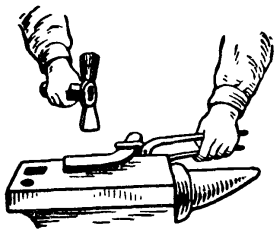
Пробойник для пробивания отверстия под ершик переднего шипа имеет круглое сечение диаметром не более 6—8 *мм* и небольшую конусность по направлению к концу рабочей части.

**Шпилька** (рис. 102, *д*) для окончательного формования и для прочистки гвоздевых отверстий может иметь сечение рабочей части в форме прямоугольника с размерами, равными размерам выходной части гвоздевых отверстий, и в форме круга диаметром не более 2 *мм*. В последнем случае шпилька применяется только для прочистки отверстий.

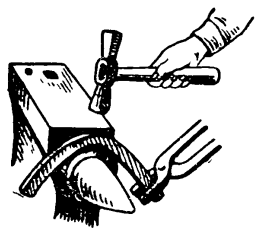
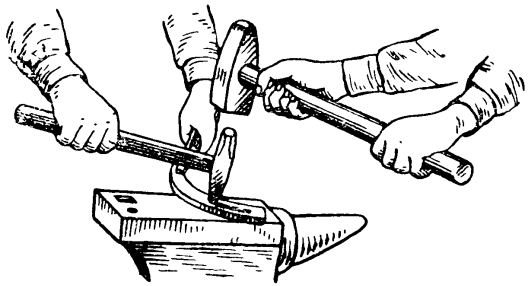
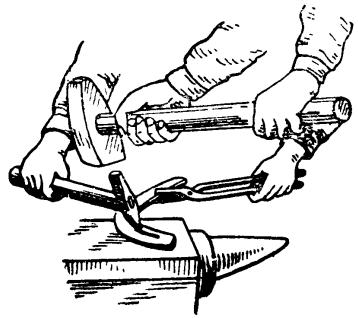
Гладилки для выглаживания поверхности подков и зубила для рубки металла на заготовки и для надрубки ершика на заготовке переднего шипа применяют обычного типа (см. § 42).

Таблица 39

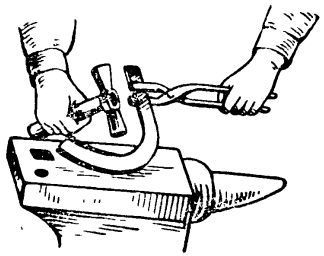
**Технологическая карта ковки подковы**

| № операции | Наименование операции | Оборудование и инструмент | Эскизы переходов | Пояснение |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Первый нагрев заготовки до температуры 1200° (нагревать не более $^3/_4$ длины заготовки) | Кузнечный горн, кузнечные клещи | | Заготовку нагреть до ярко-белого цвета |
| 2 | Предварительный изгиб заготовки посредине на угол 120° | Клещи, бухтовальный молоток |  | |
| 3 | Вытяжка первой ветви на соответствующую длину по широкой и узкой граням | Клещи, кувалда, бухтовальный молоток |  | Удары молотком и кувалдой наносить попеременно по широкой и узкой граням заготовки. Толщина на всем протяжении ветви одинакова и равняется примерно 9—12 *мм*, ширина у отворота 25 *мм*, а к концу ветви 22—23 *мм* |
| 4 | Второй нагрев первой ветви до ярко-белого цвета | Кузнечный горн, клещи | | |

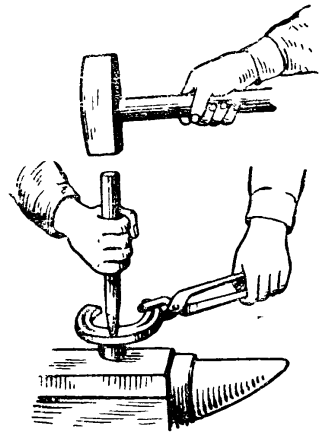
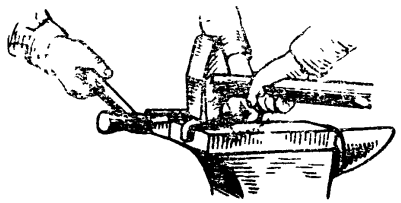
Продолжение табл. 39

| № операции | Наименование операции | Оборудование и инструмент | Эскизы переходов | Пояснение |
|---|---|---|---|---|
| 5 | Изгибание первой ветви на роге наковальни в дугу в соответствии с контуром копыта и выравнивание неровностей | Клещи, бухтовальный молоток, гладилка |  | Чтобы легче было загнуть конец ветви для шипа, его не изгибают, а оставляют прямым на расстоянии 40 *мм* от конца |
| 6 | Продораживание (изготовление гвоздевой канавки) в первой ветви глубиной 4—8 *мм* и шириной 5—9 *мм* | Дорожник или зубило с тупым концом, кувалда, клещи |  | Гвоздевую дорожку прорубают на расстоянии 7—8 *мм* от наружного края подковы. Начинают прорубание, отступя 55—70 *мм* от конца ветви и заканчивают не доходя до середины подковы в лобовой части на 20—25 *мм* |
| 7 | Пробивание в первой ветви четырех гвоздевых отверстий шириной 2,5—3,1 *мм* и длиной 4,6—5,3 *мм* | Пробойник, клещи, кувалда |  | Расположение гвоздевых отверстий показано на рис. 100. Вертикальные оси гвоздевых отверстий направлены различно:<br>у первого и второго (считая от отворота) — с небольшим уклоном внутрь, у третьего — отвесно, у четвертого — с небольшим уклоном наружу соответственно направлению роговой стенки копыта |

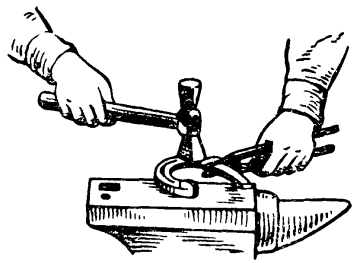
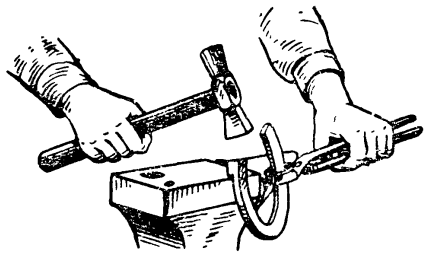
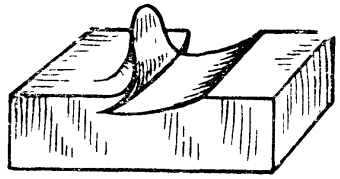
Продолжение табл. 39

| № операции | Наименование операции | Оборудование и инструмент | Эскизы переходов | Пояснение |
|---|---|---|---|---|
| 8 | Бухтовка первой ветви (скашивание внутренней кромки на верхней плоскости подковы) | Клещи, бухтовальный молоток |  | Бухтовка начинается от середины подковы и кончается ниже четвертого гвоздевого отверстия на 10—15 *мм* |
| 9 | Правка первой ветви (выравнивание верхней поверхности подковы и удаление заусенцев) | Гладилка, кувалда | — | |
| 10 | Третий нагрев (второй ветви) до ярко-белого цвета | Кузнечный горн, клещи | — | |
| 11—14 | Ковка второй ветви, т. е. выполнение 3, 5, 6 и 7 операций в той же последовательности, в какой они выполнялись при ковке первой ветви | Те же, что при выполнении 3,5, 6 и 7 операций | — | |

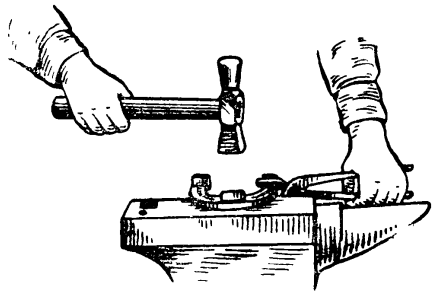
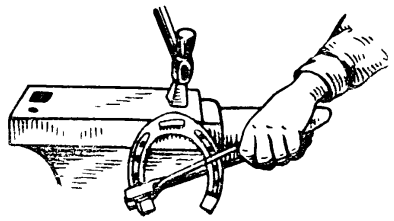
Продолжение табл. 39

| № операции | Наименование операции | Оборудование и инструмент | Эскизы переходов | Пояснение |
|---|---|---|---|---|
| 15 | Пробивка отверстия в лобовой части для вваривания переднего шипа | Клещи, пробойник, кувалда, подкладное кольцо |  | Пробойник диаметром около 8 *мм* для выполнения этой операции должен иметь небольшую конусность |
| 16—17 | Окончание ковки второй ветви, т. е. выполнение 8 и 9 операций в той же последовательности, в какой они выполнялись при ковке первой ветви | Те же, что при выполнении 8 и 9 операций | — | |
| 18 | Четвертый нагрев обоих концов подковы | Кузнечный горн, клещи | — | |
| 19 | Загибание концов подковы на угол 90° (последовательно, одного за другим) для образования задних шипов | Кувалда, ручной молоток |  | |

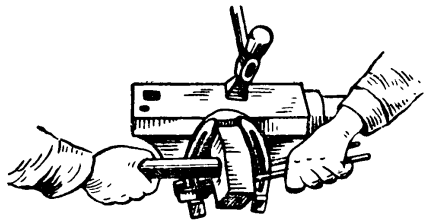
Продолжение табл. 39

| № операции | Наименование операции | Оборудование и инструмент | Эскизы переходов | Пояснение |
|---|---|---|---|---|
| 20 | Прижим загнутых концов к нижней плоскости обеих ветвей (последовательно, одного за другим) | Клещи, бухтовальный молоток |  | |
| 21 | Ковка на заданную форму и окончательная отделка задних шипов (последовательно, одного за другим) | Клещи, бухтовальный молоток |  | Задним шипам для летней подковы придается призматическая форма, длина их 20—22 *мм*, высота 14—20 *мм*. Наружному заднему шипу для зимней подковы придается заостренная (пирамидальная) форма, а внутреннему — кубическая |
| 22 | Ковка заготовки длиной около 40 *мм* для переднего шипа из полосы 20×10 *мм* или 25×12 *мм* (изготовление ершика и отрубка заготовки) | Клещи, зубило, кувалда, кузнечный молоток |  | Нагрев полосы производят одновременно с нагревом (четвертым) для ковки задних шипов. Материал для ершика надрубают зубилом, поставленным наклонно к полосе, отгибают под прямым углом и округляют в соответствии с пробитым в подкове отверстием |

Продолжение табл. 39

| № операции | Наименование операции | Оборудование и инструмент | Эскизы переходов | Пояснение |
|---|---|---|---|---|
| 23 | Склепывание заготовки переднего шипа с подковой | Клещи, бухтовальный молоток |  | Ершик переднего шипа вставляют в отверстие подковы так, чтобы желобок от вырубки ершика был обращен внутрь подковы. Конец ершика с обратной стороны подковы следует загнуть |
| 24 | Пятый нагрев подковы (до сварочной температуры) в месте ее соединения с передним шипом | Кузнечный горн, клещи | — | Чтобы передний шип прогрелся одновременно с подковой, следует подкову уложить в горн шипом вниз. Во время нагрева место сварки посыпают песком |
| 25 | Сварка подковы с передним шипом и отделка его до заданных размеров | Клещи, бухтовальный молоток, кувалда |  | Подкову вынимают из горна, укладывают на наковальню шипом вверх и, нанося легкие удары по середине шипа и по бокам, соединяют шип с подковой |

Продолжение табл. 39

| № операции | Наименование операции | Оборудование и инструмент | Эскизы переходов | Пояснение |
|---|---|---|---|---|
| 26 | Оттягивание отворота (козырька) в передней части подковы шириной у основания 20—30 *мм* и высотой 10—15 *мм* | Клещи, бухтовальный молоток, кувалда |  | Отворот (козырек) после оттягивания следует выровнять на роге наковальни |
| 27 | Окончательная отделка подковы (выравнивание, выглаживание, удаление заусенцев и неровностей, прочистка шпильками гвоздевых отверстий и пр.) | | — | В случае крупных недоделок и дефектов для их устранения рекомендуется еще раз нагреть поковку до ярко-красного цвета и произвести необходимые доделки и исправления |
| 28 | Контроль контуров и размеров по шаблонам | Шаблоны | — | Шаблоны изготовляет кузнец из листовой стали |

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Для чего производится ковка лошадей?
2. Из каких частей состоит роговой башмак и каково назначение этих частей?
3. В чем заключается подготовка лошади к ковке?
4. Как производится расчистка копыта лошади перед ковкой?
5. Опишите процесс удаления старой подковы с копыта лошади.
6. Какие инструменты применяются для ковки и каково их назначение?
7. Расскажите о приемах ковки передних и задних ног.
8. Как крепится подкова к копыту лошади?
9. Каковы возможные дефекты ковки?
10. Расскажите об устройстве подковы.
11. Как производится обмер копыта?
12. Опишите процесс изготовления подковы.
13. Какие инструменты применяются при ковке подковы?

## Глава XI

# УСТРОЙСТВО И РЕМОНТ ТЕЛЕГ, САНЕЙ И КОЛЕС

### § 106. УСТРОЙСТВО ОДНОКОННОЙ ТЕЛЕГИ

Наиболее употребительными являются четыре типа колхозных телег: а) одноконная с открытым верхом без бортов (полок); б) одноконная с высокими бортами; в) пароконная с высокими бортами и г) двуколка (на двух колесах). В устройстве всех этих телег есть много общего. Ширина колеи (расстояние

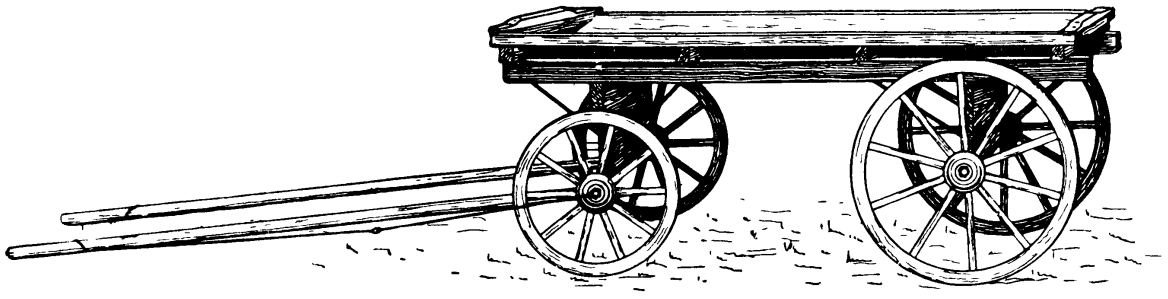


Рис. 103. Одноконная телега ППО-55 Жуковского обозостроительного завода

между колесами) у всех телег обычно принимается равной 1000 *мм*, передок — отъемный, диаметр передних колес колеблется в пределах 600—700 *мм*, задних — в пределах 800—900 *мм*, крепление и соединение отдельных частей телег выполнено стальными тягами, болтами с гайками и пр.

**Одноконная телега ППО-55** Жуковского обозостроительного завода (рис. 103). Такая телега удобна для перевозки грузов и людей. Основные показатели телеги следующие: грузоподъемность 0,5 *т*, вес телеги 190 *кг*, ширина колеи 1000 *мм*, диаметр колес передних 630 *мм*, задних 800 *мм*. На рис. 104 показаны основные части этой телеги и размеры их.

Полок телеги представляет собой небольшую деревянную

площадку размером 2100×1260 *мм*, ограниченную с боков продольными деревянными брусками *9* (рис. 105), а спереди и сзади — поперечными фигурными брусками *10*. Дно полка выложено настилом — деревянными досками *8* толщиной 20 *мм* — и опирается на четыре основания *7* полка, расположенные по всей длине полка на расстоянии 600 *мм* друг от друга.

Крепление различных частей полка произведено большими и малыми болтами с резьбой и гайками, а также коваными гвоздями. Так, продольные бруски *9* скреплены с основаниями *7* болтами *11* диаметром 10 *мм*; каждая доска, уложенная на дно полка, скреплена с основаниями четырьмя коваными небольшими гвоздями со сферическими головками, фигурные бруски *10* скреплены с досками коваными гвоздями.

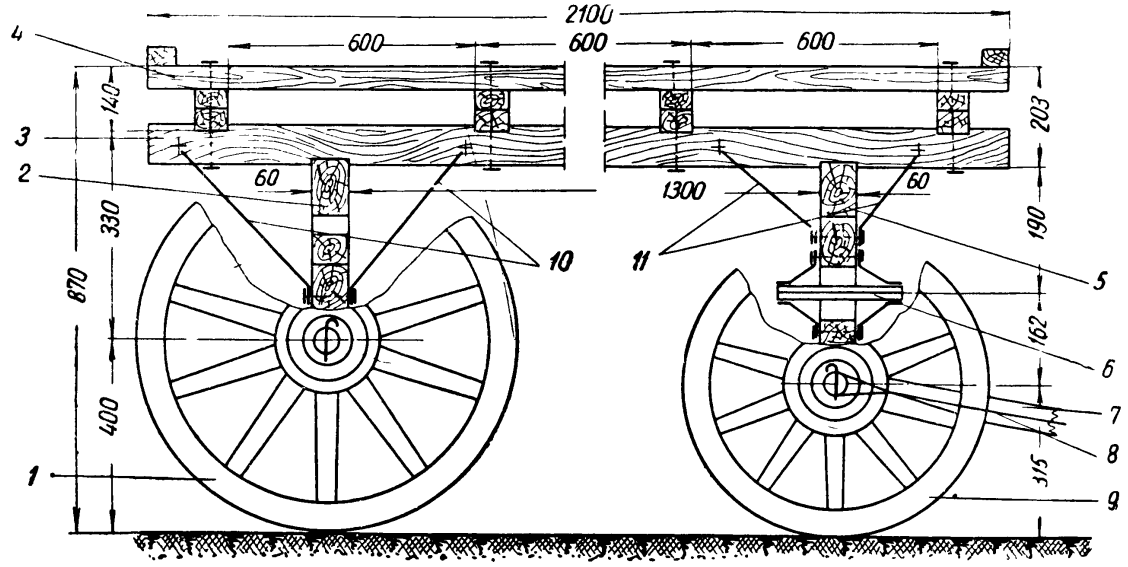



Рис. 104. Схематический чертеж одноконной телеги ППО-55 (вид сбоку):
*1* — заднее колесо, *2* — задняя опора, *3* — продольные опорные бруски, *4* — полок, *5* — передняя опора, *6* — поворотные круги, *7* — оглобли, *8* — тяжи, *9* — переднее колесо, *10* — задние тяги, *11* — передние тяги

Для закрепления клади на телеге к обоим торцам каждого из оснований прикреплены крюки *12*.

Продольные опорные бруски. Весь полок своими четырьмя основаниями уложен на два продольных опорных бруска *13* и скреплен с ними восемью крепежными болтами *15* (рис. 105) по четыре болта с каждой стороны телеги. Опорные бруски следует изготовлять из хорошего (без сучков) дерева (лучше из сосны); сечение каждого бруска 70×60 *мм*, длина 2100 *мм*.

Задняя опора (рис. 105), на которую опираются продольные бруски, состоит из трех деревянных подушек *3, 4, 5* и задней оси *2*. Деревянные подушки скреплены между собой и прикреплены к оси двумя крепежными скобами *1*, а нижняя подушка *3* скреплена с осью двумя скобами *16* сечением 12×30 *мм*. Задняя

ось сделана из стали марки Ст. 2 или Ст. 3 сечением 25×20 *мм*; оба конца оси откованы на круг диаметром 24 *мм* и имеют по отверстию диаметром 8 *мм* для закладки чеки *17*. Чтобы колеса не набегали на подушку *3*, на ось с обоих ее концов горячей посадкой надеты два кольца *18*. Чтобы задняя опора держалась прочно в установленном положении и не отклонялась ни вперед, ни назад, нижняя подушка *3* связана с опорными продольными брусками *13* четырьмя тягами *14* (см. также позицию *10*

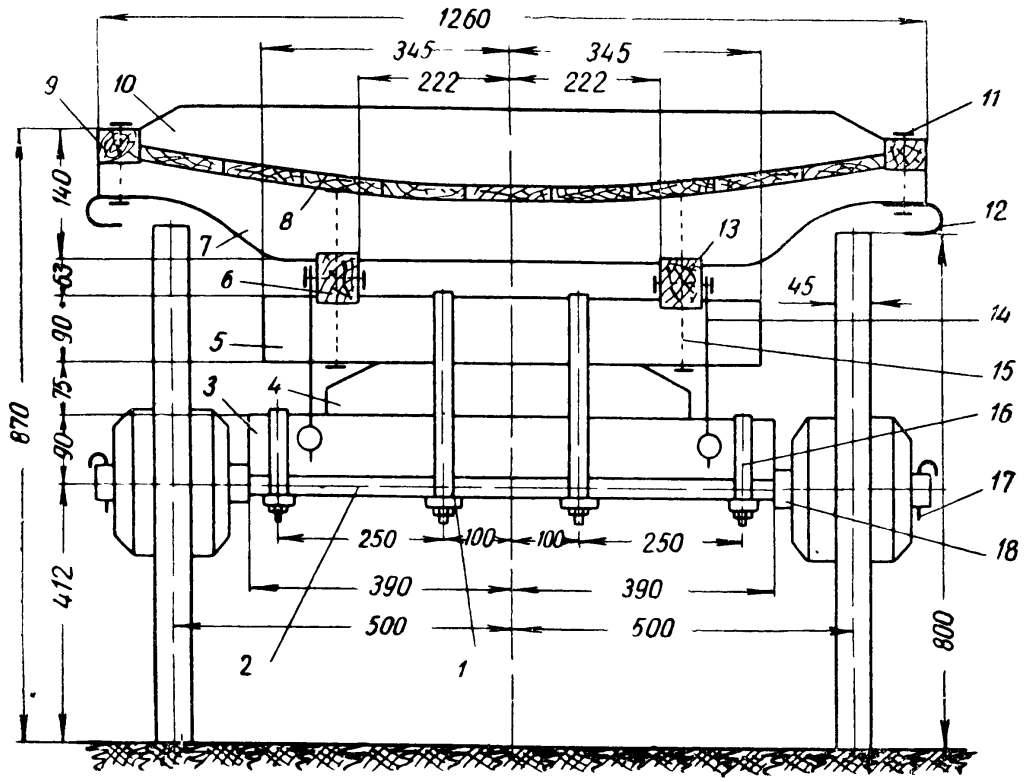



Рис. 105. Устройство задней опоры одноконной телеги ППО-55:
*1* — крепежные скобы, *2* — задняя ось, *3* — нижняя подушка, *4* — средняя подушка, *5* — верхняя подушка, *6* — крепежный болт, *7* — основания полка, *8* — деревянный настил, *9* — наружный продольный брусок, *10* — фигурный брусок, *11* — крепежный болт, *12* — крюк, *13* — продольный опорный брусок, *14* — задняя тяга, *15* — крепежный болт, *16* — крайняя скоба, *17* — чека, *18* — кольцо

на рис. 104) диаметром по 12 *мм*. Концы тяг откованы в виде плоских лапок, отогнуты по месту и имеют отверстия для прохода болтов. Болтами с резьбой и гайками тяги крепятся верхними концами к продольным опорным брускам, а нижними — к нижней подушке.

Передняя опора (рис. 106) по своему устройству несколько сложнее задней, так как кроме прямого назначения она выполняет также роль поворотного механизма и имеет приспособления для связи с оглоблями. Передняя опора несет на себе переднюю часть полка, уложенного на продольные опорные бруски *13*. Вся опора состоит из верхней неподвижной части и нижней поворотной части. Верхнюю неподвижную часть

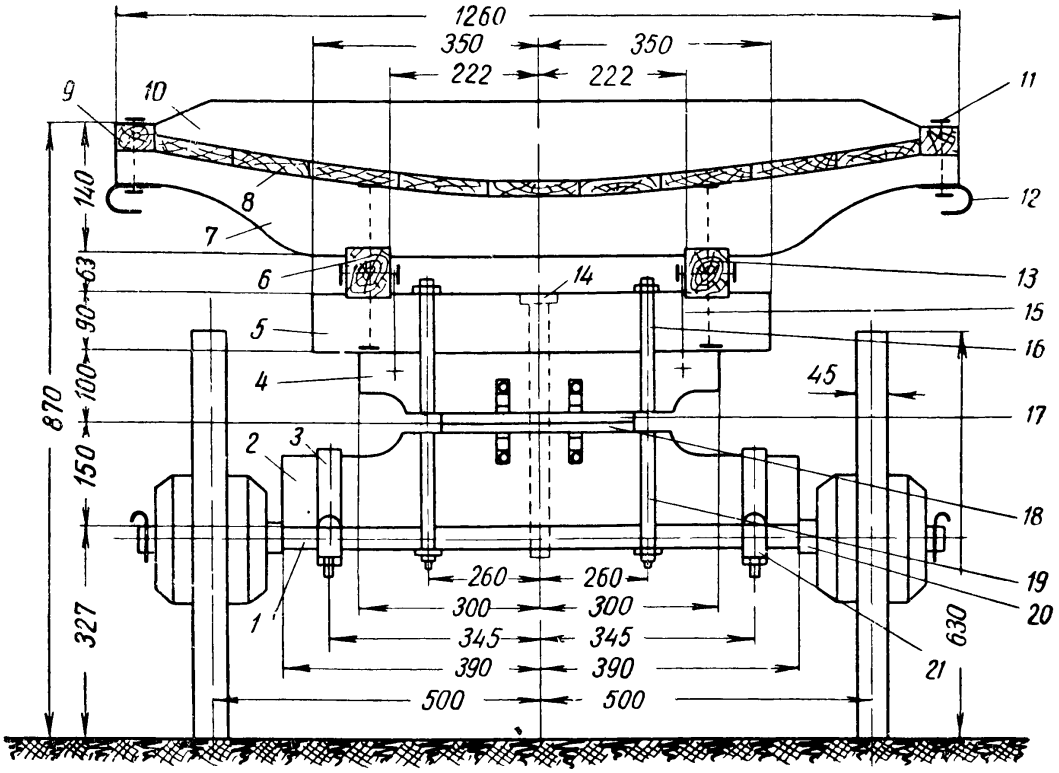



Рис. 106. Устройство передней опоры одноконной телеги ППО-55:

*1* — передняя ось, *2* — нижняя подушка, *3* — крайняя скоба, *4* — средняя подушка, *5* — верхняя подушка, *6* — крепежный болт, *7* — основания полка, *8* — деревянный настил, *9* — наружный продольный брусок, *10* — фигурный брусок, *11* — крепежный болт, *12* — крюк, *13* — продольный опорный брусок, *14* — сердечник, *15* — передняя тяга, *16* — скоба, *17* — верхнее поворотное кольцо, *18* — нижнее поворотное кольцо, *19* — средняя скоба, *20* — кольцо, *21* — проушина для оглобли

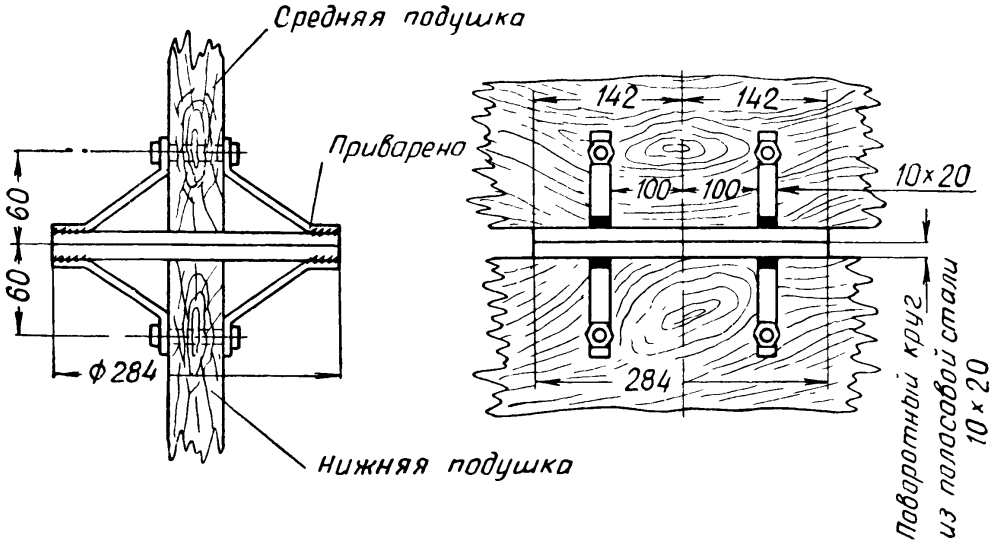



Рис. 107. Конструкция и крепление поворотных колец

составляют две деревянные подушки *4*, *5* с верхним поворотным кольцом *17*, а нижнюю — передняя ось *1*, нижняя подушка *2* с нижним поворотным кольцом *18*. Подушки *4* и *5* прочно связаны друг с другом двумя стальными скобами *16* сечением 10×25 *мм*. К средней подушке *4* двумя болтами с гайками прикреплены верхние концы четырех державок, как показано на рис. 107. Нижние концы державок отогнуты и приварены к верхнему поворотному кольцу. Чтобы передняя опора держалась прочно в установленном положении, средняя подушка связана четырьмя тягами с продольными опорными брусками *13* (см. рис. 106). Нижняя подушка *2* скреплена с передней осью *1* двумя парами стальных скоб: первая пара средних скоб *19* сечением 10×25 *мм* прочно связывает подушку с осью, а на второй паре крайних скоб *3* сечением 12×30 *мм* смонтированы две проушины *21* для крепления оглобель, как показано на рис. 108. К верхней части нижней подушки (рис. 107) прикреплены двумя болтами с гайками нижние концы четырех державок, верхние концы которых отогнуты и приварены к нижнему поворотному кольцу. Через все подушки передней опоры и переднюю ось пропущен стальной сердечник *14* диаметром 25 *мм*, который не позволяет верхней половине передней опоры соскакивать с нижней половины.

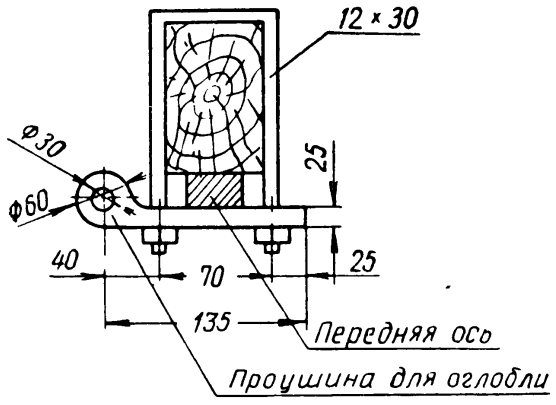


Рис. 108. Узел крепления оглобли

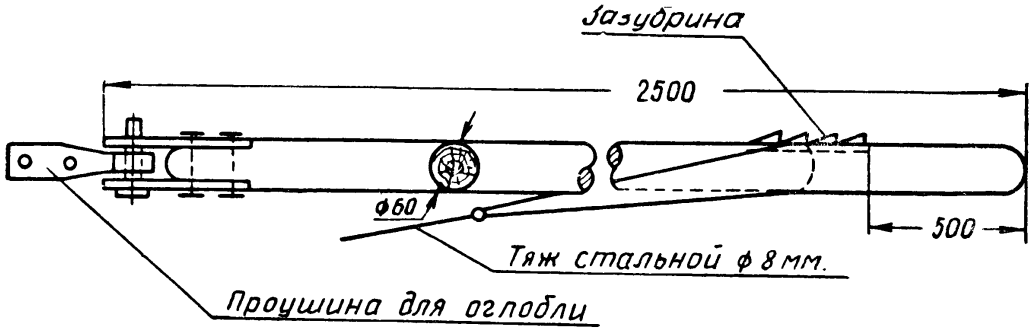


Рис. 109. Оглобля и детали ее крепления

Оглобли телеги (рис. 109) изготовляют из хорошо просушенной березы или клена. Рекомендуется делать оглобли диаметром не более 60 *мм* и длиной около 2,5 *м*; на наружных сторонах каждой оглобли обычно врезают по одной стальной зазубрине длиной 100—120 *мм*, на зубьях которой удерживается тяж. На задние концы оглобель крепят по две стальные пластины, между которыми входит язык проушины (см. рис. 108). В отвер-

стия проушины и пластин свободно проходит болт, обеспечивая таким образом прочное шарнирное соединение оглобли с телегой.

Колеса телеги. На рис. 104, 105 и 106 показаны колеса телеги ППО-55. Основные показатели колес этой телеги приведены в табл. 40.

Таблица 40

**Основные показатели колес телеги ППО-55**

| Наименование показателя | Заднее колесо | Переднее колесо |
|---|---|---|
| Наружный диаметр колеса в *мм* | 800 | 630 |
| Ширина обода в *мм* | 45 | 45 |
| Количество спиц | 10 | 10 |
| Диаметр ступицы в *мм* | 200 | 200 |
| Длина ступицы в *мм* | 200 | 200 |

Для увеличения срока службы ободы колес шинуются, т. е. на наружную поверхность обода надевается и крепится шина — стальная полоса такой же ширины, как ширина обода, и толщиной 3—5 *мм*. Шина крепится к ободу или с помощью предварительно оттянутых небольших язычков, загибаемых на обод, или с помощью болтов, пропускаемых через шину и обод и закрепляемых гайкой на внутренней стороне обода. Головка болта должна быть утоплена в тело шины. Отверстие в ступице подгоняется по диаметру оси так, чтобы колесо свободно вращалось на оси. В отверстие обычно вставляют сплошную втулку, сваренную из листовой стали толщиной 5 *мм*, или две узкие втулки — с наружной и внутренней сторон отверстия.

## § 107. ОДНОКОННЫЕ И ПАРОКОННЫЕ ПОВОЗКИ

**Повозка одноконная с высокими бортами ОХР-ОК-53** Жуковского обозостроительного завода. На рис. 110 показан внешний

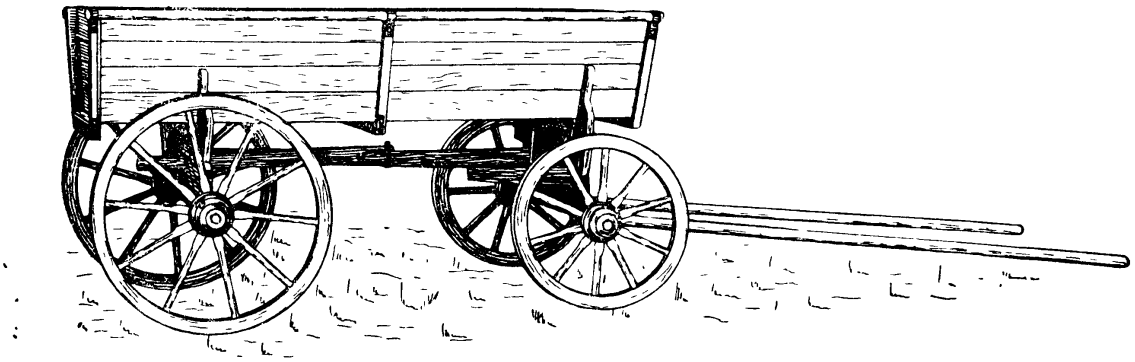


Рис. 110. Повозка одноконная с высокими бортами ОХР-ОК-53 Жуковского обозостроительного завода

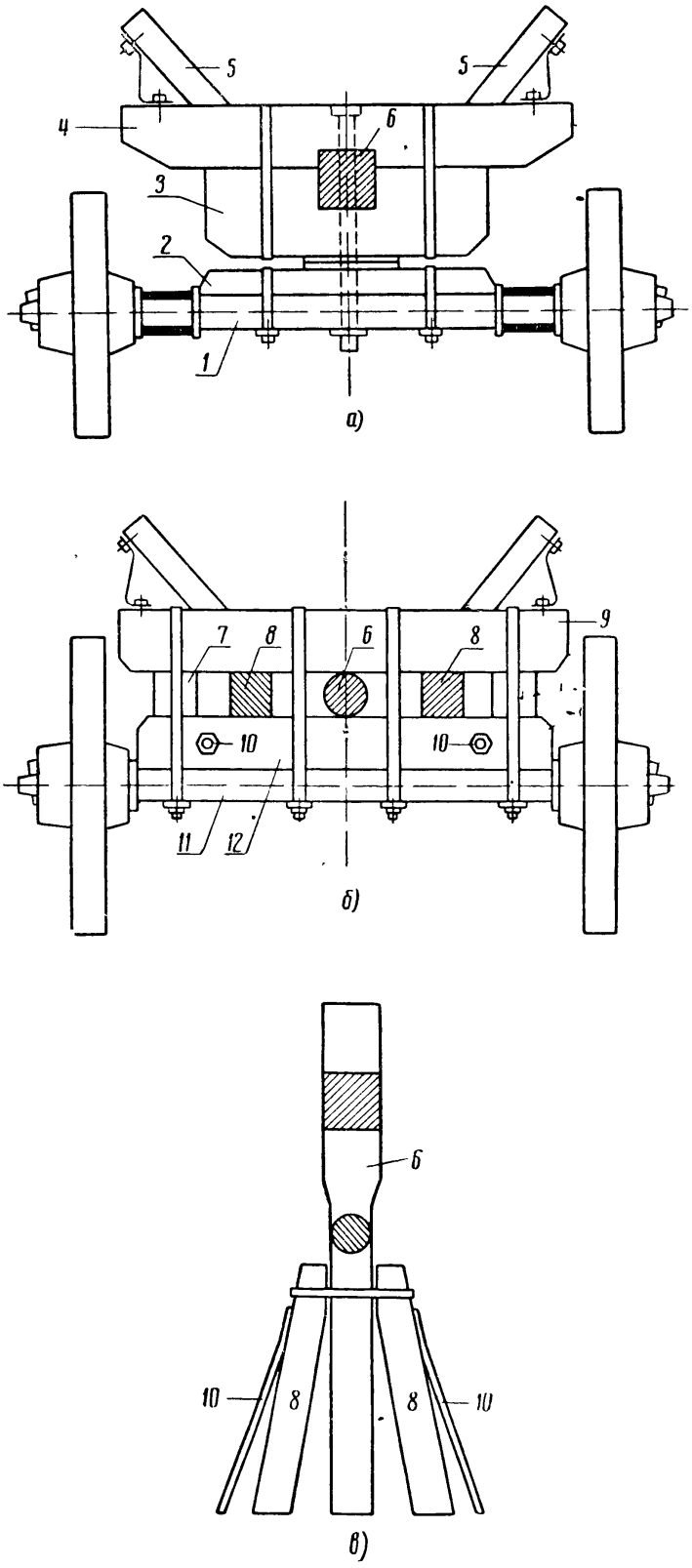



Рис. 111. Устройство опор одноконной повозки ОХР-ОК-53:

*а* — передней, *б* — задней, *в* — соединение опор брусом, *1* — передняя ось, *2* — нижняя передняя подушка, *3* — средняя передняя подушка, *4* — верхняя передняя подушка, *5* — откосы, *6* — брусок, *7* — вставки, *8* — пасынки, *9* — задняя верхняя подушка, *10* — тяги крепления с гайками, *11* — задняя ось, *12* — нижняя задняя подушка

вид одноконной повозки с высокими бортами грузоподъемностью 0,75 *т*, объемом (в кузове) 0,7 $м^3$, диаметром переднего колеса 720 *мм*, заднего 900 *мм*, шириной колеи 1000 *мм*. Такая повозка рассчитана на перевозку главным образом клади. Поэтому вы-

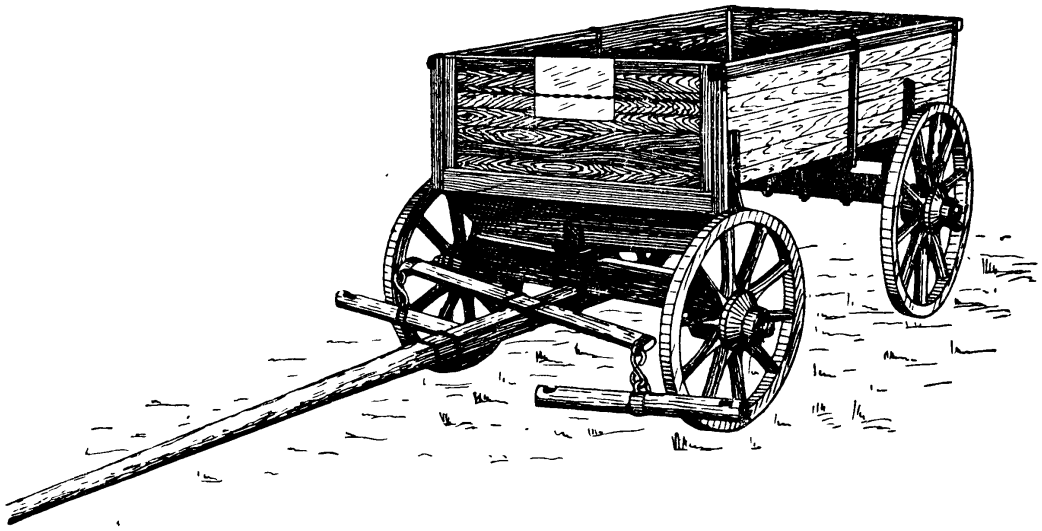


Рис. 112. Повозка пароконная ППО-55 Краснодарского обозостроительного завода

сота ее бортов достигает 600 *мм*, что дает возможность загружать повозку неупакованными грузами и без тары.

Характерная особенность повозки состоит в устройстве передней (рис. 111, *а*) и задней (рис. 111, *б*) опор. Они сконструиро-

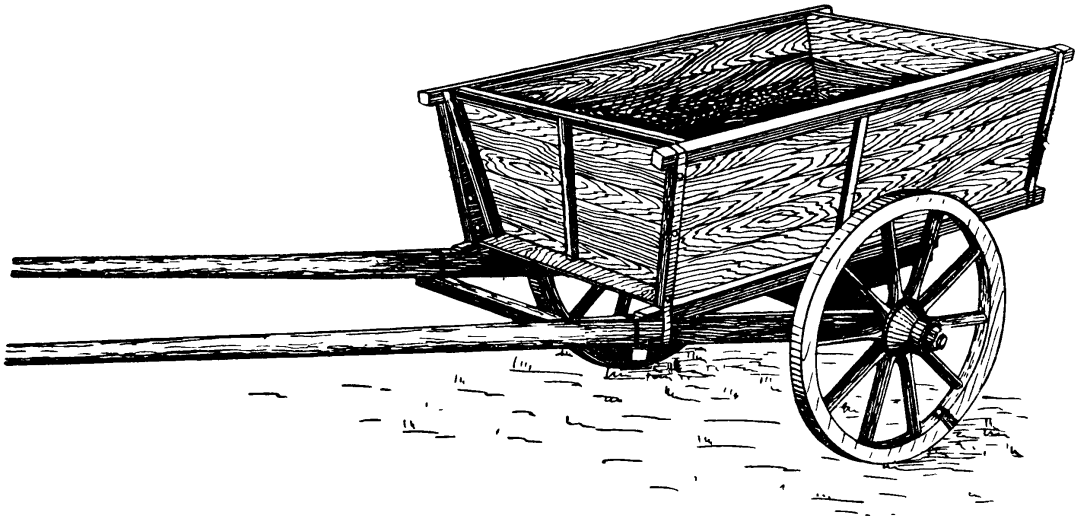


Рис. 113. Двуколка Чугуевского обозостроительного завода

ваны таким образом, что непосредственно на опоры можно уложить кузов повозки, не прибегая к установке двух опорных брусков. Вместо них переднюю и заднюю опоры соединяет один брусок *б* (рис. 111, *в*), имеющий до половины своей длины квадратное сечение (90×90 *мм*), а на остальной половине — круглое

диаметром 70 *мм*. Квадратным концом (рис. 111, *а*) брусок прочно вделан в переднюю опору, а круглый конец бруска свободно уложен между нижней *12* и верхней *9* подушками задней опоры (рис. 111, *б*) и поддерживается пасынками *8* по бокам бруска *6* и тягами *10* с гайками. Такое устройство позволяет передвигать заднюю опору по бруску вперед или назад и таким образом в случае надобности изменять растояние между передней и задней опорами.

**Повозка пароконная ППО-55** Краснодарского обозостроительного завода грузоподъемностью 1 *т* показана на рис. 112. Порожняя повозка весит 203 *кг*. Повозка передвигается двумя лошадьми, для чего передняя опора снабжена дышлом с двумя вальками. Диаметр передних колес 720 *мм*, задних 900 *мм*, ширина колеи 1250 *мм*.

**Двуколка.** На рис. 113 изображен внешний вид двуколки Чугуевского обозостроительного завода, удобной для быстрых и легких перевозок. Основные показатели двуколки: диаметр колес 800 *мм*, ширина колеи 1000 *мм*, грузоподъемность около 0,3 *т*.

## § 108. УСТРОЙСТВО САНЕЙ

Подобно телегам, сани также разделяются на несколько видов: сани-розвальни, сани-дровни и сани легковые (выездные). Наиболее употребительны сани-розвальни; сани-дровни предна-

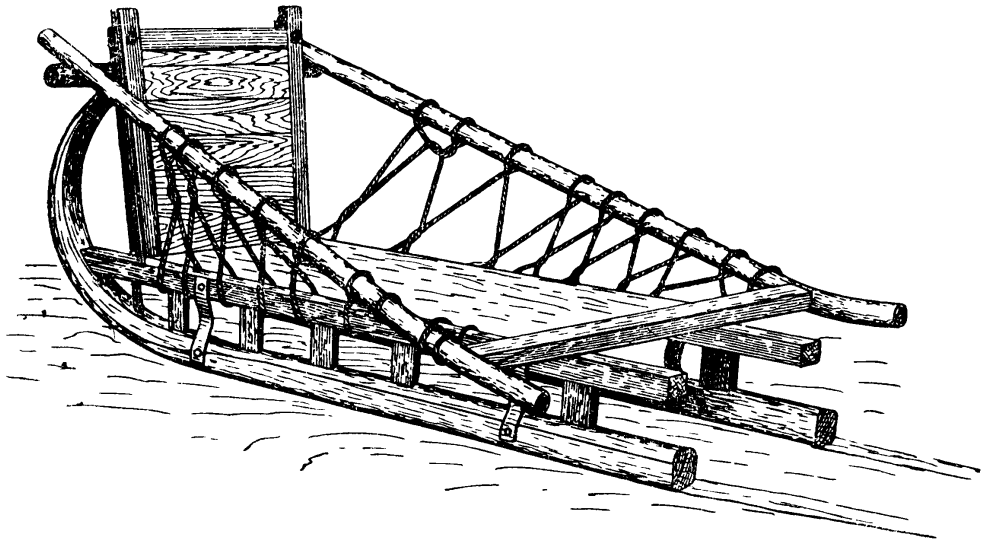


Рис. 114. Сани-розвальни Голицынского обозостроительного завода

значаются для перевозки бревен, дров и поэтому не имеют крыльев; сани выездные — для перевозки не более трех человек на короткие расстояния.

Сани-розвальни Голицынского обозостроительного завода (рис. 114) имеют следующую характеристику: грузоподъемность

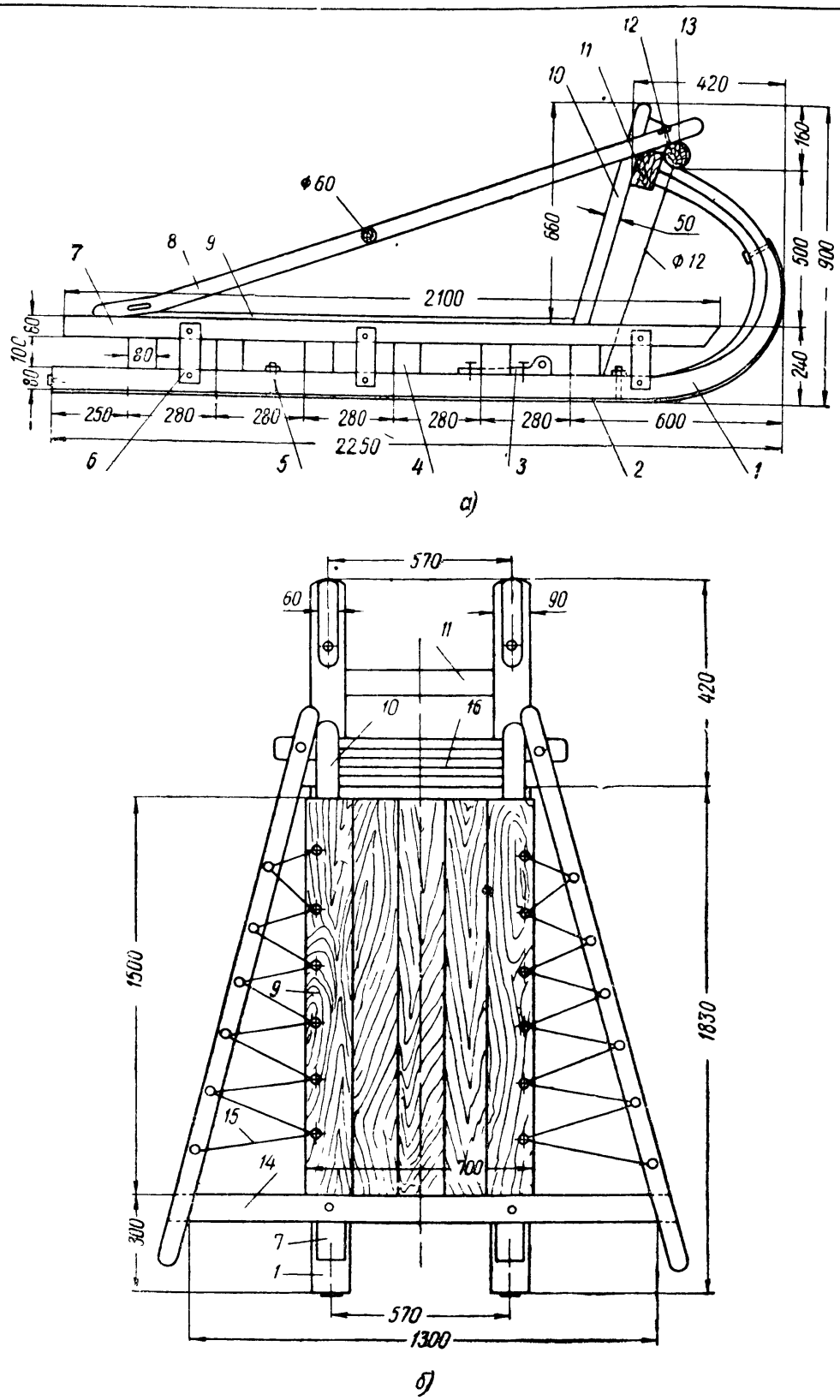



Рис. 115. Схематический чертеж саней Голицынского обозостроительного завода:

*а* — вид сбоку, *б* — вид сверху, *1* — полоз, *2* — подрез, *3* — кованая скоба, *4* — копылы, *5* — болты для крепления подрезов, *6* — планка, *7* — рама, *8* — боковые отводы, *9* — настил, *10* — щиток, *11* — передний брусок, *12* — стальной пруток, *13* — скалка, *14* — поперечина боковых отводов, *15* — веревка, *16* — поперечные доски щитка

0,75 *т*, вес саней 120 *кг*, ширина колеи 570 *мм*, общая ширина (в крыльях) 1300 *мм*, наибольшая высота (в головке) 900 *мм*, длина (без оглобель) 2250 *мм*. Как видно из рис. 115, *а*, санировальни состоят из следующих основных частей: полозьев *1* со стальными подрезами *2*, рамы *7* с деревянным настилом *9* из досок толщиной 20 *мм*, боковых отводов *8* и щитка *10*, опирающихся на передний брусок *11*, ограничивающий загнутую часть полозьев.

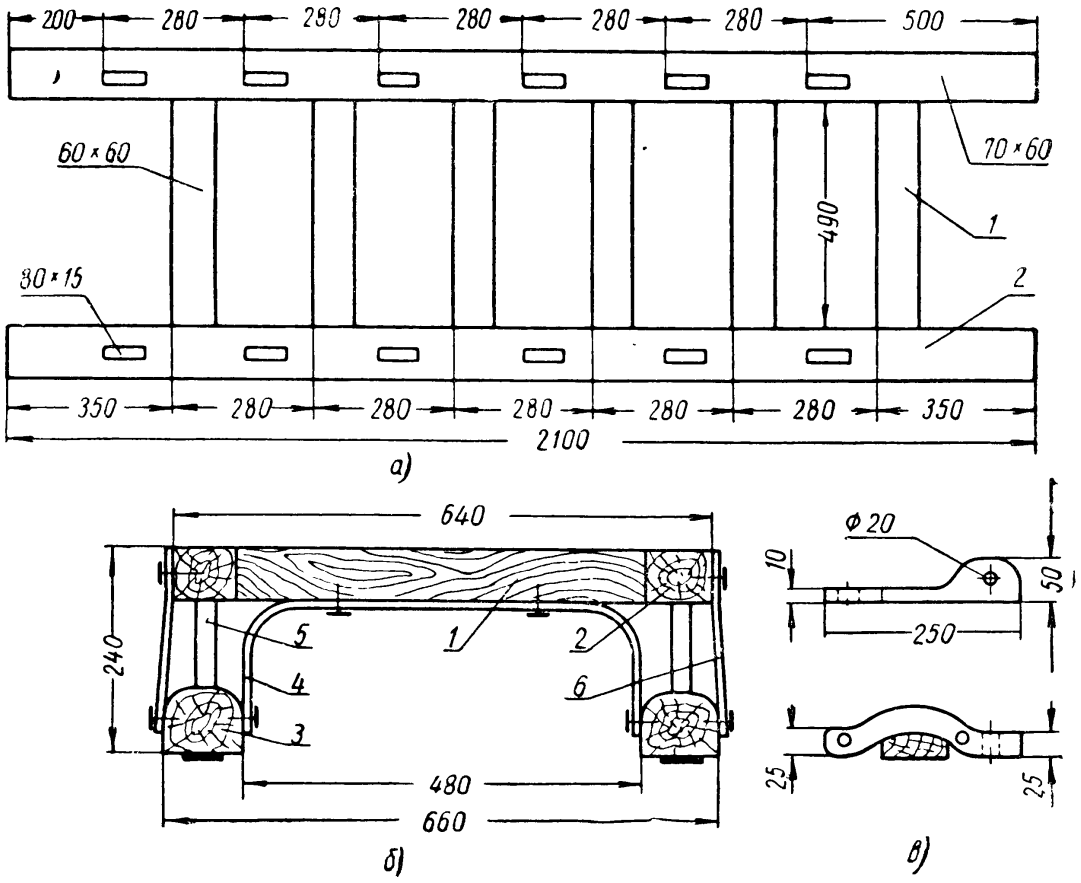



Рис. 116. Рама саней и ее детали:
*а* — конструкция рамы, *б* — крепление рамы, *в* — кованая скоба для оглобли, *1* — поперечный брусок, *2* — продольный брусок, *3* — полоз, *4* — крепежная скоба, *5* — копыл, *6* — стальные планки

Полозья саней изготовляют из дуба или березы; переднюю часть их несколько уменьшают в сечении, распаривают и загибают так, чтобы общая высота загнутой части не превышала 700—800 *мм*. Чтобы при езде сани не раскатывались в стороны, на нижнюю поверхность полозьев ставят подрезы — стальные полосы сечением 30×5 *мм*, укрепленные на полозьях четырьмя болтами *5*.

Рама саней (рис. 116) соединяет полозья в одну систему и является основанием деревянного настила *9* (рис. 115), на котором размещаются груз и люди. Она состоит из двух продольных брусков *2* (рис. 116, *а*), прочно соединенных между собой шестью

поперечными брусками *1*. В каждом продольном бруске имеется по шесть сквозных отверстий сечением 80×15 *мм*, которые служат гнездами для копылов *4* (рис. 115, *а*), установленных между рамой и полозьями. Сверху рамы уложен и укреплен гвоздями деревянный настил. В бортах настила сделаны отверстия так же, как в боковых отводах. В эти отверстия проходит веревка *15* (рис. 115, *б*), образующая сетку, которая закрывает пространство между настилом и отводами.

Рама прочно установлена на полозья с помощью копылов (рис. 116, *б*), расположенных по шесть штук с каждой стороны. Кроме того, рама связана с полозьями двумя дугообразными стальными крепежными скобами *4* сечением 50×3 *мм*, концы которых привернуты болтами к полозьям *3*, а середина — к поперечным брускам *1* рамы. С наружной стороны рама также связана с полозьями стальными планками *6* сечением 50×3 *мм*, расположенными по три с каждой стороны. Для крепления оглобель к каждому полозу прикреплена стальная кованая скоба, конструкция которой показана на рис. 116, *в*.

Щиток *10* (рис. 115, *а*) защищает возчика от снега и льда, отбрасываемых задними ногами лошади при быстрой езде. Он представляет собой деревянную рамку из двух поперечных и одного продольного брусков. Расстояние между поперечными брусками вплотную заделано досками толщиной 15 *мм*. Нижние концы поперечных брусков укреплены на полозьях, а верхние опираются на передний брусок *11*, который прочно соединяется с загнутыми концами полозьев. Впереди переднего бруска положена скалка *13*, служащая опорой для передних концов боковых отводов. Узлы, образованные на обоих загнутых концах полозьев, из деталей *10, 11, 13* связаны двумя стальными прутками *12*, которые проходят через верхние концы поперечных брусков щитка, скалку, загнутую часть полозьев, продольные бруски рамы и закрепляются в полозьях.

## § 109. КУЗНЕЧНЫЕ РАБОТЫ ПО РЕМОНТУ ТЕЛЕГ И САНЕЙ

Колхозный кузнец нередко выполняет различные работы по ремонту телег, саней и колес. Чаще всего приходится производить сварку осей, правку тяг, оттяжку концов, нарезку резьбы на болтах и гайках, сверление отверстий, изготовление новых стальных деталей вместо износившихся.

Прежде чем приступить к выполнению какого-либо ремонта, кузнец должен тщательно осмотреть деталь или узел, выяснить вид, объем ремонта и подготовить материал и инструменты, необходимые для его выполнения. При изготовлении новой детали взамен вышедшей из строя кузнец должен точно установить ее размеры.

**Сварка оси телеги.** Оси телеги — наиболее нагруженные детали, и поэтому они чаще других гнутся и ломаются. Быстрая

езда по неровной дороге даже без клади нередко является непосредственной причиной поломки осей, особенно передней, так как она имеет посредине отверстие для сердечника, увеличивающее вероятность ее поломки.

В случае поломки передней оси сварку ее следует производить в разруб с обязательной высадкой одного из свариваемых концов или обоих для того, чтобы при вытяжке после сварки сохранить прежнюю длину оси.

В случае надлома оси кузнец должен тщательно осмотреть его. Если надлом (трещина) проникает больше чем на $^1/_3$ сечения оси, целесообразно разломать ось и произвести сварку концов в разруб. Если трещина проникла на толщину менее $^1/_3$, целесообразно произвести только заварку. Во всех случаях сварки или заварки ось нужно тщательно выправить и проверить по линейке.

**Изготовление крепежной скобы для подушек заднего хода** (см. рис. 105) взамен сломавшейся. После осмотра и обмера сломавшейся скобы кузнец выбирает полосовую сталь для заготовки и отрубает заготовку необходимой длины. Для изготовления скобы кузнец должен выполнить следующие операции:

1) нагреть первый конец заготовки и оттянуть его на круглое сечение диаметром 12 *мм* для нарезания резьбы на длине 30—40 *мм*;

2) нагреть второй конец заготовки и оттянуть его на круглое сечение для нарезания резьбы на той же длине;

3) нагреть среднюю часть заготовки и согнуть на оправке так, чтобы подушки плотно без зазоров охватывались скобой;

4) отрубить от полосы заготовку необходимой длины для изготовления нижней подкладки, надеваемой на оттянутые концы скобы;

5) просверлить отверстия по концам подкладки с таким расчетом, чтобы оттянутые концы скобы свободно проходили в эти отверстия;

6) нарезать резьбу на оттянутых концах скобы, а также в гайках (если нет готовых гаек);

7) поставить скобу на место, надеть внизу подкладку и закрепить гайками.

**Изготовление и постановка подрезов для саней** взамен изношенных. Подрезы (рис. 115) держатся на полозьях главным образом передними (на загибе) болтами и задними (на торце) гвоздями. Поэтому диаметр переднего болта больше остальных и болт ставится головкой наружу, а резьбой с гайкой внутрь саней. Торцовый гвоздь — кованый, длиной не менее 120 *мм*, с широкой шляпкой. Диаметр двух средних болтов, которыми крепится средняя (горизонтальная) часть подрезов к полозьям, должен быть не более 8—10 *мм*, с резьбой на длине 10—12 *мм*. Если болты ставят резьбой вверх, то они должны иметь потайную головку, не выступающую за поверхность подреза. Если же болты

ставят головкой вверх, то отверстия в подрезах должны иметь резьбу. После завинчивания болтов в отверстия подрезов концы болтов обрезают ножовкой заподлицо с подрезами и зачищают напильником.

Подрезы обычно изготовляют из полосовой стали марки Ст. 3 сечением 5×30 *мм*. Длина заготовки рассчитывается в зависимости от длины полозьев. Гибку переднего и заднего концов следует производить с нагревом до 850—900°.

**Изготовление крепежной скобы для рамы саней.** Крепежную скобу *4* (рис. 116, *б*), связывающую раму саней с полозьями, изготовляют из полосовой стали марки Ст. 3 сечением 3×50 *мм*. Для изготовления и постановки скобы на место кузнец должен выполнить следующие операции:

1) снять старую, изношенную скобу, установить ее размеры и проверить правильность длины и отверстий для винтов;
2) отрезать заготовку и разметить участки гибки скобы;
3) нагреть участок гибки первого конца и произвести гибку;
4) нагреть участок гибки второго конца и произвести гибку;
5) разметить и просверлить четыре отверстия для винтов;
6) установить скобу на место и прикрепить к полозьям и раме винтами.

## § 110. ОКОВКА КОЛЕСА ДЛЯ ТЕЛЕГИ

В числе работ, выполняемых колхозным кузнецом, довольно значительное место занимают оковка и ремонт деревянных колес для телег. Оковка новых колес исчерпывается двумя видами работ — ошиновкой обода колеса и постановкой стальных втулок в отверстие ступицы.

**Ошиновка обода нового колеса.** Колесо телеги состоит из ступицы, спиц и обода (рис. 104). Диаметр обода задних колес колеблется в пределах 1060—800 *мм*, а передних 880—630 *мм*, количество спиц у задних колес 12—10, у передних 10—8. Ступицу и спицы обычно изготовляют из деревьев твердой породы — дуба, березы, клена, а обод — из дуба, вяза, ясеня, т. е. тоже из деревьев твердой породы, поддающихся изгибанию в распаренном состоянии.

Выбор и расчет заготовки. Работа по ошиновке колеса начинается с изготовления стальной сварной шины. Для этого выбирают полосовую сталь марки Ст. 1 сечением 50×4 или 55×5 *мм*. Длину заготовки на один обод определяют различными способами. Кузнец укладывает на доску или прямо на землю полосу во всю ее длину, на наружной поверхности обода делает мелом поперечную черту, устанавливает на полосу колесо ободом так, чтобы меловая черта совпала с концом полосы, и катит колесо по полосе, чтобы оно сделало полный круг, т. е. чтобы меловая черта вторично коснулась полосы. В месте касания кузнец проводит чертилкой линию. Отмеченное расстояние

на полосе равняется длине наружной окружности обода. Учитывая необходимое удлинение концов заготовки на сварку, обсечки и угар металла при двух нагревах, добавляют к полученной величине 45—50 *мм* и отрубают заготовку.

Длину наружной окружности обода можно также замерить рулеткой (или бечевкой), обогнув ленту рулетки вокруг обода. Эту величину можно также определить, измерив наружный диаметр обода и умножив полученное число на 3,14. Результат будет равен длине наружной окружности обода.

Изготовление шины. В процессе изготовления шины кузнец должен выполнить следующие операции:

1) нагреть первый конец заготовки на длине 100—120 *мм* и оттянуть для сварки внахлестку;

2) нагреть второй конец заготовки на длине 100—120 *мм* и оттянуть для сварки с первым концом;

3) нагреть и оттянуть на 8—10 *мм* две пары поперечных ушков, расположив их на расстоянии $^1/_3$ длины заготовки от каждого конца;

4) согнуть заготовку кольцом так, чтобы сошлись концы, подготовленные к сварке;

5) нагреть в горне концы до сварочной температуры, сварить шину.

Натяжение шины. Чтобы произвести натяжение шины, колесо устанавливают на круг (см. рис. 14) и закрепляют гайкой и шайбой на сердечнике, имеющем в верхней части резьбу. После этого шину накладывают на обод так, чтобы можно было приблизительно установить, соответствует ли ее размер ободу. Если размер шины явно недостаточен, то шину следует нагреть в двух-трех местах и протянуть, увеличив таким образом ее размер. Если же размер шины окажется велик, шину разрубают и сваривают заново.

После подгонки шину подогревают до 100—150°, накладывают на обод и, удерживая одну сторону натяжным крюком, легкими ударами кувалды или ручного молотка набивают другую сторону на обод. Так, двигаясь постепенно по окружности, кузнец набивает натянутые крюком участки, выполняя натяжение шины. Затем колесо снимают с круга и ручным молотком загибают боковые ушки шины на обод для того, чтобы шина не сдвигалась с обода вправо и влево.

**Постановка втулок в отверстие ступицы.** Чтобы деревянная ступица колеса не истиралась осью, внутри ступицы с обеих ее сторон устанавливают стальные втулки (рис. 117). Втулка представляет собой стальное кольцо с двумя зацепами, которыми она крепится в теле ступицы.

Втулку изготовляют из полосовой стали марки Ст. 3 или Ст. 2 сечением 50×10 *мм*. Длина отрубаемой заготовки $3{,}14\,D+40$ *мм*. В этой формуле $D$ — диаметр ступицы; 40 *мм* добавляется на

оттяжку концов втулки. Для постановки втулки в отверстие ступицы кузнец должен выполнить следующие операции:

1) нагреть первый конец заготовки, сделать уступ, оттянуть зацеп на конус и отогнуть, как показано на рис. 117, *а, б*;

2) нагреть второй конец заготовки, сделать уступ, оттянуть зацеп на конус и отогнуть так же, как и первый конец;

3) согнуть заготовку в кольцо, как показано на рис. 117, *в*;

4) нагреть всю заготовку, выправить на роге наковальни и загнуть зацепы, как показано на рис. 117, *г*;

5) зачистить втулку напильником;

6) примерить втулку в отверстии ступицы и полукруглым долотом разработать отверстие по наружному диаметру втулки;

7) поставить колесо на круг и легкими ударами кувалды и молотка вогнать втулку в отверстие ступицы, а зацепы — в тело ступицы.

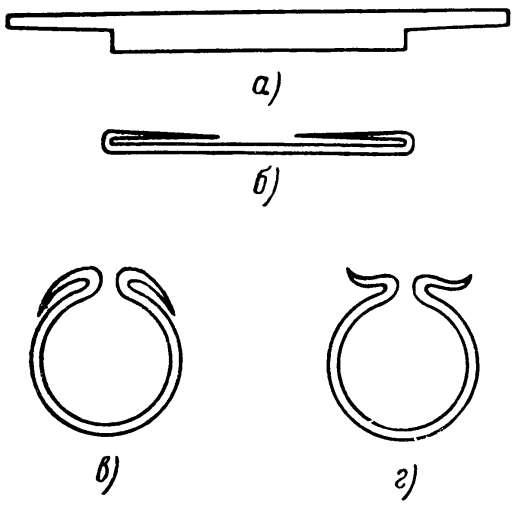



Рис. 117. Стальная втулка:
*а* — заготовка с оттянутыми концами, *б* — заготовка с загнутыми концами, *в* — заготовка, согнутая в кольцо, *г* — готовая поковка втулки

В каждое колесо обычно вставляют две втулки: одну с наружной стороны ступицы и другую с внутренней. Иногда вставляют одну втулку, длина которой равняется всей длине ступицы. В этом случае из листовой стали толщиной до 3 *мм* сгибают трубу с таким расчетом, чтобы она могла войти в отверстие ступицы. Вместо зацепов с одной стороны трубы оставляют радиальный выступ, который плотно вдавливается в тело ступицы и удерживает в ней трубу.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дайте описание одноконной телеги ППО-55.
2. Расскажите об особенностях устройства одноконной телеги с высокими бортами.
3. Дайте описание саней Голицынского обозостроительного завода.
4. Как крепится рама саней к полозьям?
5. Как производится ошиновка колеса?
6. Для чего в отверстие ступицы колеса вставляются втулки и как они изготовляются?
7. Расскажите, как производится сварка передней оси телеги.

Глава XII

# КУЗНЕЧНЫЕ РАБОТЫ ПРИ РЕМОНТЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН И ОРУДИЙ

## § 111. ИНСТРУМЕНТ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ РЕМОНТЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН И ОРУДИЙ

При ремонте сельскохозяйственных машин и орудий пользуются различными инструментами и приспособлениями.

Мерительные, разметочные, режущие, зажимные и ударные инструменты применяются те же, что при выполнении слесарных операций.

При выполнении сборочных операций (временное соединение деталей, завинчивание и отвинчивание гаек и т. п.) применяют, кроме того, особые инструменты.

Сборочные болты служат для временного скрепления деталей перед клепкой, прихваткой под сварку и т. д. Они отличаются от обычных болтов длиной нарезки и наличием конусного конца (рис. 118, *а*). Для временного скрепления деталей применяют также заклепки, имеющие прорезь в конце стержня, в которую вставляют клиновую чеку (рис. 118, *б, в*). При скреплении чеку забивают в отверстие заклепки. При разъединении деталей чеку выбивают, а затем вынимают из отверстия заклепки.

Для завинчивания и отвинчивания гаек применяют ключи разной конструкции (рис. 119). Наиболее простые из них — плоские односторонние и двусторонние. Ключ состоит из рукоятки и головки, в которой имеется захват, называемый зевом ключа. Зазор между гайкой и плоскими гранями зева должен быть в пределах 0,1—0,3 *мм*. Ключ надо брать по размеру гайки. Излишнее увеличение зева вызывает смятие граней гаек. В некоторых случаях применяют более удобные плоские ключи с отогнутой ручкой — при срыве такого ключа с гайки возможность повреждения руки менее вероятна. Для работы в неудобных местах используют изогнутые торцовые ключи со сменными го-

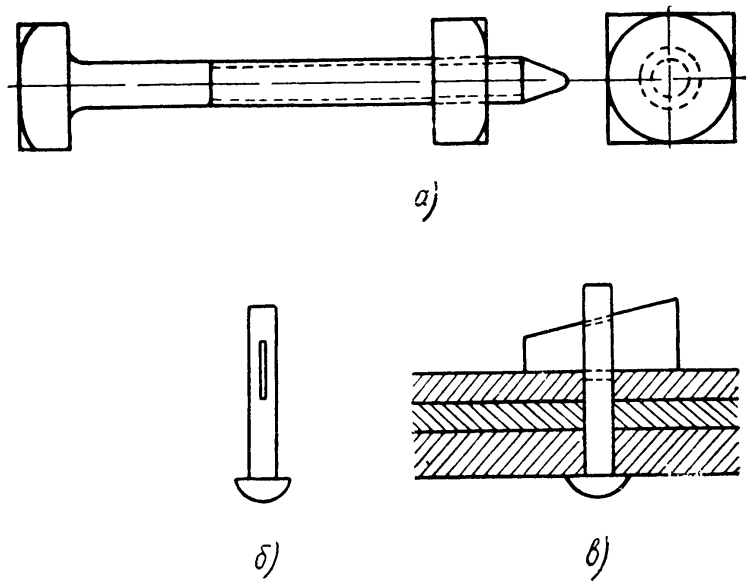



Рис. 118. Крепежные детали для временного соединения деталей:

*а* — болт с конусным концом, *б* — заклепка с прорезью, *в* — соединение деталей с помощью заклепки и чеки

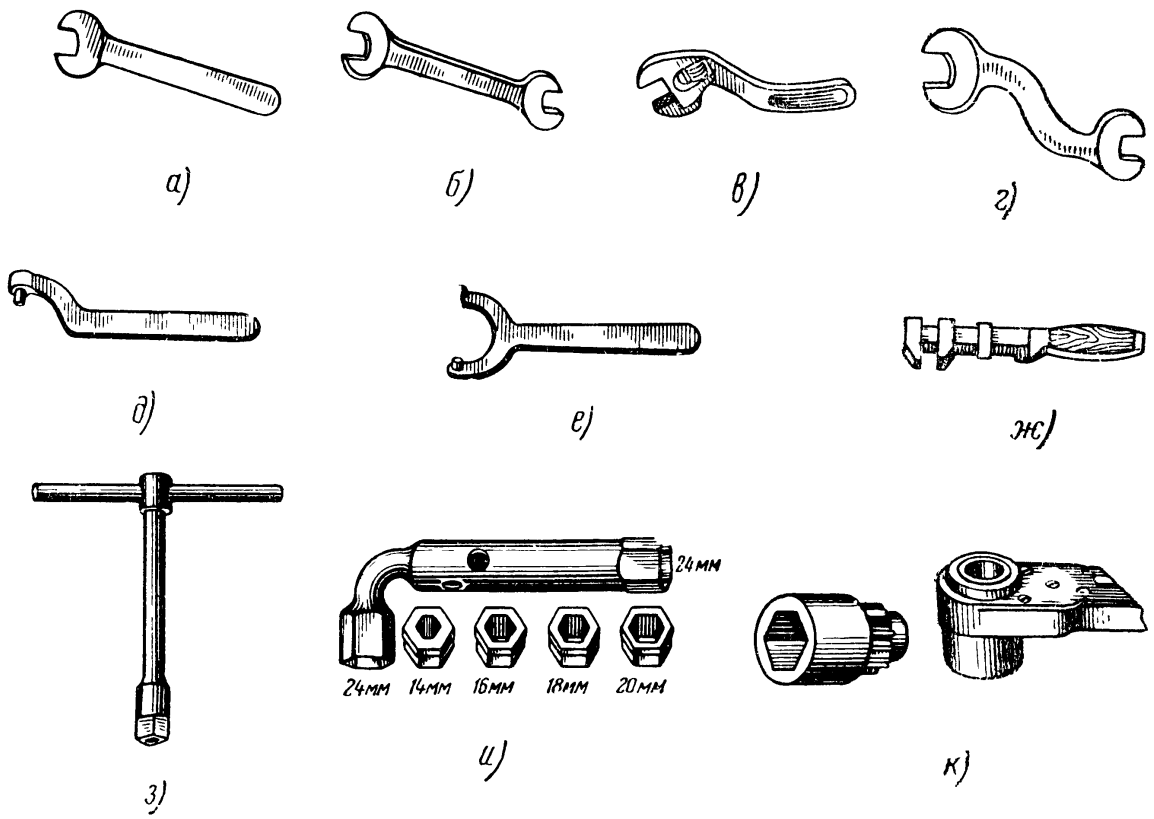
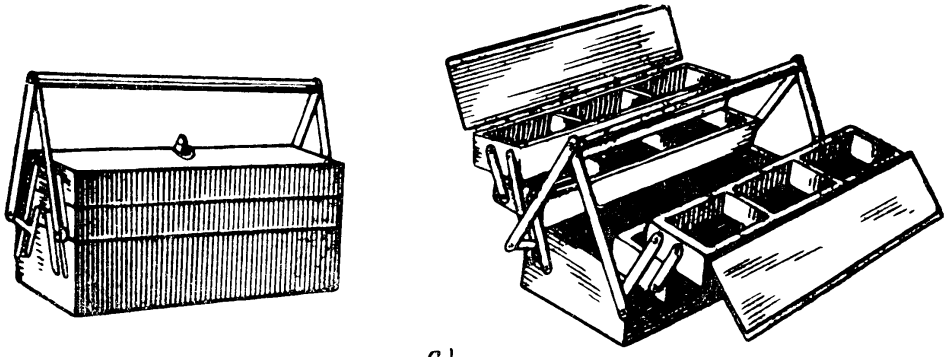
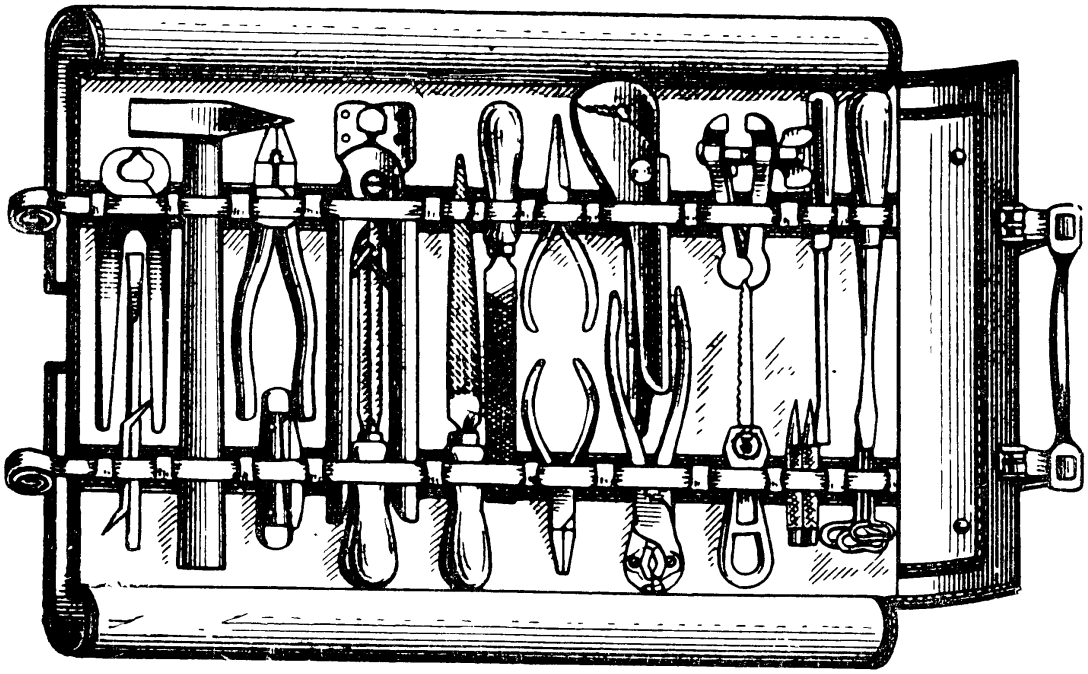



Рис. 119. Ключи:

*а* — односторонний, *б* — двусторонний, *в* — разводной, *г* — *S*-образный, *д* — крючковый, *е* — вилочный, *ж* — раздвижной, *з* — торцовый, *и* — торцовый изогнутый, *к* — с трещоткой

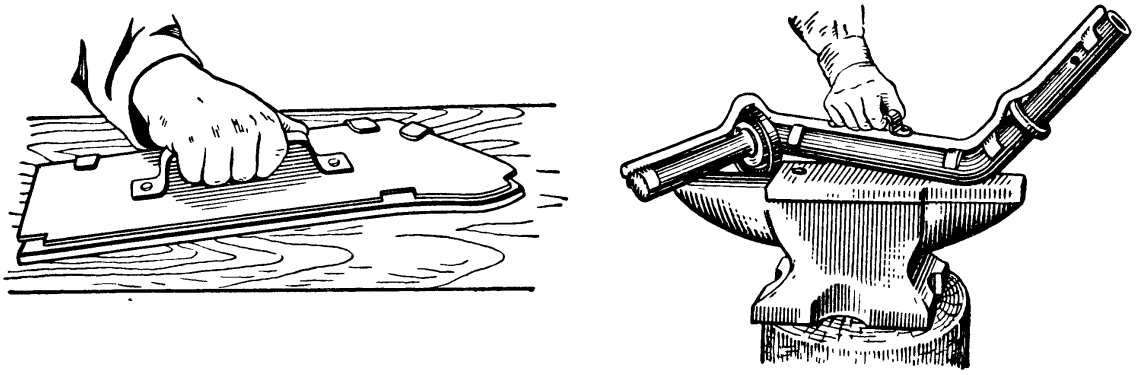


а)



б)

Рис. 120. Хранение переносного инструмента:
*а* — в ящике, *б* — в сумке



а) б)

Рис. 121. Шаблоны для проверки:
*а* — контура лемеха, *б* — формы задней оси плуга

ловками. Применяют также ключи для круглых гаек и пробок — с одним шипом и U-образные со многими шипами; последние более удобны, так как они центрируются по гайке и меньше портят ее прорезы. При ремонте сельскохозяйственных машин и орудий широко используют также разводные ключи.

Применение указанных ключей требует затраты значительных усилий, в особенности при завинчивании крупных гаек. Пользование ключом с трещоткой (рис. 119, *к*) несколько облегчает и ускоряет работу. При работе ключом с трещоткой кузнец повторяет одно и то же движение в одном положении, не снимая ключа с гайки.

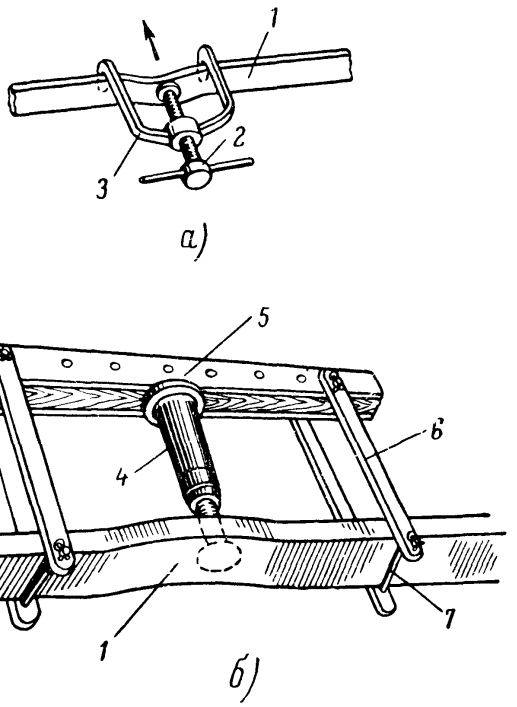



Рис. 122. Приспособления для правки рам:
*а* — винтовое, *б* — с домкратом

При выполнении ремонтных работ в поле кузнецу необходимо иметь в своем распоряжении полный комплект исправных инструментов, которые следует хранить в переносных закрывающихся инструментальных ящиках. Переносный инструментальный ящик (рис. 120, *а*) состоит из пяти раздвигающихся секций, соединенных между собой несложной системой рычажков. Нижняя секция — самая большая и предназначена для хранения молотков, сверлильной машинки; две соседние — для поддержек, обжимок; две верхние секции (каждая с двумя перегородками) — для сверл, разверток, измерительного и проверочного инструмента. Ящики изготовляют из отходов листовой стали толщиной 1 *мм* или из фанеры. Инструмент можно также переносить в специальных сумках из брезента (рис. 120, *б*).

Шаблоны, применяемые для проверки контура деталей, изготовляют из листовой стали. На рис. 121, *а* показан листовой шаблон, с помощью которого проверяют лемех по контуру. Для проверки формы задней оси плуга применяют шаблон более сложной формы (рис. 121, *б*).

При выполнении ремонтных работ используют различные приспособления простой и сложной конструкции. Основные элементы этих приспособлений: рамы, скобы, винты, планки, стяжки и т. д.

На рис. 122, *а* изображено приспособление для правки рамы, состоящее из винта *2* и скобы *3*. Усилие на раму *1* передается от

винта *2* при его завинчивании по часовой стрелке. На рис. 122, *б* изображено приспособление для правки рамы с применением домкрата. Это приспособление состоит из упора *5*, стяжек *6*, болтов *7*. Домкрат *4* устанавливают между рамой *1* и упором *5*; необходимое усилие передается на раму при повороте винта с помощью ручки.

## § 112. РЕМОНТ ЛЕМЕХОВ ПЛУГОВ

Основные рабочие органы плуга (рис. 123) — корпус, состоящий из лемеха *6*, отвала *1*, полевой доски *7* и стойки *2*, тяга *3*, предплужник *5*, нож *4* и почвоуглубительная лапа *8*.

Затупление лемеха, так же как износ или деформация отвала, предплужника, ножа или полевой доски, увеличивает тяговое сопротивление плуга, приводит к перерасходу горючего, ухудшает качество оборота пласта, его крошение и заделку растительных остатков.

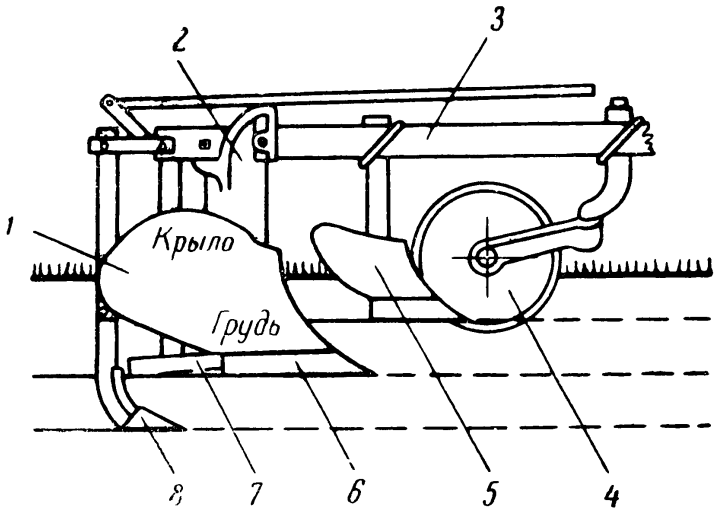



Рис. 123. Рабочие органы плуга, установленные на его раму

В плугах применяют два типа лемехов:

трапецеидальные — с прямолинейной режущей кромкой (рис. 124, *а*) и долотообразные — с утолщенным и загнутым вниз носком (рис. 124, *б*).

Лемехи изготовляют из прочной и износоустойчивой стали марки Л65 и термически обрабатывают их для увеличения стойкости против износа. Однако условия работы в почве настолько тяжелы, что лемехи быстро изнашиваются. При износе лемеха затупляется лезвие и изменяется форма носка. На рис. 125 перекрестными линиями заштрихованы кромки лезвий изношенных лемехов трапецеидальной и долотообразной формы. При затуплении лезвия увеличивается его толщина, а на обратной его стороне образуется фаска (затылок). При износе лемехов ухуд-

шается работа плуга, т. е. лемехи теряют способность заглубляться в почву, а у плуга нарушается устойчивость хода. Лемех плуга подлежит ремонту в тех случаях, когда ширина его уменьшается на 10 *мм* по сравнению с шириной нового лемеха трапецеидальной формы или когда длина носка уменьшается на 25 *мм* по сравнению с длиной носка нового лемеха долотообразной формы.

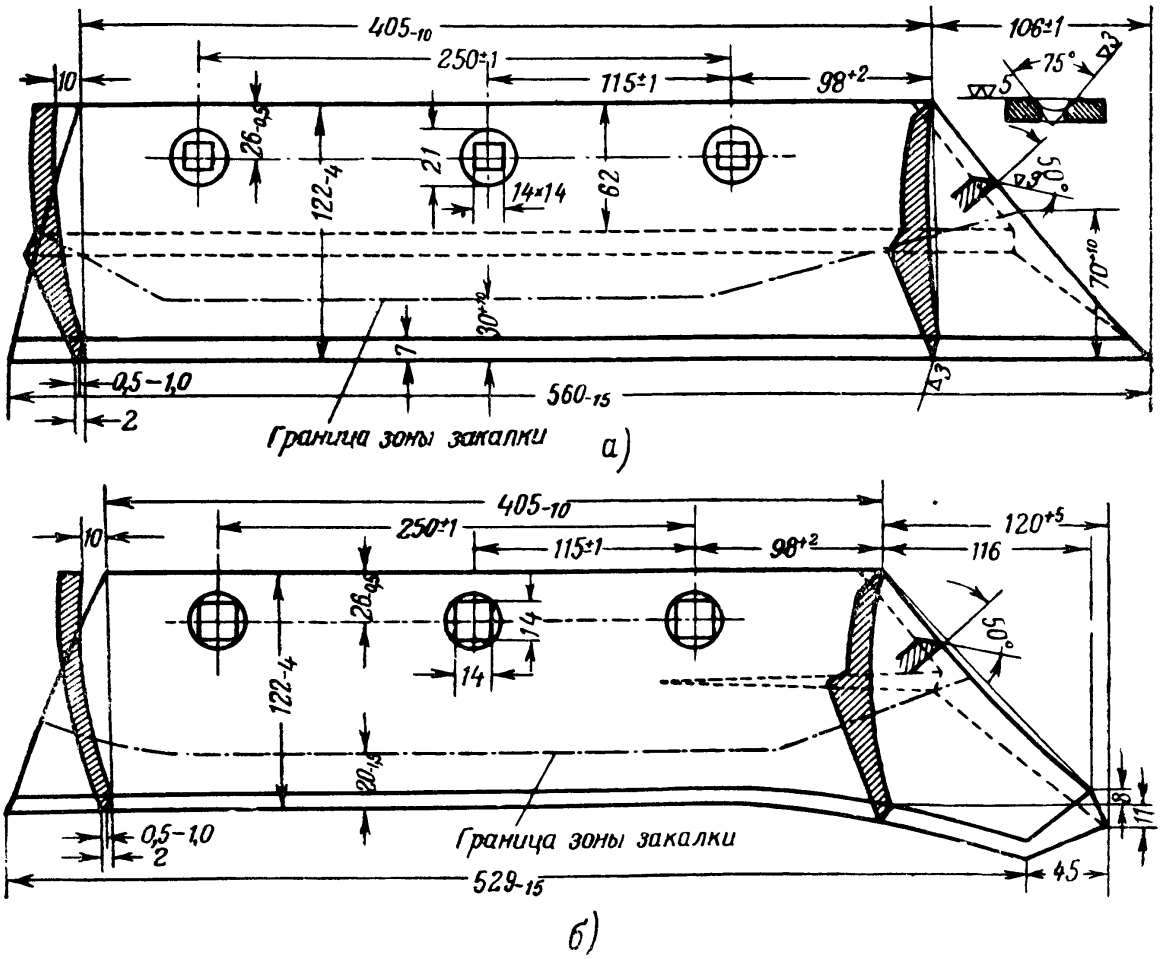



Рис. 124. Лемехи плугов:
*а* — трапецеидальный, *б* — долотообразный

Ремонт лемехов сводится к оттяжке лезвия, заточке и термической обработке. Ремонт лемехов производится с целью восстановления их размеров и формы, а также придания им износоустойчивости.

Сечение лемеха имеет утолщение — запас металла, которое называется «магазином». При ремонте изношенного лемеха восстановление его формы производится кузнечной оттяжкой за счет запаса металла в «магазине». Оттяжку лемеха выполняют вручную обычно за несколько нагревов, так как кузнец не успевает за один нагрев оттянуть весь лемех. При оттяжке лемеха вручную необходимо всегда стремиться уменьшать количество нагре-

вов, так как при многократном нагреве возможны случаи пережога металла.

Оттяжка лемеха на рычажном или каком-либо другом механическом кузнечном молоте производится обычно в два приема. При этом длина нагреваемой части лемеха должна каждый раз несколько превышать половину лемеха.

Чтобы уменьшить потери тепла и предотвратить выгорание углерода из поверхностного слоя металла, часть лемеха, которую не подвергают нагреву, покрывают свежим углем.

Кузнечная оттяжка изношенного лемеха производится в следующем порядке. Лемех кладут плашмя в горн так, чтобы он нагревался со стороны лезвия на ширину 60—80 *мм*; остальную его часть, не требующую нагрева, засыпают свежим углем. Нагревать лемех для оттяжки надо вначале медленно, до появления

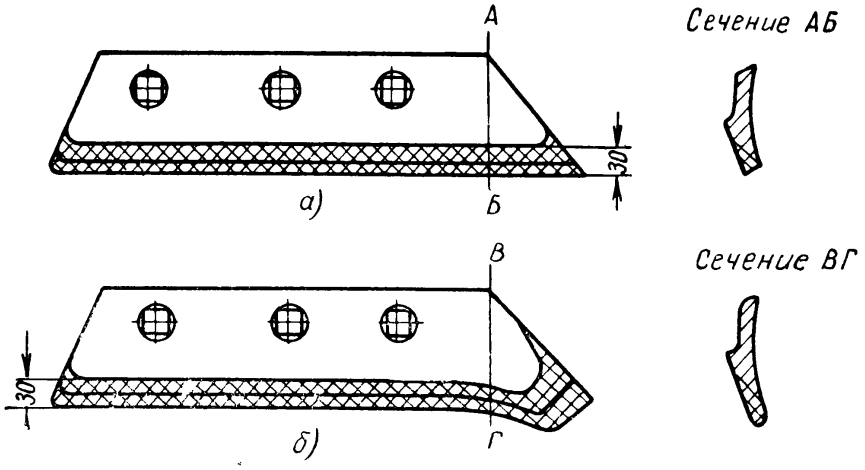



Рис. 125. Форма изношенных лемехов:
*а* — трапецеидального, *б* — долотообразного

свечения, т. е. до 500—600°. Нагревать лемех сразу до ковочной температуры нельзя во избежание образования трещин. Как только лемех будет нагрет до 500—600°, скорость нагрева увеличивают и доводят температуру до 850—1200° (до светло-красного и оранжевого цветов каления).

Нагретый лемех вынимают из горна, кладут лицевой стороной на наковальню и с тыльной стороны частыми ударами ручника или молота разгоняют запас металла из «магазина». Лемех из стали марки Л65 можно оттягивать (ковать) только при температуре выше 800°. Оттяжку прекращают при остывании лемеха ниже 800° (при вишнево-красном цвете каления) и возобновляют после повторного нагрева. Оттянутую часть лемеха проглаживают на наковальне гладилкой по всей длине режущей части так, чтобы толщина лезвия была равна 1—2 *мм*, затем удаляют неровности, образовавшиеся от ударов молота.

При оттяжке форму и размеры лемеха проверяют шаблоном (рис. 121, *а*). У оттянутого лемеха допускаются отклонения в размерах против нового: по длине на ± 15 *мм*, по ширине на ± 4 *мм*.

Лемех после оттяжки и проглаживания, когда он еще находится в нагретом состоянии, зажимают в слесарные тиски и заостряют его лезвие напильником. Затем остывший лемех с лицевой стороны затачивают на наждачном точиле. После заточки ширина фаски лезвия должна быть не более 5—6 *мм*, а толщина лезвия — в пределах 0,5—1 *мм*. Лезвие лемеха не следует затачивать тоньше 0,3 *мм*, иначе оно будет быстро изнашиваться во время работы.

Термическая обработка оттянутого лемеха заключается в закалке и отпуске. При закалке лемех нагревают вдоль лезвия примерно на одну треть его ширины. Нагрев в горне до температуры 780—820° должен быть равномерным (светло-вишнево-красный цвет каления). Нагретый лемех быстро охлаждают в ванне с водой. Температура воды в закалочной ванне должна быть 30—40°. Лемех опускают в ванну спинкой вниз. Если лемех опустить в закалочную ванну лезвием, оно может потрескаться. Нельзя опускать лемех плашмя, так как в этом случае он обычно коробится. Лемех выдерживают в закалочной ванне до прекращения бурления воды, после чего его вынимают из ванны и медленно охлаждают на воздухе.

При закалке долотообразного лемеха на лезвии могут появиться трещины. Чтобы избежать этого, надо у нагретого лемеха предварительно охладить место перехода от носка к лезвию, приложив к нему на 2—3 сек. мокрую тряпку, только после этого лемех быстро опускают в закалочную ванну.

Чтобы уменьшить хрупкость лемеха, возникшую при закалке, производят его отпуск. Для этого лемех снова нагревают до 350° (серый цвет побежалости) и затем медленно охлаждают на воздухе.

При закалке лемех часто коробится. Покоробленный лемех правят на наковальне ударами молотка. Удары по лемеху надо наносить осторожно и не сильно.

Твердость закаленной части лемеха проверяют личным напильником. Напильник не должен оставлять на закаленной части лемеха никаких следов.

В ремонтных мастерских РТС лемехи при ремонте наплавляют качественными электродами или шихтой твердого сплава В-9. Этот способ ремонта лемехов повышает их износоустойчивость. Повышение износоустойчивости лемехов достигается также закалкой их наружного слоя токами высокой частоты.

## § 113. РЕМОНТ ОТВАЛОВ, ПОЛЕВЫХ ДОСОК И ДИСКОВЫХ НОЖЕЙ ПЛУГОВ

Износ отвалов плугов наблюдается главным образом по следу движения пласта земли в основном на груди отвала и у крыла. Наблюдениями установлено, что грудь (рис. 126, *а*) срабатывается примерно в два раза быстрее, чем крыло отвала.

Отвалы плугов изготовляют либо из листовой углеродистой стали с последующей цементацией, либо из специальной трехслойной стали. Для изготовления цементуемых отвалов применяется сталь марки МСт.2. Толщина науглероженного слоя на рабочей поверхности цементованного отвала составляет не менее 22% толщины отвала.

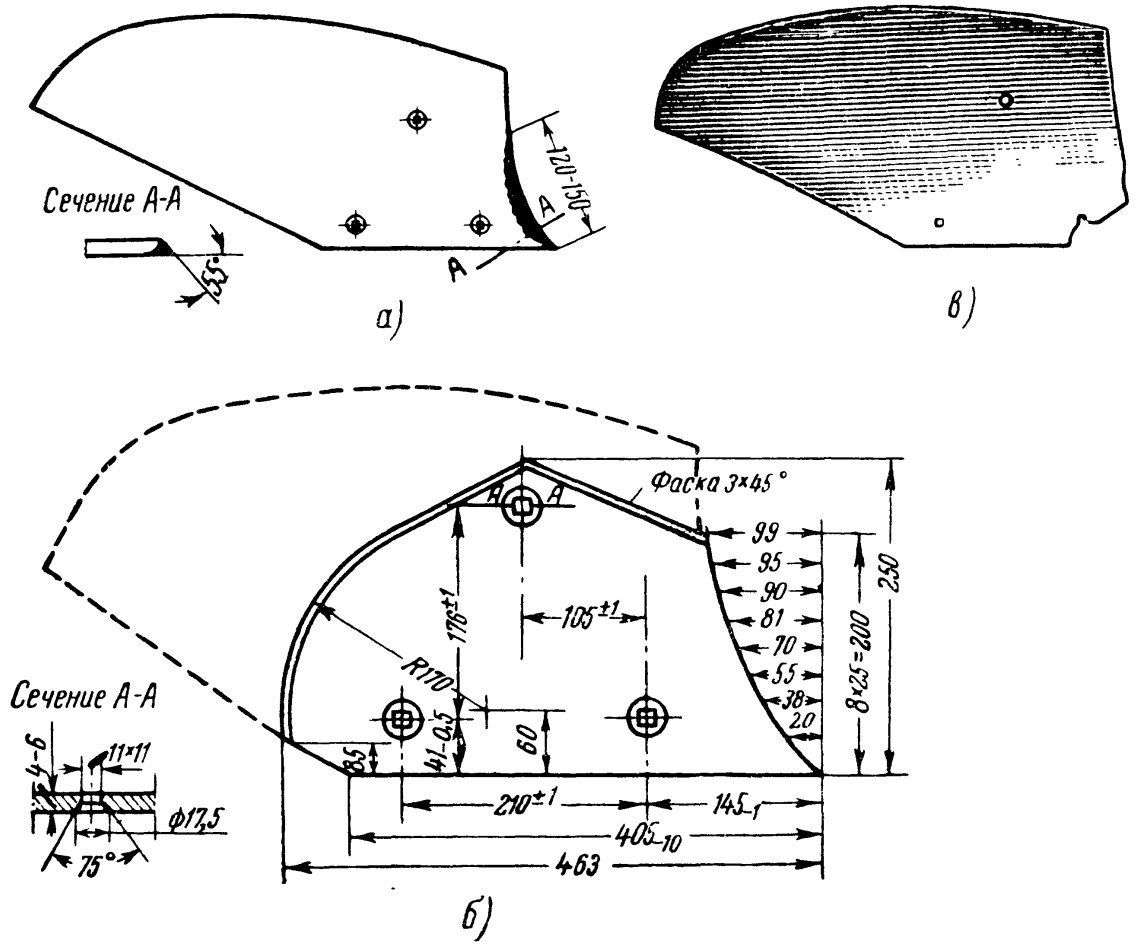



Рис. 126. Виды износа и ремонт отвала:
*а* — износ отвала по ребру груди, *б* — накладка для ремонта отвала, *в* — отвал с отломанным носком

Трехслойная сталь для отвалов, получаемая путем проката слитков, состоит из мягкого среднего слоя толщиной 6 *мм*, изготовляемого из стали марки МСт.2 и двух твердых наружных слоев толщиной 5 и 7 *мм*, изготовляемых из стали марки 60. Толщина мягкого среднего слоя в отвале должна быть не менее одной трети толщины отвала.

Ремонт отвала плуга с местными выступами высотой 3—4 *мм*, образовавшимися на рабочей поверхности в результате ее износа, производится наложением накладки (рис. 126, *б*). Для изготовления накладок применяется углеродистая сталь толщиной 4—6 *мм*. Накладку изготовляют по отвалу, снятому со стойки корпуса. Накладке придают форму передней части отвала, при-

меняя операции гибки, выколотки и правки. На рабочей поверхности накладки не должно быть отпечатков ударов молотка. Отверстия в накладке сверлят на сверлильном станке так, чтобы они совпадали с отверстиями для болтов крепления отвала к стойке корпуса плуга. Затем просверленные отверстия раздают на квадрат с таким расчетом, чтобы головки болтов крепления накладки и отвала к стойке были заподлицо с рабочей поверхностью отвала.

После закрепления отвала с накладкой на стойке рабочая поверхность лемеха окажется ниже рабочей поверхности накладки. Чтобы накладка не выступала над рабочей поверхностью лемеха, после закрепления отвала на стойке необходимо под лемех на болты подложить пластину шириной 60 *мм* и толщиной 4—6 *мм*, равной толщине накладки. Ремонт отвала при его износе или поломке (рис. 126 *в*) может быть выполнен наплавлением слоя металла. Наплавление слоя металла обычно применяется при местном износе отвала у носка или крыла.

Сломанное крыло отвала можно отремонтировать при помощи сварки. Для этого по линии излома с нерабочей стороны на обеих частях отвала на наждачном точиле снимают фаски. Затем обе части отвала сваривают в стык, т. е. по линии излома; образующийся при этом сварочный шов располагается между фасками сварных частей отвала. При сварке сломанного крыла отвала можно применить накладку шириной 40—50 *мм*, которую устанавливают по линии излома с нерабочей стороны свариваемых частей отвала. Крыло отвала, сваренное с применением накладки, обладает большей прочностью, чем сваренное в стык.

Изогнутое или покоробленное крыло отвала выправляют в холодном состоянии. Для этого наносят удары по изогнутому или покоробленному участку крыла. В процессе правки нельзя наносить сильные удары молотком, так как из-за этого может получиться неровная поверхность. Удары молотком должны перекрывать друг друга. После каждого удара молотком необходимо определять, какое действие он оказал на крыло отвала. По мере устранения изгиба или коробления надо наносить все более легкие удары молотком, но в то же время располагать их по площади более часто.

Полевые доски передних корпусов изнашиваются от трения о стенки и дно борозды. На рис. 127 показана величина износа (износ условно заштрихован перекрестными линиями) полевой доски. Уменьшение толщины доски с 14 до 10 *мм* и ширины на ее конце со 100 до 70 *мм* считается предельно допустимым.

Полевые доски передних корпусов изготовляют из стали марки Ст.6. Рабочий конец полевой доски подвергается закалке и отпуску на длине 100—120 *мм*. Твердость в термически обработанной зоне доски должна быть в пределах 415—555 единиц по Бринелю, а в термически необрабатываемой зоне — не более 302 единиц по Бринелю. При одностороннем износе полевую до-

ску можно перевернуть на 180° и использовать вновь. Для этого надо раззенковать разделанные на квадрат отверстия под болты крепления с обратной стороны полевой доски, затем закрепить доску на стойке плуга так, чтобы к стенке и ко дну борозды были обращены ее неизношенная сторона и ребро. Для правильного крепления доски к стойке корпуса необходимо между ними ставить металлические подкладки, толщина которых должна быть равна величине износа.

На полевых досках плугов последних выпусков предусмотрены отверстия под болты крепления, располагаемые симметрично ранее изготовленным, что позволяет использовать доски значительно дольше.

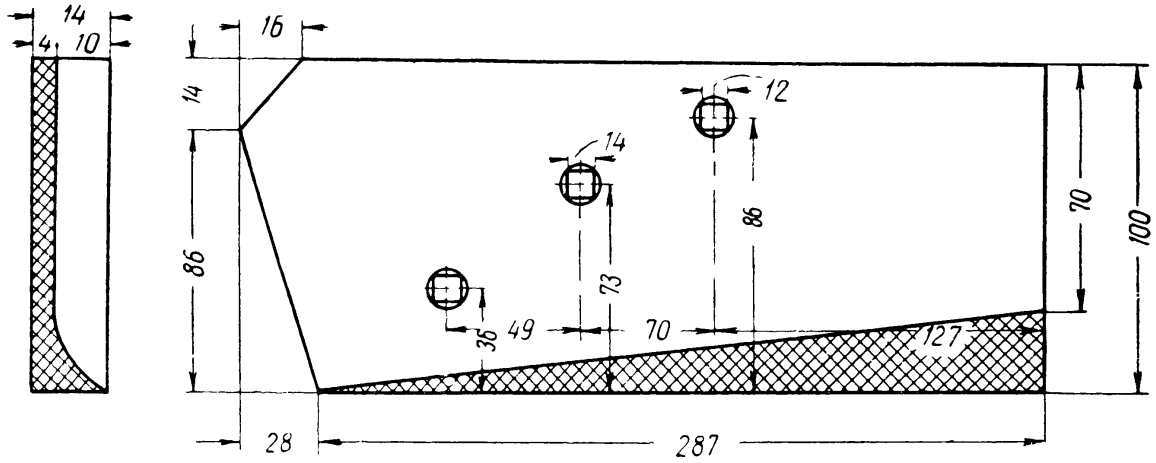



Рис. 127. Полевая доска плуга

Изношенную полевую доску можно отремонтировать при помощи газовой или электродуговой сварки. Для этого к изношенной полевой доске приваривают стальную полосу, откованную по размерам износа, после чего ее рабочую сторону обрабатывают на наждачном точиле. Затем полевую доску нагревают до 780—800° (сине-красный цвет каления) и одним концом опускают в воду на глубину 100—120 *мм*. После закалки доску вторично нагревают до 350° (серый цвет побежалости) и медленно охлаждают на воздухе. Твердость термически обработанной полевой доски определяют напильником: на полевой доске не должно оставаться следов напильника.

Дисковые ножи во время работы тупятся и выкрашиваются. Для восстановления изношенных дисковых ножей их затачивают на наждачном точиле с двух сторон, чтобы ширина фаски была равна 4—5 *мм*. Толщина лезвия после заточки должна быть в пределах 0,3—0,5 *мм*. Лезвия дисковых ножей не следует затачивать тоньше 0,3 *мм*, иначе они будут выкрашиваться во время работы.

## § 114. РЕМОНТ РАМ ПЛУГОВ

Рамы сельскохозяйственных машин по способу изготовления разделяются на сварные, клепаные и собранные на болтах. У отдельных сельскохозяйственных машин (конные косилки, жатки) рамы изготовляют литыми из серого чугуна. Рамы тракторных плугов (рис. 128) состоят из продольных и поперечных брусьев, поперечных раскосов и косынок, изготовляемых из полосовой или профильной стали. На раме четырех- и пятикорпусных тракторных плугов установлена стальная балка *3* швеллерного профиля, закрепленная скобами *2*. В передней части рамы имеются понизители *1*, к которым присоединяется прицеп плуга.

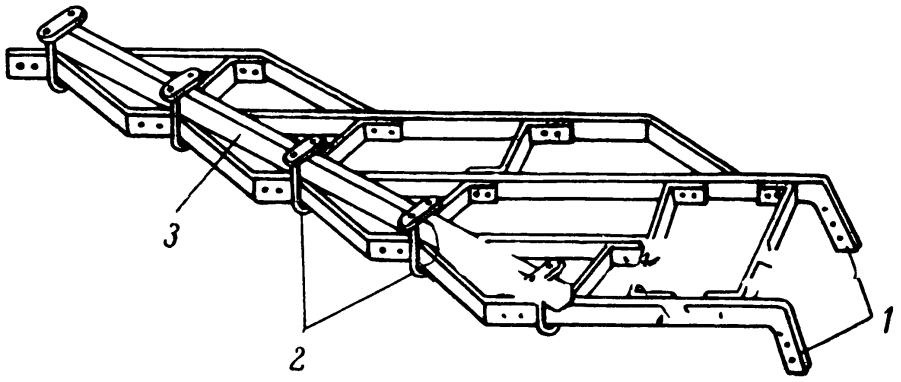



Рис. 128. Рама тракторного плуга:
*1* — понизитель, *2* — скобы, *3* — балка жесткости

Рамы часто повреждаются от воздействия больших усилий, возникающих во время работы плуга; рамы иногда перекашиваются, а их продольные и поперечные брусья изгибаются; крепление брусьев с раскосами и косынками иногда ослабляется. Часто наблюдаются случаи износа отверстий под болты.

Перед ремонтом рамы необходимо выявить все неисправности и наметить последовательность выполнения операций ремонта. Неисправности рам определяют наружным осмотром и измерением. Наружным осмотром выявляют правильность соединения поперечин, раскосов и косынок, трещины, ослабление заклепок и т. д. Для определения неисправностей с рамы снимают рабочие и вспомогательные органы, тщательно очищают ее от грязи, а затем устанавливают по уровню на горизонтальной площадке. Сначала проверяют, нет ли перекосов рамы. Для этого стальной рулеткой измеряют раму по ее диагоналям. Если рама не имеет перекосов, то размеры диагональных измерений будут одинаковыми, и, наоборот, если рама перекошена, то размеры диагональных измерений будут разными и, следовательно, раму необходимо ремонтировать.

Проверяют также прогиб продольных и поперечных брусьев. Длинные брусья рамы проверяют шнуром, а короткие — металлической линейкой. О величине прогиба брусьев судят по про-

свету между натянутым шнуром или нижней кромкой линейки и поверхностью рамы.

Рамы, имеющие перекосы, изогнутые брусья, скрученные швеллеры, правят в большинстве случаев без подогрева. Сварные рамы с небольшими перекосами правят вручную молотком на наковальне. Сварные рамы с большими перекосами правят при

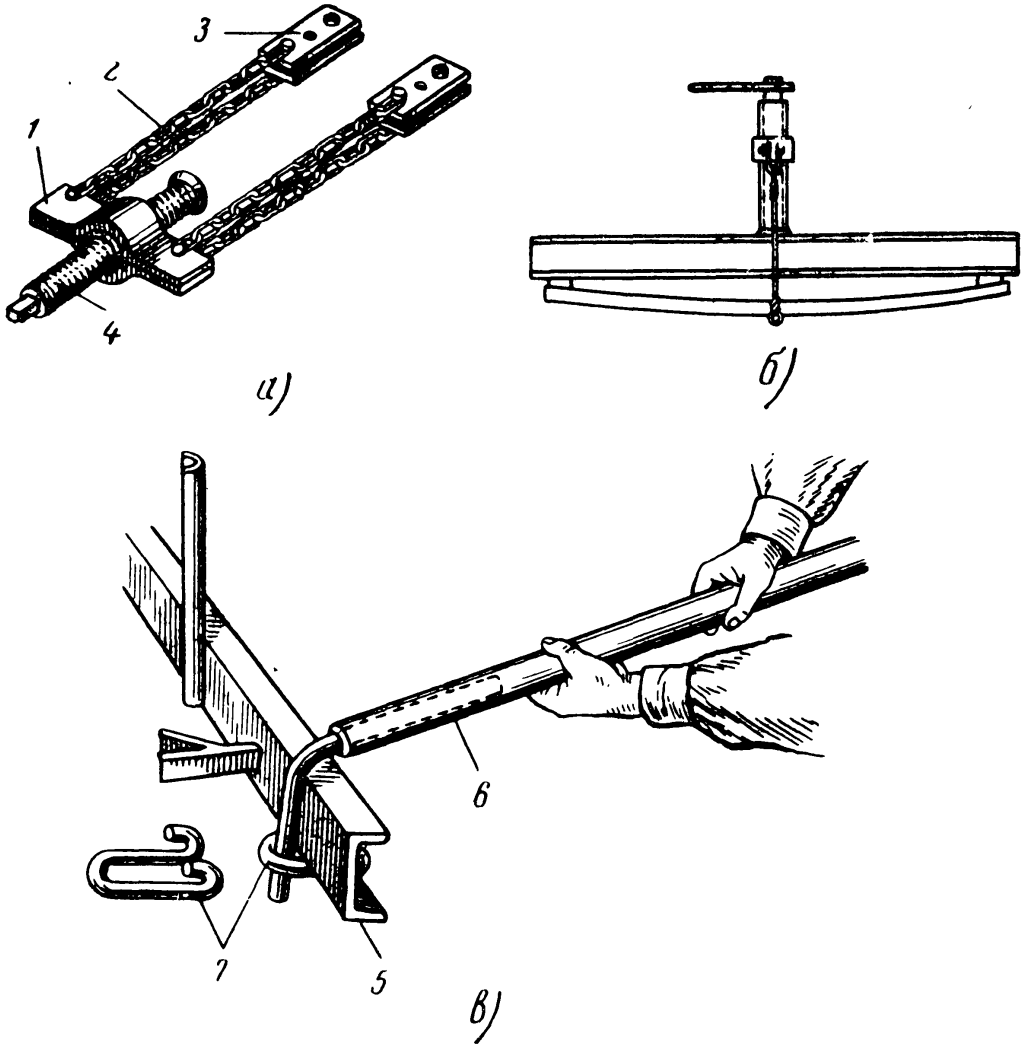



Рис. 129. Правка рам:
*а* — винтовое приспособление, *б* — правка брусьев рамы, *в* — правка скрученного швеллера рамы

помощи оправок, поддержек или специальных приспособлений с винтовыми поджимами, разводами и другими устройствами. На рис. 129, *а* показано винтовое приспособление, состоящее из скобы *1*, цепи *2*, планки *3* и винта *4*. С помощью этого приспособления правят изогнутые брусья рамы (рис. 129, *б*). На рис. 129, *в* показано приспособление, состоящее из скобы *7* и рычага *6*, применяемое для правки скрученного швеллера рамы *5*.

Раскосы, поперечины, косынки и другие детали, легко снимаемые с рамы, правят на наковальне без подогрева и с подогревом. Холодная правка требует большой осторожности и зависит от

состояния металла и степени деформации деталей. Правка с подогревом основана на расширении металла и изменении его упругих свойств при нагревании.

Правка раскосов и поперечин с подогревом применяется во всех случаях, когда не удается устранить деформацию холодной правкой. Нагрев изогнутых раскосов и поперечин производится паяльной лампой на том участке, который требует посадки (укорочения) металла. Нагревать металл надо постепенно, в противном случае не исключена возможность образования складок. Температура нагрева должна быть на 40—60° ниже температуры отпуска.

Брусья рамы с трещинами, изготовленные из уголковой стали или швеллера, ремонтируют с помощью накладок. Обычно длина накладок в 3—4 раза превышает ширину бруса. Накладки устанавливают на брусе с двух сторон, причем трещина должна находиться на одинаковом расстоянии от их краев; затем брус и накладки прочно соединяют с помощью заклепок.

Качество клепаных рам проверяют наружным осмотром, остукиванием головок заклепок слесарным молотком. При остукивании клепаной рамы молотком к одной стороне головки прикладывают палец руки, а с противоположной стороны наносят легкие удары. Дребезжащий звук заклепки или сотрясения, ощущаемые пальцем, указывают на неплотное прилегание головок поставленной заклепки. Для устранения недостатков клепки необходимо удалить заклепки и снова склепать детали рамы. Удалять некачественные заклепки надо так, чтобы не повредить склепываемые детали рамы. При ремонте клепаной рамы обычно срубают закладные головки заклепок, а стержни заклепок из заклепочного отверстия выбивают бородком или специальной выколоткой.

Удалять бракованные заклепки можно также сверлением. Перед высверливанием заклепки на вершине ее головки делают углубление для направления сверла. Высверливать заклепку следует со стороны закладной головки, так как она всегда более точно расположена по отношению к оси стержня заклепки.

При сверлении надо следить за тем, чтобы сверло углубилось лишь на высоту головки. Недосверленная головка отскакивает от стержня, который либо сам выскакивает из отверстия, либо легко удаляется бородком. После удаления некачественных заклепок в освобожденные отверстия вставляют новые заклепки и производят клепку рамы.

После клепки или сварки необходимо проверить, нет ли перекоса рамы.

## § 115. РЕМОНТ ПРИЦЕПОВ ПЛУГОВ

Прицеп (рис. 130) служит для присоединения плуга к трактору. Соединение прицепа с трактором осуществляется с помощью прицепной серьги *5*. К продольной тяге *3* и поперечине *2*

присоединяется раскос *7*. Прицеп с помощью левой и правой серег *8*, поперечины *2* крепится к понизителям *1* рамы плуга. Для предохранения плуга от поломок при перегрузках прицеп снабжается предохранительным устройством. Принцип действия предохранительного устройства основан на том, что между двумя планками продольной тяги *3* не сильно зажимается болтами проушина *6*. В отверстия планок и проушины вставлен предохранительный штифт *4*. Если на предохранительный штифт будет передаваться усилие, превышающее допустимое, то штифт сломается и плуг отцепится от трактора.

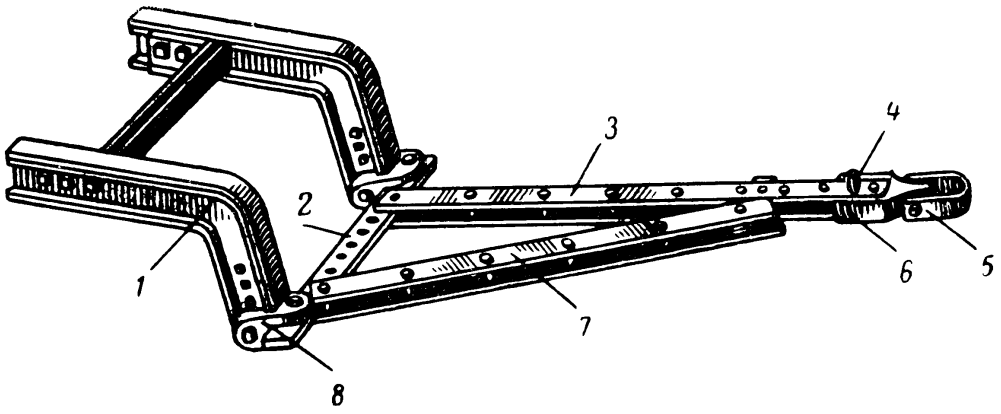



Рис. 130. Прицеп плуга

Возможны следующие неисправности прицепов: изгиб тяг, раскосов и поперечин; износ отверстий продольной тяги, прицепной серьги, раскоса, серьги поперечины; разрыв прицепной серьги; ослабление болтовых и клепаных соединений деталей прицепа и т. п.

Изогнутые тяги, раскосы и поперечины кузнец правит без подогрева и с подогревом. Перед тем как приступить к ремонту прицепа, надо выявить неисправности и наметить последовательность выполнения ремонтных операций.

Правку изогнутых тяг, раскосов и поперечины прицепа производят таким же способом, как и правку брусьев рам плугов.

Сломанные тяги и раскосы сваривают с применением накладок или заменяют новыми. Изношенные отверстия в тягах, раскосах и серьгах заваривают, а затем на том же месте сверлят новые отверстия, соответствующие диаметру болта и предохранительного штифта.

Прицепные серьги в случае разрыва заменяют новыми. Кузнец изготовляет их по образцу или по чертежу.

При ослаблении болтовых соединений надо подтянуть гайки гаечным ключом. Ослабленные заклепки срубают и заменяют новыми.

## § 116. РЕМОНТ ЛАП КУЛЬТИВАТОРОВ

Лапы культиваторов подвержены сильному износу, который заключается в притуплении их лезвий. При затуплении лезвий лап нарушается нормальная работа культиватора. Лапы культиваторов имеют различную конструкцию и размеры. На рис. 131 изображены культиваторные лапы: плоскорежущая стрельчатая, универсальная, рыхлительная жесткая и рыхлительная пружинная.

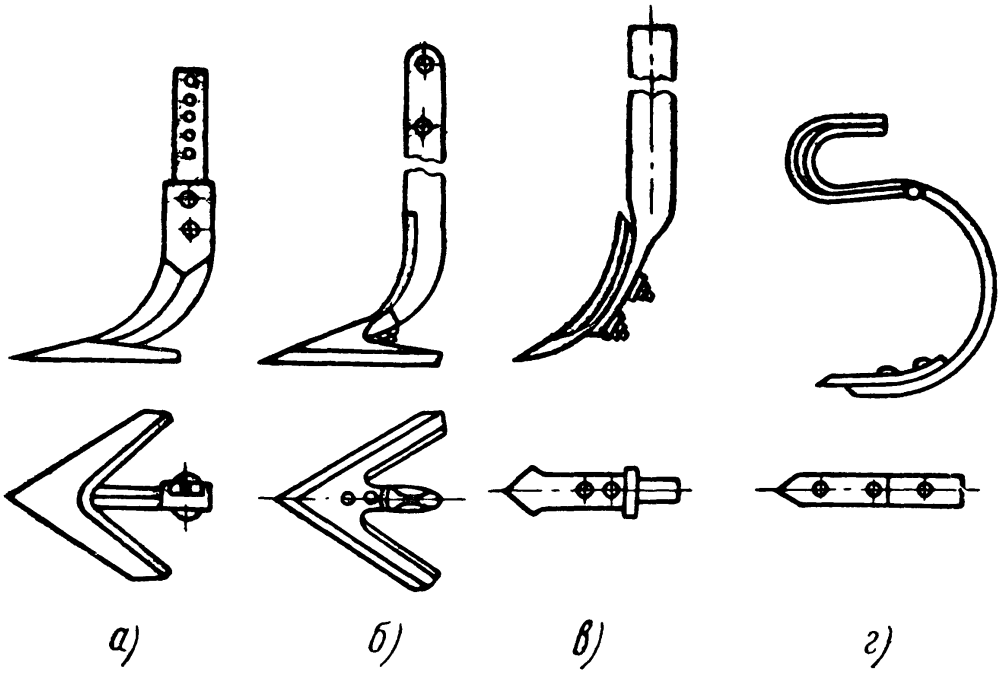



Рис. 131. Лапы культиваторов:
*а* — плоскорежущая стрельчатая, *б* — универсальная, *в* — рыхлительная жесткая, *г* — рыхлительная пружинная

Лапы культиваторов изготовляют из стали марок 65Г и 70Г. Лапы крепятся на жестких или пружинных стойках болтами или заклепками. Стойки жесткие высотой 330—367 *мм* изготовляют из стали марки МСт. 5 или из ковкого чугуна не ниже марки КЧ33-8; при высоте 402—460 *мм* их изготовляют из стали не ниже марки МСт 6. Стойки пружинные выполняют из стали марок 65Г и 70Г.

Лезвия культиваторных лап на ширине 24—30 *мм* подвергают закалке и отпуску. После термической обработки твердость лезвий должна быть в пределах 352—495 единиц по Бринелю. В остальной части лап допускается твердость, не превышающая 352 единиц по Бринелю. Толщина лезвий колеблется в пределах 0,3—0,5 *мм*.

Культиваторные лапы при затуплении лезвий, когда они еще по ширине захвата не уменьшаются, затачивают на наждачном точиле. Культиваторные лапы могут иметь верхнюю, нижнюю или комбинированную заточку (рис. 132). Применение того или

иного способа заточки зависит от положения лап в работе. Плоскорежущие лапы имеют верхнюю заточку, а рыхлительные лапы, круто устанавливаемые, — нижнюю заточку. Комбинированная заточка применяется обычно при восстановлении универсальных лап. У правильно заточенной лапы между ее нижней поверхностью (режущей плоскостью) и опорной поверхностью всегда должен быть угол около 5°. При заточке нельзя допускать сильного нагрева лапы, иначе произойдет отпуск и твердость в закаленной зоне понизится.

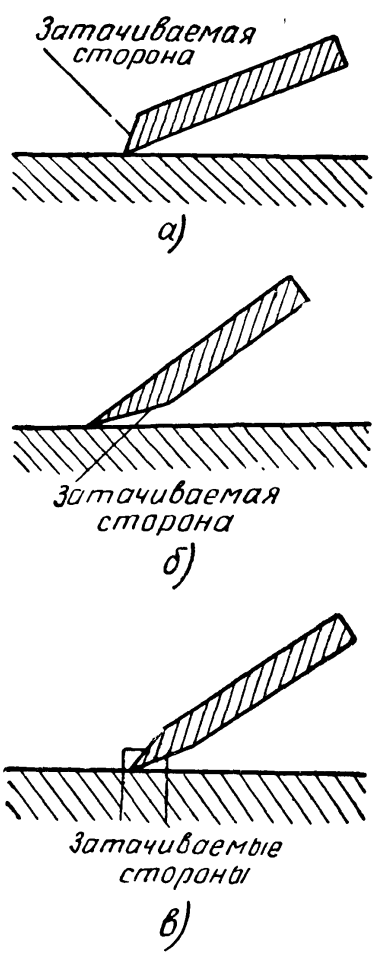



Рис. 132. Способы заточки культиваторных лап:
*а* — верхняя, *б* — нижняя, *в* — комбинированная

Культиваторные лапы после нескольких заточек уменьшаются по ширине захвата. Ремонт культиваторных лап, изношенных по ширине захвата, производится с применением кузнечной оттяжки лап до первоначальных размеров, заточки лезвий и их термической обработки. Для оттяжки лапу нагревают в кузнечном горне до 850—900° (светло-красный цвет каления). Каждую лапу при оттяжке приходится нагревать в горне несколько раз, сообразуясь с длиной ее нагреваемой части, которую можно оттянуть до остывания металла ниже ковочной температуры. Оттяжка лап производится ударами молота. Нагретую лапу вынимают из горна и подают к молоту кузнечными клещами. При оттяжке плоскорежущей лапы вначале нагревают и оттягивают одно крыло, затем ее среднюю часть и, наконец, второе крыло.

При оттяжке лапы пользуются шаблоном, которым проверяют правильность ее формы и размеров. При проверке рабочей поверхности лапы просвет между шаблоном и лапой должен быть не более 1,5 *мм*. Как только лапа остынет, затачивают лезвия на наждачном точиле. Толщина лезвий должна быть от 0,3 до 0,5 *мм*. Лезвия тоньше 0,3 *мм* быстро выкрашиваются во время работы. После заточки лезвия должны быть равными по величине; местные просветы между отдельными участками лезвия и плитой допускаются не более 2 *мм*. Затем лапа подвергается термической обработке — закалке и отпуску. Для закалки лапу нагревают в кузнечном горне до 820° (светло-вишнево-красный цвет каления). Нагретую лапу вынимают из горна кузнечными клещами и для

охлаждения опускают в масляную ванну, в которой охлаждают не всю лапу, а только лезвие шириной 24—30 *мм*. Для отпуска лапу снова нагревают в кузнечном горне до 400° (серый цвет побежалости) и медленно охлаждают ее на воздухе. Твердость лезвий лапы проверяют напильником, который при движении по лезвию лапы не должен оставлять никаких следов.

Стойки лап во время работы часто изгибаются. Ремонт изогнутых стоек лап заключается в их правке в нагретом виде. При правке нагретой стойки удары молотком надо наносить лишь по месту, нагретому до светло-красного цвета каления. После правки стойка должна как можно медленнее остывать. Затем стойку лапы проверяют по шаблону, изготовленному по форме готовой (заводской) стойки.

Пружинные рыхлительные культиваторные лапы после полного износа и затупления восстанавливают перевертыванием на 180°. В результате перевертывания лапы внизу окажется ее неизношенный конец.

## § 117. РЕМОНТ КОЛЕС

Колеса сельскохозяйственных машин весьма разнообразны по конструкции и размерам. Колесо состоит из трех основных частей: обода, ступицы и спиц. Наиболее распространены колеса с литыми чугунными ступицами. Обод колеса может иметь различное сечение (рис. 133). Обод имеет отверстия, в которые

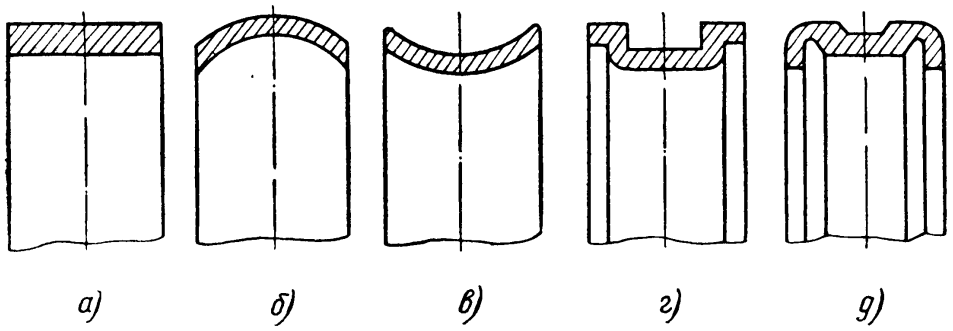



Рис. 133. Сечения обода колеса:
*а* — прямоугольное, *б* — выпуклое, *в* — вогнутое, *г* и *д* — коробчатое

вставляют концы спиц (рис. 134). Концы спиц закрепляют в ступице различными способами: они могут быть отлиты заодно со ступицей (рис. 134, *а, б*), установлены на резьбе (рис. 134, *в*) или расклепаны (рис. 134, *г*). С наружной стороны обода выступающие концы спиц расклепывают в виде выпуклой (рис. 134, *в*) или потайной (рис. 134, *б*) головок. Некоторые сельскохозяйственные машины имеют чугунные литые колеса или колеса с пневматическими баллонами.

Колеса ремонтируют при изгибе спиц, ослаблении их крепления в ободе и ступице, деформации или поломке обода при износе ступицы. Погнутые спицы выправляют ударами молотка.

Для этого погнутую спицу кладут на опорный инструмент (оправки наковальни) прогибом вверх. Затем наносят по спице удары молотком с каждой стороны относительно прогиба до тех пор, пока не исчезнет просвет между поверхностями спицы и опорного инструмента. Сильно погнутые спицы правят в нагретом состоянии. Для этого их нагревают паяльной лампой или в горне до 750—800° (вишнево-красный цвет каления).

Прочность крепления спиц в ступице и ободе определяется легкими ударами слесарного молотка. Если крепление спиц ослаблено, то при ударе по ним слышен глухой дребезжащий звук. Спицы, отлитые заодно со ступицей, при поломке заменяют

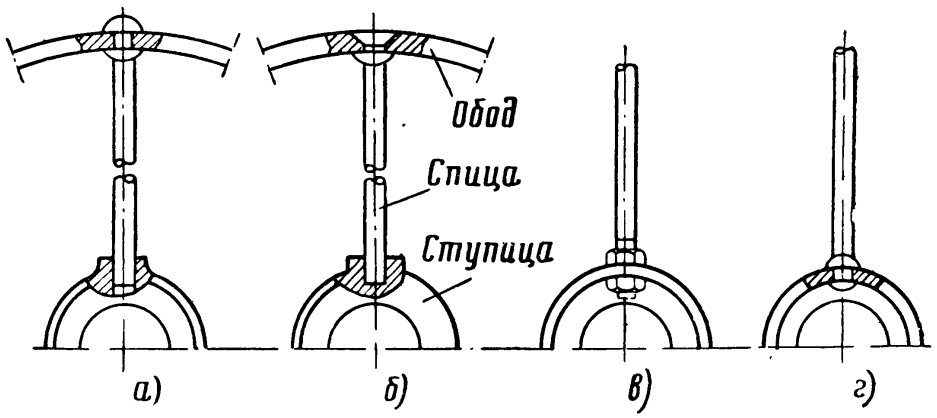



Рис. 134. Способы крепления спиц к ступице:
*а, б* — спицы отлиты заодно со ступицей, *в* — спицы установлены на резьбе, *г* — спицы расклепаны

новыми. Для этого обломок спицы высверливают, нарезают резьбу в просверленном отверстии, а затем в отверстие с резьбой ввинчивают новую спицу (рис. 135, *а*).

Спицы, ослабленные в ступице, обычно укрепляют сваркой. Для этого в ступице вырубают зубилом канавку около отверстия, затем вставляют спицу в отверстие и приваривают ее к ступице (рис. 135, *б*). Ослабленные в ободе головки спиц нагревают докрасна пламенем паяльной лампы или газовой горелки и затем расклепывают их. Форма головке спицы придается с помощью обжимки. Сломанные спицы, установленные в ступице на резьбе, заменяют новыми.

Обод колеса деформируется и иногда разрывается. Погнутый тонкий обод прямоугольного сечения правят на наковальне с помощью кувалды и гладилки в холодном состоянии. Толстый обод при значительной деформации, если он не поддается правке в холодном состоянии, правят в нагретом состоянии. Погнутый обод выпуклого и вогнутого сечений правят, пользуясь специальными приспособлениями. Приспособление для правки обода с вогнутым сечением (рис. 136) состоит из плиты *1*, сменной матрицы *2*, сменного пуансона *3*, откидной скобы *5* и оси скобы *6*. При правке обод *4* колеса находится между пуансоном и матрицей.

При приложении усилий на откидную скобу последняя будет сжимать пуансон и матрицу и выправлять находящийся между ними обод.

Ободы обычно разрываются по месту стыковой сварки. Такие ободы восстанавливают сваркой. Для этого старый сварочный шов срубают зубилом, затем на каждом конце разъединенного обода делают фаски под углом 45° и

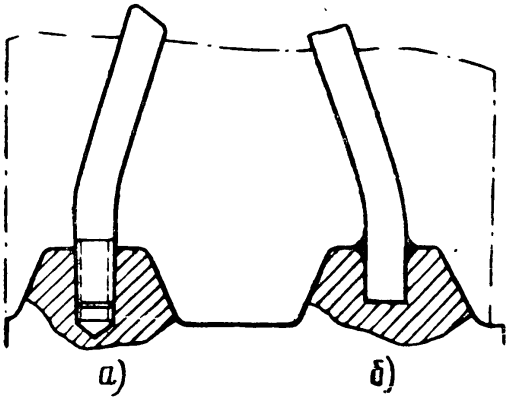



Рис. 135. Способы ремонта спиц в ступице колеса:
*а* — на резьбе, *б* — с применением сварки

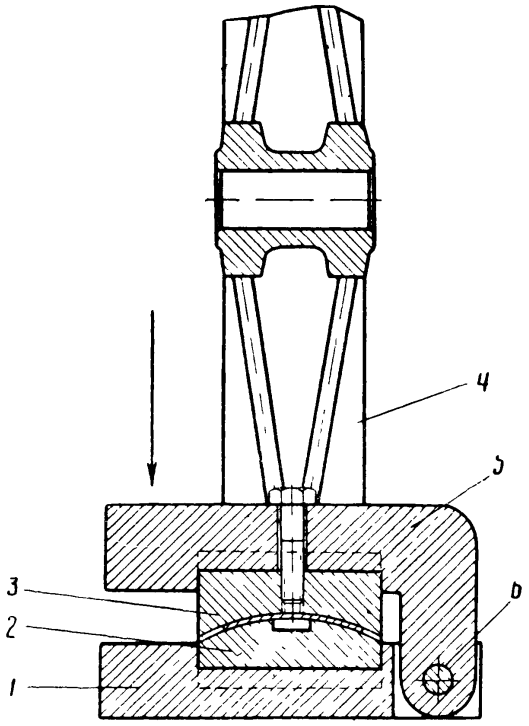



Рис. 136. Приспособление для правки обода с вогнутым сечением

стягивают обод с помощью приспособления (рис. 137).

Колеса после ремонта проверяют на биение. Для этого отремонтированное колесо устанавливают на приспособление

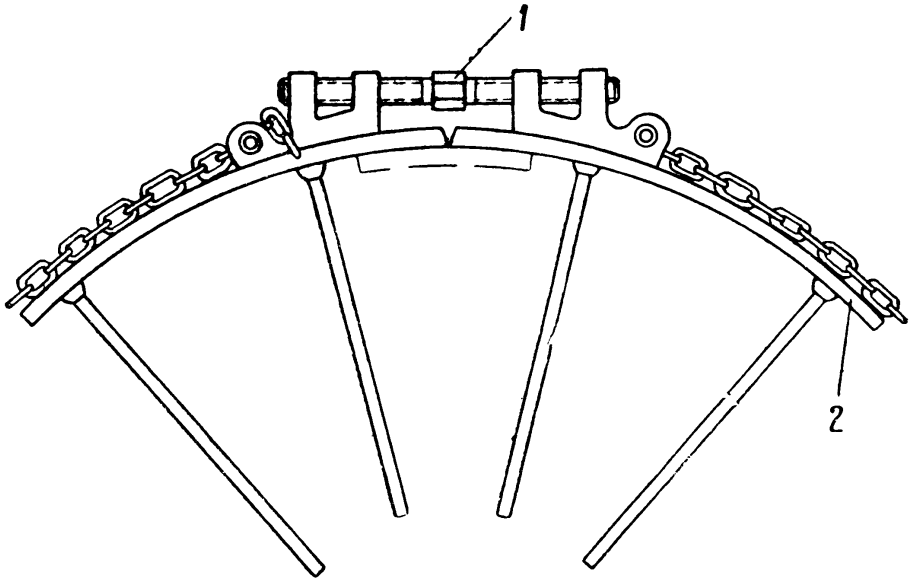



Рис. 137. Обод колеса, стянутый стяжным приспособлением:
*1* — стяжное приспособление, *2* — обод

(рис. 138), медленно вращают колесо и с помощью линейки и рейсмуса замеряют величину биения. При проверке колеса на биение часто приходится его править на этом же приспособлении, чтобы обеспечить биение в пределах установленной нормы. Величина радиального и осевого биений допускается не более 5 *мм*.

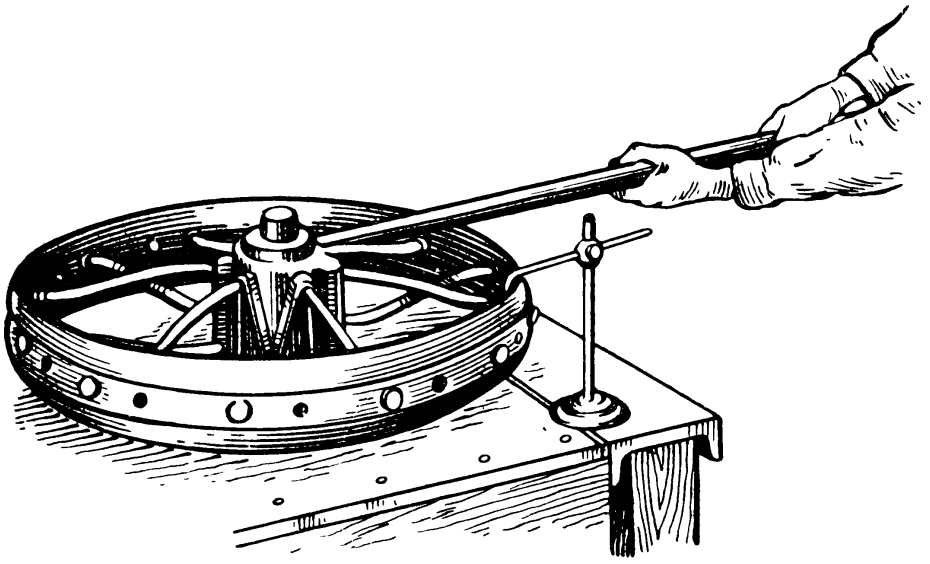


Рис. 138. Проверка колеса на биение и его правка

## § 118. РЕМОНТ ВАЛОВ И ОСЕЙ

Валы, применяемые в сельскохозяйственных машинах, имеют различное назначение. Валы круглого сечения предназначены для передачи вращательного движения. В тех случаях, когда, кроме передачи вращательного движения, необходимо осуществить перемещение деталей на валу, применяют валы квадратного сечения. Если требуется вращательное движение преобразовать в возвратно-поступательное, применяют коленчатые валы. Оси в отличие от валов не передают вращательного движения. Детали, соединяемые с осями, могут вращаться на них или вместе с ними.

Детали на валах и осях закрепляются шпонками, штырями, стопорными болтами или на резьбе.

Валы и оси сельскохозяйственных машин изготовляют из углеродистой конструкционной стали марок Ст. 4 и Ст. 5 или из качественной конструкционной стали марок 30, 40 и 50.

Валы и оси иногда имеют следующие неисправности: прогиб, износ или срыв резьбы, смятие и износ шпоночных канавок и т. п. Величина допустимого прогиба зависит от назначения, условий работы и размеров того или иного вала и указывается в технических условиях. Величина и направление прогиба вала определяются на призмах приспособления с помощью рейсмуса. Прогиб вала можно также определить на контрольной плите по просвету между плоскостью плиты и поверхностью вала.

Погнутые валы правят в холодном состоянии разными способами. На рис. 139 показан способ ручной правки вала в призмах. Вал выправляется при его повороте в призмах нажимом рычага.

Иногда применяют способ двойной правки. В этом случае погнутый вал (рис. 140, *а*) устанавливают на призмах прогнутой стороной вверх. Затем рычагом приспособления прикладывают усилие. Нажим рычагом производится до тех пор, пока вал не прогнется в обратную сторону примерно на ту же величину. Погнутый вал (рис. 140, *б*) снова устанавливают на призмы также прогнутой стороной вверх и нажимают на него сверху до тех пор, пока он не выпрямится. Погнутые валы могут быть выправлены способом наклепа (рис. 140, *в*). Для этого погнутый вал кладут на плиту прогибом вниз, наносят удары молотком от середины в обе стороны к краям. Удары молотком по валу наносят частые, но не сильные до тех пор, пока не исчезнет просвет между поверхностями плиты и вала.

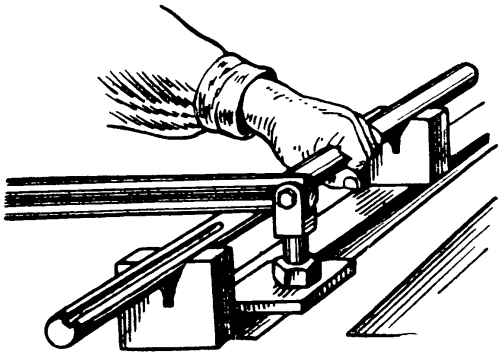


Рис. 139. Правка вала в призмах

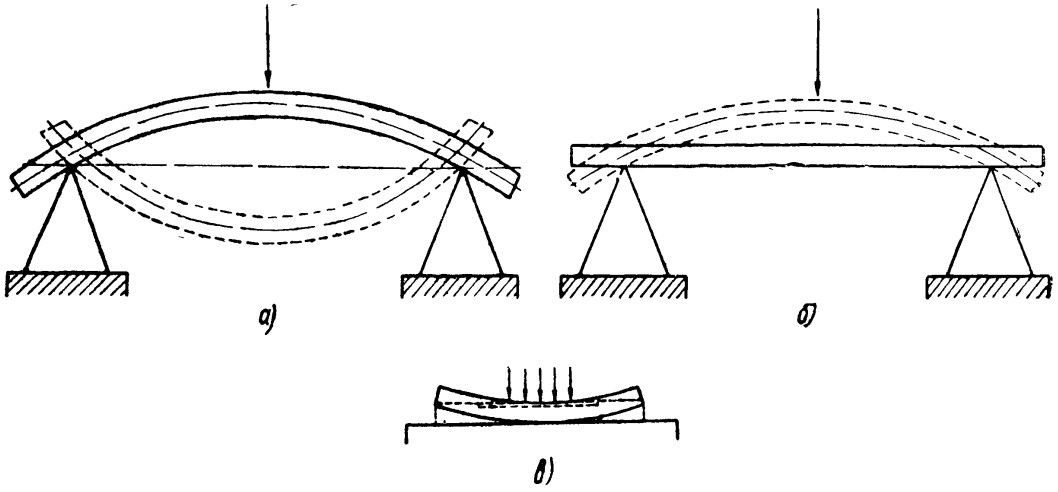



Рис. 140. Правка вала:
*а* и *б* — способом двойной правки, *в* — способом наклепа

Оси, погнутые в коленах, правят в горячем состоянии, пользуясь приспособлением швеллерного типа (рис. 141). Ось в месте изгиба нагревают в кузнечном горне до 830—900° (светло-красный цвет каления). Нагретую ось коротким концом вставляют в скобу *1*, которая приварена к швеллеру *2*, заделанному в бетонное основание *3*, а за длинный конец выгибают ее в необходимом направлении.

Валы и оси, имеющие незначительные повреждения резьбы, восстанавливаются при помощи клуппа с плашками.

При шпоночном соединении валов с деталями (шестерни, шкивы и т. п.) между шпонкой и канавкой допускается зазор не более 0,2 *мм*. Валы и оси с изношенными шпоночными канавками могут быть восстановлены разными способами. Незначительные забоины и другие повреждения на гранях канавок устраняют вручную личным напильником или шабером. Сильно разработанные шпоночные канавки восстанавливают путем увеличения их ширины в пределах не более 15% от первоначальных размеров. Ширину шпоночной канавки увеличивают при помощи слесарного молотка и крейцмейселя. Затем грани шпоночной канавки обрабатывают личным напильником или шабером. При значительном износе шпоночной канавки по ширине ее заваривают и делают новую канавку, сместив ее по окружности вала на 90 или 180° относительно старой канавки.

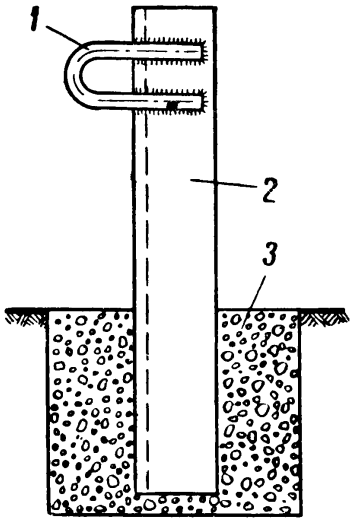


Рис. 141. Приспособление для правки осей

## § 119. ЗАЛИВКА ПОДШИПНИКОВ БАББИТОМ

Процесс заливки подшипников баббитом состоит из следующих операций: подготовка материалов к заливке, подготовка подшипников к лужению, лужение подшипников, плавление баббита, заливка подшипников, отделка и подгонка подшипников.

**Подготовка материалов к заливке подшипников.** Для заливки подшипников применяют баббит определенного состава, третник, хлористый цинк (травленая соляная кислота), древесный уголь, нашатырь, замазку, раствор каустической соды (9—10% по весу), обмазку. Все эти материалы перед заливкой заготовляют в количестве, необходимом для подшипников, подлежащих заливке. Древесный уголь применяют кусочками размером от 5 до 10 *мм*.

Замазку для заделки масляных отверстий в заливаемых подшипниках изготовляют из трех частей мела, одной части графита, одной части мелкого асбеста, двух частей олифы и трех частей воды.

Обмазку для изоляции поверхностей, не требующих лужения, изготовляют из одного литра жидкого стекла, одного литра воды и четырех стаканов мела.

**Подготовка подшипников к лужению.** Прежде чем приступить к подготовке подшипников к лужению, необходимо их тщательно осмотреть и убедиться в отсутствии трещин.

Для обезжиривания поверхностей подшипники погружают на

8—10 мин. в горячий (80—90°) раствор каустической соды. Для удаления с поверхностей подшипников остатков щелочи подшипники промывают в горячей (80—90°) воде. Затем при помощи волосяной кисти подлежащие облуживанию поверхности подшипников смазывают слоем протравы хлористого цинка. Протрава должна покрывать всю поверхность подшипника ровным слоем и, стекая по ней, не оставлять пропусков (несмоченных мест). При наличии пропусков необходимо вновь обезжирить поверхности подшипника.

**Лужение подшипников.** Подшипники, покрытые протравой, тщательно облуживают, применяя третник. Полуда наносится палочкой третника на подогретую (до температуры лужения) поверхность подшипника. Полуда должна распределяться равномерно по всей облуживаемой поверхности подшипника. В процессе лужения подшипника одновременно присыпают нашатырем необлуженные места. Для полного облуживания всей поверхности подшипник постоянно поворачивают и следят за распределением полуды с тем, чтобы не допускать ее стекания. Поверхности подшипника после лужения должны быть светлыми. Тусклый и особенно желтоватый вид поверхности указывает на перегрев или длительную выдержку полуды в жидком состоянии. Такая полуда непригодна. При некачественном облуживании подшипников все подготовительные операции повторяются заново.

**Плавление баббита.** Баббит для заливки расплавляют в железном тигле. В расплавленном состоянии баббит сильно окисляется. Поэтому площадь соприкосновения жидкого баббита с воздухом должна быть возможно меньшей, для чего следует применять более узкий тигель. Как только тигель будет разогрет, в него кладут куски баббита весом по 100—150 *г*. Температура плавления баббита марки Б-83 колеблется в пределах 400—450°, марки БН — в пределах 240—400°.

Пламя во время плавления баббита должно охватывать тигель со всех сторон. При недостаточном нагреве баббит окажется густым и не пригодным для заливки. Когда баббит в тигле станет жидким, на его поверхность насыпают мелкие кусочки древесного угля слоем толщиной около 30 *мм*. Уголь должен быть просеянным, так как угольная пыль может смешаться с баббитом и попасть в заливку. Слой древесного угля не позволяет жидкому баббиту соприкасаться с воздухом, предохраняет его поверхность от окисления. Если часть угля сдвинуть в сторону, то под ней будет видна блестящая поверхность баббита. Если блеск сразу же исчезает и поверхность тускнеет, покрываясь пленкой окиси, это указывает на перегрев баббита. Поэтому нельзя допускать перегрева, так как пленка, попадая в заливку, не успевает полностью всплыть в застывающем баббите и образует в нем раковины, что приводит к браку заливки.

**Заливка подшипников.** Для заливки вкладыши (половинки)

подшипника складывают вместе и соединяют хомутом (рис. 142, *а*). Между вкладышами до соединения вводят тонкую металлическую прокладку для предупреждения спаивания вкладышей. Затем зажимают в тиски в вертикальном положении гладкий круглый стальной или деревянный стержень (шишку). На вертикально укрепленном стержне устанавливают металлический поддон; на поддон — подшипник таким образом, чтобы стержень находился на одинаковом расстоянии от внутренних стенок подшипника. В образовавшееся пространство между стержнем и внутренними стенками подшипника заливают баббит (рис. 142, *б*).

При заливке крупных подшипников каждый вкладыш заливают отдельно (рис. 142, *в*). До заливки все щели должны быть обмазаны обмазкой.

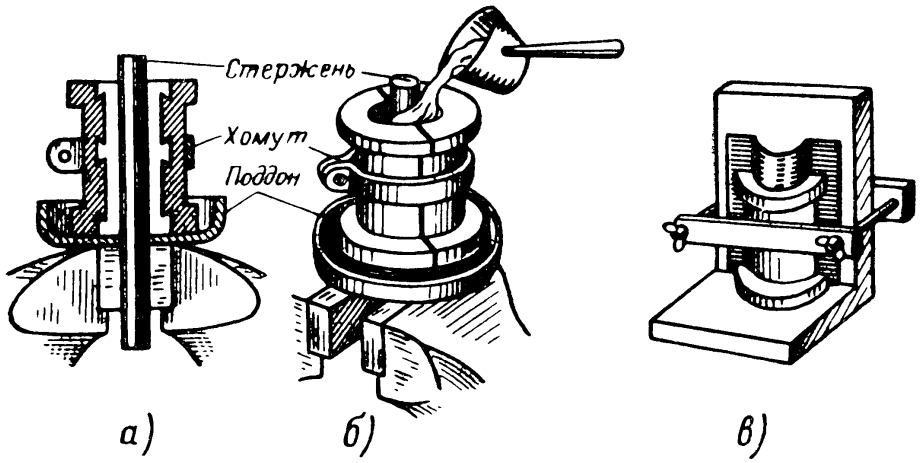



Рис. 142. Заливка баббитом:
*а, б* — подшипника, *в* — отдельного вкладыша

Перед заливкой баббита деревянной или железной лопаткой быстро сдвигают в сторону пленку шлака и осторожно перемешивают баббит подогретой железной или деревянной мешалкой, чтобы не позволить более тяжелым частицам баббита осесть на дно тигля.

Баббит заливают железной ложкой, которая должна вмещать всю порцию заливки, чтобы последняя была выполнена непрерывной струей. Если подшипник заливать в два или несколько приемов, то могут образоваться спаи и усадочные раковины. После затвердения залитого баббита подшипнику дают медленно остыть. Качество заливки можно проверить по цвету залитого баббита и по звуку при ударе по подшипнику деревянным молотком. Цвет залитого баббита должен быть серебристым, а звук — чистым, не дребезжащим.

**Отделка и подгонка подшипников.** После заливки баббитом подшипники растачивают и пришабривают. Подшипники растачивают на специальной стойке (типа УРБВП) без припуска на шабровку или на универсальном приспособлении, оставляя для

шабрения припуск от 0,2 до 0,3 *мм*. Шабрение производят в несколько приемов, проверяя точность шабрения по краске. Шабрение заканчивают, когда $^3/_4$ поверхности подшипника покроется краской или количество пятен будет не менее 12 на площади 25×25 *мм*. По окончании шабрения подшипники протирают тряпкой или концами, смоченными в керосине, смазывают машинным маслом и устанавливают на место.

**Ремонт изношенных подшипников.** При ремонте изношенных вкладышей подшипников удаляют остатки слоя баббита, нагревая его паяльной лампой. Перед выплавкой баббита подшипник надо тщательно очистить от влаги и масла. Нагревать вкладыши нужно до размягчения баббита. Если подшипник потрясти, баббит выпадает. Выплавленный баббит теряет свою вязкость, становится твердым и хрупким. Поэтому для ответственных подшипников повторную заливку производят баббитом нового состава.

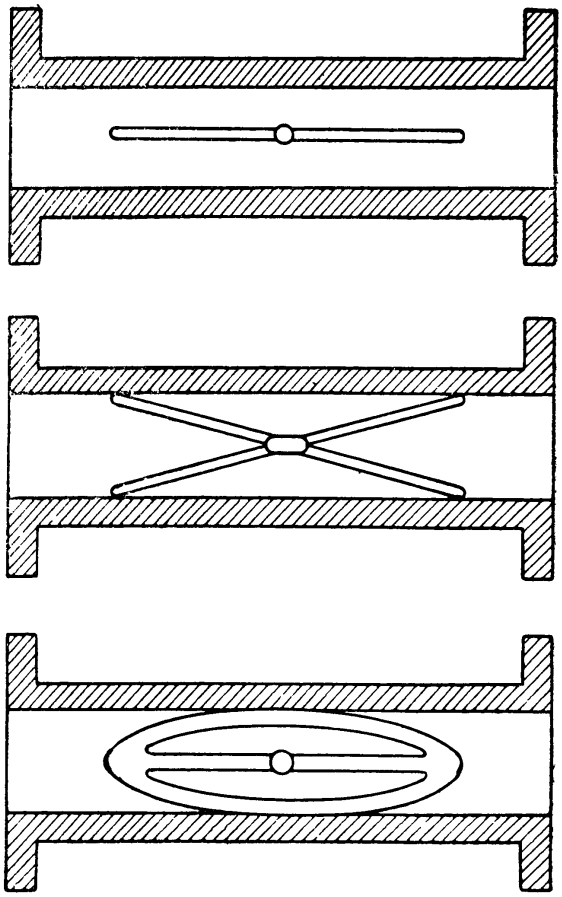


Рис. 143. Основные формы смазочных канавок в подшипниках

Перед заливкой вкладыши подшипника тщательно очищают от окислов и грязи стальной щеткой или шабером, затем обезжиривают в 9—10-процентном растворе каустической соды с последующей промывкой в течение 5—10 мин. в горячей (80—90°) воде. После этого поверхность вкладышей подшипника облуживают, предварительно протравив ее соляной кислотой. Заливка изношенных подшипников производится так же, как и новых. Для обеспечения свободного доступа масла ко всей поверхности вкладышей подшипников в залитом слое баббита делают смазочные канавки. Форма канавок (рис. 143) может быть различной, но чаще всего применяют перекрестную форму, причем место пересечения канавок должно приходиться против отверстия для смазки. Канавки в подшипниках делают крейцмейселем и слесарным молотком. Канавки всегда начинают изготовлять от смазочного отверстия. Они не должны доходить до краев подшипника, чтобы не было утечки масла. Изготовленные канавки сглаживают прочисткой, имеющей полукруглое сечение. Прочистка

может быть сделана из изношенного круглого напильника. Для этого конец напильника нужно отжечь, загнуть и снова закалить.

После заливки баббитом и изготовления канавок для смазки подшипники растачивают, пришабривают и подгоняют по валу.

При заливке подшипников баббитом нужно соблюдать меры предосторожности. Перед выплавкой баббита вкладыши нужно тщательно очистить от масла, иначе горячий баббит будет разбрызгиваться и может обжечь лицо и руки. При плавлении баббита в тигле нужно следить за тем, чтобы в жидкий баббит не попала влага, так как мгновенно образующиеся пары выплескивают жидкий баббит из тигля, что может вызвать ожог. По этой же причине нельзя при плавлении перемешивать жидкий баббит мокрой мешалкой. Заливку баббита нужно выполнять в рукавицах и предохранительных очках.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие инструменты применяют при ремонте сельскохозяйственных машин?
2. Какую форму имеют лемехи плугов?
3. Как ремонтируют лемехи плугов?
4. Как ремонтируют отвалы плугов?
5. Как ремонтируют прицепы плугов?
6. Каковы способы заточки лап культиваторов?
7. Как ремонтируют лапы культиваторов?
8. Как ремонтируют валы, оси и колеса сельскохозяйственных машин?
9. Как производится заливка подшипников баббитом?

# ПРИЛОЖЕНИЯ

*Приложение 1*

**Конструкционные углеродистые стали обыкновенного качества группы А**

| Марка стали | Характеристика механических свойств | | | Применение |
|---|---|---|---|---|
| | предел прочности на растяжение в *кг/мм²* | предел текучести в *кг/мм²* | относительное удлинение в % | |
| Ст. 0 | 32—47 | 19 | 18—22 | Баки, резервуары, обшивки |
| Ст. 1 | 32—40 | — | 28—33 | Топочные связи, заготовки для сварных труб |
| Ст. 2 | 34—42 | 22 | 26—31 | Котельные листы, заклепки |
| Ст. 3 | 38—40 | — | 23—27 | Болты, гайки, винты, листовой материал, фермы |
| | 41—43 | 24 | 22—26 | |
| | 44—47 | — | 21—25 | |
| Ст. 4 | 42—44 | — | 21—25 | Судостроительная и машиноподелочная сталь |
| | 45—48 | 26 | 20—24 | |
| | 49—52 | — | 19—23 | |
| Ст. 5 | 50—59 | — | 17—21 | Оси, валы, крупные поковки |
| | 54—57 | 28 | 16—20 | |
| | 58—62 | — | 15—19 | |
| Ст. 6 | 60—63 | — | 13—15 | Колесные бандажи |
| | 64—67 | 31 | 12—14 | |
| | 68—72 | — | 11—13 | |
| Ст. 7 | 70—74 | — | 9—11 | Пружины, рессоры |
| | 75—79 | — | 8—10 | |
| | 80 и более | — | 7—9 | |

## Конструкционные качественные углеродистые стали и их применение

| Марка стали | Характеристика механических свойств | | | Применение |
|---|---|---|---|---|
| | предел прочности на растяжение в *кг/мм²* | предел текучести в *кг/мм²* | относительное удлинение в % | |
| 10 | 32 | 18 | 31 | Детали, изготовляемые штамповкой в холодном состоянии, свариваемые, подлежащие цементации, прокладки, шайбы, прутки, вилки, тяги |
| 15 | 35 | 21 | 27 | Детали, изготовляемые ковкой и штамповкой в горячем состоянии, а также штамповкой в холодном состоянии, подлежащие цементации, свариваемые детали, болты, винты, гайки, ключи, кусачки, фланцы |
| 20 | 40 | 24 | 25 | То же, что и из стали 15, а также кованые и штампованные тяги, крюки, рычаги, серьги, втулки, вкладыши |
| 25 | 43 | 26 | 22 | То же, что и из стали 20, а также оси, валы, соединительные муфты, болты, шпильки, гайки, винты и шайбы, не испытывающие высоких напряжений |
| 30 | 48 | 28 | 20 | Детали, изготовляемые ковкой и штамповкой в горячем состоянии, с повышенной вязкостью, оси, валы, тяги, цилиндры, маховики |
| 35 | 52 | 30 | 18 | Кованые тяги, оси, валы, болты, винты, гайки, шайбы, балансиры, диафрагмы |
| 40 | 57 | 32 | 17 | Оси, штоки, коленчатые валы, шестерни, фланцы, диски в нормализованном состоянии |
| 45 | 60 | 34 | 16 | Плунжеры, зубчатые колеса, рейки, муфты, втулки, валики, фрикционные диски, болты, гайки, шпильки |
| 50 | 63 | 35 | 13 | Штоки, оси, валы, зубчатые колеса, неответственные пружины |

*Приложение 3*

**Инструментальные углеродистые стали и их применение**

| Марка стали | Содержание углерода в % | Твердость после отжига по Бринелю | Применение |
|---|---|---|---|
| У7 (У7А) | 0,65—0,74 | 187 | Зубила, гладильный кузнечный инструмент, штампы, клейма, кувалды, кузнечные и слесарные молотки, плотничный инструмент |
| У8 (У8А) | 0,75—0,84 | 187 | Ножи и пилы по металлу, пробойники, пуансоны, клейма, штампы, столярный инструмент, тисочные губки, инструмент для обтески камня |
| У8Г (У8ГА) | 0,80—0,90 | 187 | То же |
| У9 (У9А) | 0,85—0,94 | 192 | Дыропробивные пуансоны (штемпели), кернеры, деревообрабатывающий инструмент, зубила по каменным породам |
| У10 (У10А) | 0,95—1,04 | 197 | Буровые инструменты для твердых горных пород, резцы, сверла, метчики, развертки, ножовочные полотна, камнетесный инструмент, зубила для насечки напильников |
| У11 (У11А) | 1,05—1,14 | 207 | Для тех же инструментов, но повышенной твердости |
| У12 (У12А) | 1,15—1,24 | 207 | Резцы по металлу, фрезы, шаберы, развертки, плашки |
| У13 (У13А) | 1,25—1,35 | 217 | Резцы по твердому металлу, бритвы, шаберы, сверла, волочильный инструмент |

*Приложение 4*

**Легированные конструкционные стали**

| Марка стали | Наименование | Применение |
|---|---|---|
| 15Х | Хромистая сталь | Поршневые пальцы, оси, зубчатые колеса с химико-термической обработкой |
| 40Х | » » | Валы, муфты, зубчатые колеса и другие детали станков и машин |
| 15ХФ | Хромованадиевая сталь | То же, а также ответственные пружины |
| 50ХФА | Хромованадиевая сталь качественная | То же |
| 30ХМА | Хромомолибденовая сталь качественная | Сварные конструкции, роторы, зубчатые колеса, крепежные детали в турбинах |
| 33ХС | Хромокремнистая сталь | Валы, оси высокой прочности, зубчатые колеса |

*Продолжение прилож. 4*

| Марка стали | Наименование | Применение |
|---|---|---|
| 12ХН3А | Хромоникелевая сталь | Высоконагруженные детали (после химико-термической обработки) |
| 12Х2Н4А | То же | Шестерни, пальцы, шпиндели, зубчатые колеса |
| 18ХНВА | » » | Крупные поковки, валы высокой прочности |
| 30ХГС | Хромокремнемарганцевая сталь (хромансиль) | Лекала, трубы, поковки, фасонный профиль |

*Приложение 5*

**Легированные инструментальные стали**

| Марка стали | Наименование | Применение |
|---|---|---|
| 5ХНВ, Х12М, 3ХВ8 | Хромистая сталь | Штампы, накатные плашки, калибры, лекала, метчики, фрезы |
| 9ХС | Хромокремнистая сталь | Сверла, резвертки, метчики, плашки |
| ХВ5 | Хромовольфрамовая сталь | Резцы, фрезы |

*Приложение 6*

**Легированные стали и сплавы с особыми свойствами**

| Марка стали | Наименование | Применение |
|---|---|---|
| 1Х13, 2Х13, 3Х13, 4Х13, 1Х18Н9Т и др. | Нержавеющие стали | Различные сосуды и аппараты в пищевой и химической промышленности, посуда, ножи, хирургический инструмент |
| Х17, Х25, Х18Н11Б, Х23Н18, Х9С2, Х12ЮС | Жаростойкие и жаропрочные стали | Клапаны двигателей внутреннего сгорания, муфели для печей, лопатки паровых и газовых турбин |
| Х15Н60, Х20Н80, 1Х1705 | Сплавы с большим омическим сопротивлением | Нагревательные элементы в электропечах сопротивления, бытовые приборы, электрические паяльники и пр. |
| ЕХ, ЕХ3, ЕХ9К15М | АЛНИ Магнитотвердые сплавы | Постоянные магниты |
| Э1, Э11, Э2, Э21, Э3, Э34, Э4, Э48 | Трансформаторная и динамная сталь | Детали трансформаторов и динамомашин |
| Г13 | Марганцовистая сталь (сталь Гадфильда) | Детали, подвергающиеся истиранию: стрелки и закругления на железнодорожном пути, детали экскаваторов и пр. |

*Приложение 7*

## Размеры листов и вес декапированной стали

| Толщина листа в *мм* | Ширина и длина листа в *мм* | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 510×710 | 710×1420 | 750×1500 | 1000×2000 |
| | вес листа в *кг* | | | |
| 0,25 | 0,71 | — | — | — |
| 0,30 | 0,85 | 2,37 | — | — |
| 0,35 | 0,99 | 2,77 | — | — |
| 0,40 | 1,14 | 3,17 | 3,53 | — |
| 0,45 | 1,28 | 3,56 | 3,97 | — |
| 0,50 | 1,41 | 3,96 | 4,41 | — |
| 0,55 | — | 4,35 | 4,84 | — |
| 0,60 | — | 4,75 | 5,30 | — |
| 0,65 | — | 5,14 | 5,74 | — |
| 0,70 | — | 5,54 | 6,18 | 10,99 |
| 0,75 | — | 5,94 | 6,62 | 11,78 |
| 0,80 | — | 6,33 | 7,07 | 12,56 |
| 0,90 | — | 7,12 | 7,95 | 14,13 |
| 1,00 | — | 7,91 | 8,83 | 15,70 |
| 1,15 | — | 9,10 | 10,16 | 18,06 |
| 1,25 | — | 9,89 | 11,04 | 19,63 |
| 1,50 | — | 11,87 | 13,25 | 23,55 |
| 1,75 | — | 13,85 | 15,46 | 27,48 |
| 2,00 | — | 15,82 | 17,66 | 31,40 |

*Приложение 8*

## Условная окраска конструкционной стали

| Марка стали | Цвет окраски | Марка стали | Цвет окраски |
|---|---|---|---|
| 10 | Белый + черный | 50 | Белый + красный |
| 15 | Белый + синий | 15Г | Коричневый + синий |
| 20 | Белый + зеленый | 45Г2 | Коричневый + розовый |
| 25 | Белый + зеленый | 50Г | Коричневый + красный |
| 30 | Белый + желтый | 55Г2 | Коричневый + красный |
| 35 | Белый + желтый | 60Г | Коричневый + фиолетовый |
| 40 | Белый + розовый | 65Г | Коричневый + фиолетовый |
| 45 | Белый + розовый | | |

## Вес 1 *пог. м* стальных прутков

| Диаметр или сторона квадрата в *мм* | Круг | | Квадрат | |
|---|---|---|---|---|
| | площадь поперечного сечения в *мм²* | вес 1 *пог. м* в *кг* | площадь поперечного сечения в *мм²* | вес 1 *пог. м* в *кг* |
| 6 | 28,3 | 0,22 | 36 | 0,28 |
| 8 | 50,3 | 0,40 | 64 | 0,50 |
| 10 | 78,5 | 0,62 | 100 | 0,79 |
| 12 | 113,1 | 0,89 | 144 | 1,13 |
| 14 | 153,9 | 1,21 | 196 | 1,54 |
| 16 | 201,1 | 1,58 | 256 | 2,01 |
| 18 | 254,4 | 2,00 | 324 | 2,54 |
| 20 | 314,2 | 2,47 | 400 | 3,14 |
| 22 | 380,1 | 2,98 | 484 | 3,79 |
| 24 | 452,4 | 3,55 | 576 | 4,62 |
| 26 | 530,9 | 4,17 | 676 | 5,31 |
| 28 | 615,8 | 4,83 | 784 | 6,15 |
| 30 | 706,9 | 5,55 | 900 | 7,06 |
| 32 | 804,2 | 6,31 | 1024 | 8,04 |
| 34 | 907,9 | 7,13 | 1156 | 9,08 |
| 36 | 1017,9 | 7,99 | 1296 | 10,17 |
| 38 | 1134,0 | 8,90 | 1444 | 11,33 |
| 40 | 1256,6 | 9,87 | 1600 | 12,56 |
| 42 | 1385,4 | 10,88 | 1764 | 13,85 |
| 44 | 1520,5 | 11,94 | 1936 | 15,20 |
| 46 | 1661,9 | 13,05 | 2116 | 16,61 |
| 48 | 1809,6 | 14,20 | 2304 | 18,09 |
| 50 | 1963,5 | 15,41 | 2500 | 19,62 |
| 52 | 2123,7 | 16,87 | 2704 | 21,23 |
| 54 | 2276,5 | 17,98 | 2916 | 22,89 |
| 56 | 2463,0 | 19,33 | 3136 | 24,62 |
| 58 | 2642,1 | 20,74 | 3364 | 26,41 |
| 60 | 2827,4 | 22,19 | 3600 | 28,26 |
| 62 | 3019,1 | 23,70 | 3844 | 30,17 |
| 64 | 3217,0 | 25,25 | 4096 | 32,15 |
| 66 | 3421,2 | 26,86 | 4356 | 34,20 |
| 68 | 3631,7 | 28,51 | 4624 | 36,30 |
| 70 | 3848,5 | 30,21 | 4900 | 38,46 |
| 72 | 4071,5 | 31,96 | 5184 | 40,69 |
| 74 | 4300,8 | 33,76 | 5476 | 42,59 |
| 76 | 4536,5 | 35,61 | 5776 | 45,34 |
| 78 | 4778,4 | 37,51 | 6084 | 47,76 |
| 80 | 5026,6 | 39,46 | 6400 | 50,24 |
| 82 | 5281,0 | 41,46 | 6724 | 52,78 |
| 84 | 5541,8 | 43,50 | 7056 | 55,39 |
| 86 | 5808,8 | 45,60 | 7396 | 58,06 |
| 88 | 6082,4 | 47,75 | 7744 | 60,79 |
| 90 | 6361,7 | 49,94 | 8100 | 63,58 |
| 92 | 6647,6 | 52,18 | 8464 | 66,44 |
| 94 | 6939,8 | 54,48 | 8836 | 69,36 |
| 96 | 7238,2 | 56,82 | 9216 | 72,35 |
| 98 | 7543,0 | 59,21 | 9604 | 75,39 |
| 100 | 7854,0 | 61,85 | 10000 | 78,50 |

## Вес 1 *пог. м* полосовой стали в *кг*

| Ширина полосы в *мм* | Вес 1 *пог. м* стали в *кг* при толщине полосы в *мм* | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 25 |
| 16 | 0,502 | 0,628 | 0,753 | 0,879 | 1,005 | | | | | | | | |
| 18 | 0,565 | 0,706 | 0,848 | 0,989 | 1,130 | | | | | | | | |
| 20 | 0,628 | 0,785 | 0,942 | 1,099 | 1,256 | 1,570 | | | | | | | |
| 22 | 0,691 | 0,863 | 1,036 | 1,209 | 1,381 | 1,727 | 2,072 | | | | | | |
| 25 | 0,785 | 0,981 | 1,177 | 1,374 | 1,570 | 1,962 | 2,355 | 2,747 | 3,140 | | | | |
| 30 | 0,942 | 1,177 | 1,413 | 1,648 | 1,884 | 2,355 | 2,826 | 3,297 | 3,768 | | | | |
| 35 | 1,099 | 1,374 | 1,648 | 1,923 | 2,198 | 2,747 | 3,297 | 3,846 | 4,396 | 4,945 | | | |
| 40 | 1,256 | 1,570 | 1,884 | 2,198 | 2,512 | 3,140 | 3,768 | 4,396 | 5,029 | 5,652 | 6,280 | 6,908 | 7,850 |
| 45 | 1,413 | 1,766 | 2,119 | 2,473 | 2,826 | 3,532 | 4,239 | 4,945 | 5,652 | 6,358 | 7,064 | 7,771 | 8,831 |
| 50 | 1,570 | 1,962 | 2,355 | 2,747 | 3,140 | 3,925 | 4,710 | 5,495 | 6,280 | 7,065 | 7,850 | 8,635 | 9,812 |
| 55 | 1,727 | 2,159 | 2,590 | 3,022 | 3,454 | 4,317 | 5,181 | 6,044 | 6,908 | 7,771 | 8,635 | 9,498 | 10,790 |
| 60 | 1,884 | 2,355 | 2,826 | 3,297 | 3,768 | 4,710 | 5,652 | 6,590 | 7,536 | 8,478 | 9,420 | 10,360 | 11,770 |
| 65 | 2,041 | 2,551 | 3,061 | 3,571 | 4,082 | 5,101 | 6,123 | 7,143 | 8,161 | 9,184 | 10,200 | 11,220 | 12,750 |
| 70 | 2,198 | 2,747 | 3,297 | 3,846 | 4,396 | 5,497 | 6,594 | 7,693 | 8,792 | 9,891 | 10,990 | 12,090 | 13,738 |
| 75 | 2,355 | 2,944 | 3,532 | 4,122 | 4,710 | 5,887 | 7,065 | 8,242 | 9,420 | 10,590 | 11,770 | 12,950 | 14,720 |
| 80 | 2,512 | 3,140 | 3,768 | 4,396 | 5,024 | 6,280 | 7,536 | 8,792 | 10,040 | 11,200 | 12,560 | 13,810 | 15,700 |
| 90 | 2,826 | 3,532 | 4,239 | 4,945 | 5,652 | 7,065 | 8,478 | 9,891 | 11,300 | 12,720 | 14,130 | 14,540 | 17,660 |
| 100 | 3,140 | 3,925 | 4,710 | 5,495 | 6,280 | 7,850 | 9,420 | 10,990 | 12,560 | 14,130 | 15,700 | 17,270 | 19,625 |
| 110 | 3,544 | 4,317 | 5,181 | 6,045 | 6,908 | 8,635 | 10,362 | 12,089 | 13,810 | 15,543 | 17,270 | 18,997 | 21,584 |
| 120 | 3,768 | 4,710 | 5,652 | 6,594 | 7,536 | 9,420 | 11,304 | 13,188 | 15,072 | 16,956 | 18,840 | 20,724 | 23,550 |
| 125 | 3,925 | 4,906 | 5,877 | 6,868 | 7,850 | 9,812 | 11,775 | 13,737 | 15,700 | 17,662 | 19,625 | 21,587 | 24,531 |

*Приложение 11*

## Механические свойства полуфабрикатов из цветных металлов

| Название металла | Обозначение полуфабриката | Название полуфабриката | Состояние поставки | Размеры полуфабриката в *мм* | Механические свойства | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | предел прочности при растяжении в *кг/мм²* | относительное удлинение в % |
| Алюминий | АД-М<br>АД1-М | Листы (размеры полуфабриката указаны по его толщине) | Отожженные | До 0,5 | ⩽11 | 20 |
| | | | | 0,5—0,9 | | 25 |
| | | | | Более 0,9 | | 28 |
| | АД-Н<br>АД1-Н | | Нагартованные | До 4 | ⩾15 | 4 |
| | | | | Более 4 | ⩾13 | 5 |
| | АД<br>АД1 | | Горячекатаные | Более 5 | ⩾ 7 | 15 |
| | АД-М<br>АД1-М | Трубы круглые (размеры полуфабриката указаны по толщине стенки) | Отожженные | Всех размеров | ⩽12 | 20 |
| | АД-Н | | Нагартованные при протяжке | До 2 | ⩾11 | 4 |
| | | | | 2,5—5 | ⩾10 | 5 |
| | АД1-Н | | | До 2 | ⩾11 | 4 |
| | | | | 2,5—5 | ⩾10 | 5 |

*Продолжение прилож. 11*

| Название металла | Обозначение полуфабриката | Название полуфабриката | Состояние поставки | Размеры полуфабриката в *мм* | Механические свойства | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | предел прочности при растяжении в *кг/мм²* | относительное удлинение в % |
| Медь | — | Листы (размеры полуфабриката указаны по его толщине) | Холоднокатаные отожженные | Более 0,5 | 20 | 30 |
| | | | Холоднокатаные неотожженные | | 30 | 3 |
| | | | Горячекатаные | | 20 | 30 |
| | — | Трубы | Отожженные | Всех размеров | 21 | 35 |
| Латунь | Л62 | Листы | Горячекатаные | Всех размеров | 30 | 30 |
| | Л062-1 | | | | 35 | 20 |
| | ЛС59-1 | | | | 35 | 25 |
| | Л68 | Листы и полосы | Холоднокатаные мягкие | Всех размеров | 30 | 40 |
| | Л62 | | | | 30 | 40 |
| | ЛМц58-2 | | | | 39 | 30 |
| | ЛС59-1 | | | | 35 | 25 |

*Продолжение прилож. 11*

| Название металла | Обозначение полуфабриката | Название полуфабриката | Состояние поставки | Размеры полуфабриката в *мм* | Механические свойства | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | предел прочности при растяжении в *кг/мм²* | относительное удлинение в % |
| Латунь | Л68 | Листы и полосы | Холоднокатаные полутвердые | Всех размеров | 35 | 25 |
| | Л62 | | | | 35 | 20 |
| | ЛМц58-2 | | | | 45 | 25 |
| | Л68 | Листы и полосы | Холоднокатаные твердые | Всех размеров | 40 | 15 |
| | Л62 | | | | 42 | 10 |
| | ЛМц58-2 | | | | 60 | 3 |
| | ЛО62-1 | | | | 40 | 5 |
| | ЛС59-1 | | | | 45 | 5 |
| | Л62 | Полосы | Холоднокатаные особо твердые | Всех размеров | 60 | 2,5 |

*Приложение 12*

## Диаметры сверл для дюймовой крепежной резьбы

| Диаметр резьбы в дюймах | Диаметр сверла в *мм* при обработке | | Диаметр резьбы в дюймах | Диаметр сверла в *мм* при обработке | |
|---|---|---|---|---|---|
| | чугуна и бронзы | стали и латуни | | чугуна и бронзы | стали и латуни |
| 1/4 | 5,0 | 5,1 | 1 | 21,8 | 22,3 |
| 5/16 | 6,4 | 6,5 | 1 1/8 | 24,6 | 25,0 |
| 3/8 | 7,8 | 8,0 | 1 1/4 | 27,6 | 28,0 |
| 1/2 | 10,3 | 10,5 | 1 1/2 | 33,4 | 33,7 |
| 5/8 | 13,3 | 13,5 | 1 3/4 | 38,5 | 39,2 |
| 3/4 | 16,2 | 16,5 | 2 | 43,7 | 44,8 |
| 7/8 | 19,0 | 19,5 | | | |

*Приложение 13*

## Диаметры сверл для нарезания метрической резьбы

| Диаметр резьбы в *мм* | Виды резьбы | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | основная крепежная | | первая мелкая | | вторая мелкая | | третья мелкая | |
| | Диаметр сверла (в *мм*) при обработке | | | | | | | |
| | чугуна и бронзы | стали и латуни | чугуна и бронзы | стали и латуни | чугуна и бронзы | стали и латуни | чугуна и бронзы | стали и латуни |
| 1,0 | 0,75 | | 0,8 | | — | — | — | — |
| 1,2 | 0,95 | | 1,0 | | — | — | — | — |
| 1,4 | 1,1 | | 1,2 | | — | — | — | — |
| 1,7 | 1,35 | | 1,5 | | — | — | — | — |
| 2,0 | 1,6 | | 1,75 | | — | — | — | — |
| 2,3 | 1,9 | | 2,05 | | — | — | — | — |
| 2,6 | 2,15 | | 2,25 | | — | — | — | — |
| 3,0 | 2,5 | | 2,65 | | — | — | — | — |
| 3,5 | 2,9 | | 3,15 | | — | — | — | — |
| 4 | 3,3 | | 3,5 | | — | — | — | — |
| 5 | 4,1 | 4,2 | 4,5 | | — | — | — | — |
| 6 | 4,9 | 5,0 | 5,2 | | 5,5 | 5,5 | — | — |
| 7 | 5,9 | 6,0 | 6,2 | | 6,1 | 6,5 | — | — |
| 8 | 6,6 | 6,7 | 6,8 | 6,9 | 7,1 | 7,2 | 7,4 | 7,5 |
| 9 | 7,6 | 7,7 | 7,8 | 7,9 | 8,1 | 8,2 | 8,4 | 8,5 |
| 10 | 8,3 | 8,4 | 8,8 | 8,9 | 9,1 | 9,2 | 9,4 | 9,5 |
| 11 | 9,3 | 9,4 | 9,8 | 9,9 | 10,1 | 10,2 | 10,4 | 10,5 |
| 12 | 10,0 | 10,1 | 10,5 | 10,6 | 10,8 | 10,9 | 11,2 | |
| 14 | 11,7 | 11,8 | 12,3 | 12,4 | 12,8 | 12,9 | 13,2 | |
| 16 | 13,8 | 13,8 | 14,3 | 14,4 | 14,8 | 14,9 | 15,2 | |
| 18 | 15,1 | 15,3 | 16,3 | 16,4 | 16,8 | 16,9 | 17,2 | |
| 20 | 17,1 | 17,3 | 18,3 | 18,4 | 18,8 | 18,9 | 19,2 | |
| 22 | 19,1 | 19,3 | 20,3 | 20,4 | 20,8 | 20,9 | 21,2 | |

| Диаметр резьбы в *мм* | Виды резьбы | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | основная крепежная | | первая мелкая | | вторая мелкая | | третья мелкая | |
| | Диаметр сверла (в *мм*) при обработке | | | | | | | |
| | чугуна и бронзы | стали и латуни | чугуна и бронзы | стали и латуни | чугуна и бронзы | стали и латуни | чугуна и бронзы | стали и латуни |
| 24 | 20,6 | 20,7 | 21,7 | 21,8 | 22,3 | | 22,9 | |
| 27 | 23,5 | 23,7 | 24,7 | 24,8 | 25,3 | | 26,0 | |
| 30 | 26,0 | 26,1 | 27,7 | 27,8 | 28,3 | | 29,0 | |
| 33 | 29,0 | 29,2 | 30,7 | 30,8 | 31,3 | | 32,0 | |
| 36 | 31,4 | 31,6 | 32,6 | 32,7 | 33,7 | | 34,4 | |
| 39 | 34,4 | 34,6 | 35,6 | 35,7 | 36,7 | | 37,3 | |
| 42 | 36,8 | 37,0 | 38,6 | 39,7 | 39,7 | | 40,3 | |
| 45 | 39,8 | 40,0 | 41,6 | 41,7 | 42,7 | | 43,3 | |
| 48 | 42,7 | 42,7 | 44,6 | 44,7 | 45,7 | | 46,4 | |
| 52 | 46,2 | 46,4 | 48,6 | 48,7 | 49,7 | | 50,3 | |

## ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

**Алекин Л. Е., Гладилин А. Н. и др.** Общая технология металлов, Трудрезервиздат, 1957.

**Златкин М. Г.** Кузнец свободной машинной ковки, Машгиз, 1951.

**Каменщиков Г. Г.** Кузнечное производство, Машгиз, 1954.

**Кувакин Д. А.** Руководство для подготовки колхозного кузнеца, Сельхозгиз, 1955.

**Кутовой И. Д., Федосеев А. М.** Справочник по оборудованию ремонтных мастерских и заводов сельского хозяйства, Машгиз, 1952.

**Попов С. Г.** Устройство, ремонт и регулировка сельскохозяйственных машин, Трудрезервиздат, 1953.

**Роженцев В. А., Туркель Л. Г.** Ремонт сельскохозяйственных машин, Сельхозгиз, 1954.

**Соколов И. Г.** Справочник молодого кузнеца, Трудрезервиздат, 1957.

**Суслов П. В.** Кузнечно-прессовое оборудование, Машгиз, 1957.

**Центральное бюро технической информации Министерства станкостроительной и инструментальной промышленности СССР.** Каталог кузнечно-прессового оборудования, вып. 5, молоты, 1956.

Энциклопедический справочник «Машиностроение», т. 6, Машгиз, 1947.

## ОГЛАВЛЕНИЕ


| | | Стр. |
|---|---|---|
| Введение | | 5 |
| § 1. | Общее понятие о кузнечных работах | 5 |
| § 2. | Назначение и устройство кузницы | 5 |
| § 3. | Организация рабочего места кузнеца | 8 |
| § 4. | Меры борьбы с травматизмом | 8 |
| § 5. | Производственная санитария | 10 |
| § 6. | Техника безопасности при выполнении кузнечных, слесарных и медницко-жестяницких работ | 11 |
| § 7. | Первая помощь при несчастных случаях | 12 |
| § 8. | Противопожарные мероприятия | 14 |
| Глава I. | Оборудование колхозной кузницы | 15 |
| § 9. | Оборудование для ручной ковки | 15 |
| § 10. | Оборудование для машинной ковки | 17 |
| § 11. | Оборудование для слесарных работ | 24 |
| § 12. | Оборудование для ковки лошадей и ошиновки колес | 29 |
| Глава II. | Материалы для ковки | 32 |
| § 13. | Сталь и ее свойства | 32 |
| § 14. | Классификация сталей | 35 |
| § 15. | Углеродистые конструкционные стали | 37 |
| § 16. | Углеродистые инструментальные стали | 38 |
| § 17. | Легированные стали | 38 |
| § 18. | Методы определения марок сталей | 41 |
| § 19. | Виды проката | 42 |
| § 20. | Цветные металлы и сплавы | 42 |
| Глава III. | Понятие о деформации и течении металла. Расчет заготовки | 47 |
| § 21. | Понятие о пластической деформации | 47 |
| § 22. | Понятие о течении металла при ковке | 49 |
| § 23. | Влияние ковки на структуру и механические свойства металла | 50 |
| § 24. | Припуски, допуски и напуски | 54 |
| § 25. | Составление чертежа поковки | 60 |
| § 26. | Определение веса и размеров исходной заготовки | 62 |
| § 27. | Примеры определения размеров заготовок | 64 |
| Глава IV. | Нагрев металла и нагревательные устройства | 69 |
| § 28. | Общие сведения | 69 |
| § 29. | Виды топлива и его характеристика | 70 |
| § 30. | Нагрев металла для ковки | 72 |
| § 31. | Нагревательные устройства | 77 |
| § 32. | Кузнечные меха и вентиляторы | 80 |
| § 33. | Особенности нагрева заготовок в кузнечном горне | 82 |
| § 34. | Кузнечные печи | 84 |

Стр.

§ 35. Электронагрев металла . . . . . 86
§ 36. Измерение и контроль температуры . . . . . 88
Глава V. Кузнечные операции . . . . . 91
§ 37. Общие сведения . . . . . 91
§ 38. Основной инструмент, применяемый при ковке . . . . . 92
§ 39. Вспомогательные инструменты, применяемые при машинной ковке . . . . . 94
§ 40. Приспособления, применяемые при машинной ковке . . . 98
§ 41. Контрольно-измерительный инструмент . . . . . 99
§ 42. Вытяжка . . . . . 103
§ 43. Виды вытяжных работ . . . . . 105
§ 44. Дефекты при вытяжных работах и способы их устранения 108
§ 45. Осадка и высадка . . . . . 108
§ 46. Прошивка и пробивка отверстий . . . . . 110
§ 47. Инструменты, применяемые при прошивке и пробивке . . . 113
§ 48. Дефекты при прошивке и пробивке . . . . . 113
Глава VI. Кузнечные операции (продолжение) . . . . . 115
§ 49. Рубка металла при ручной ковке . . . . . 115
§ 50. Рубка металла при машинной ковке . . . . . 117
§ 51. Правила техники безопасности при рубке металла . . . 118
§ 52. Гибка металла . . . . . 119
§ 53. Закручивание металла . . . . . 121
§ 54. Кузнечная сварка . . . . . 122
§ 55. Способы кузнечной сварки . . . . . 124
§ 56. Испытание сварочного шва на прочность . . . . . 126
§ 57. Дефекты при сварке и способы их устранения . . . . . 127
§ 58. Правила техники безопасности . . . . . 127
§ 59. Фасонная ковка . . . . . 129
§ 60. Ковка подковного гвоздя . . . . . 137
§ 61. Примеры фасонной ковки на молотах . . . . . 140
Глава VII. Термическая и химико-термическая обработка металлов . 154
§ 62. Общие сведения о термической и химико-термической обработке металлов . . . . . 154
§ 63. Основы термической обработки стали . . . . . 154
§ 64. Термическая обработка углеродистой стали . . . . . 156
§ 65. Цементация деталей из углеродистых сталей . . . . . 159
§ 66. Термическая обработка легированных сталей . . . . . 161
§ 67. Термическая обработка цветных металлов . . . . . 163
§ 68. Термическая обработка инструмента . . . . . 163
Глава VIII. Слесарные работы . . . . . 165
§ 69. Рабочие инструменты для слесарных работ . . . . . 165
§ 70. Разметка плоскостная . . . . . 179
§ 71. Раскрой листового металла . . . . . 192
§ 72. Рубка металла . . . . . 194
§ 73. Правка металла . . . . . 197
§ 74. Разрезание листового металла . . . . . 199
§ 75. Разрезание труб и профильного металла . . . . . 200
§ 76. Опиливание металла . . . . . 202
§ 77. Сверление, развертывание и зенкование отверстий . . . 204
§ 78. Нарезание резьбы . . . . . 206
§ 79. Холодная клепка . . . . . 207
§ 80. Шабрение металла . . . . . 212
Глава IX. Медницко-жестяницкие работы . . . . . 215
§ 81. Рабочие инструменты для медницко-жестяницких работ . . 215
§ 82. Материалы, применяемые при паянии . . . . . 222
§ 83. Материалы, применяемые при лужении . . . . . 226
§ 84. Гибка металла . . . . . 228

Стр.

§ 85. Фальцовка листового металла . . . . . 231
§ 86. Зиговка металла . . . . . 234
§ 87. Рифление металла . . . . . 237
§ 88. Подсечка металла . . . . . 238
§ 89. Закатка проволоки . . . . . 239
§ 90. Гибка труб . . . . . 240
§ 91. Паяние металла . . . . . 246
§ 92. Лужение металла . . . . . 248
§ 93. Посадка металла . . . . . 252
§ 94. Выколотка металла . . . . . 255
§ 95. Отбортовка металла . . . . . 257
§ 96. Разводка металла . . . . . 259
Глава X. Ковка лошадей . . . . . 262
§ 97. Общие сведения . . . . . 262
§ 98. Устройство копыта . . . . . 263
§ 99. Подготовка лошади для ковки . . . . . 266
§ 100. Инструменты, применяемые при ковке лошадей . . . . . 270
§ 101. Ковка лошадей . . . . . 272
§ 102. Подгонка и крепление подковы к копыту . . . . . 274
§ 103. Конструкция подков . . . . . 277
§ 104. Изготовление подковы ручной ковкой . . . . . 279
§ 105. Инструменты, применяемые при изготовлении подков . . . 280
Глава XI. Устройство и ремонт телег, саней и колес . . . . . 290
§ 106. Устройство одноконной телеги . . . . . 290
§ 107. Одноконные и пароконные повозки . . . . . 295
§ 108. Устройство саней . . . . . 298
§ 109. Кузнечные работы по ремонту телег и саней . . . . . 301
§ 110. Оковка колеса для телеги . . . . . 303
Глава XII. Кузнечные работы при ремонте сельскохозяйственных машин и орудий . . . . . 306
§ 111. Инструмент и приспособления, применяемые при ремонте сельскохозяйственных машин и орудий . . . . . 306
§ 112. Ремонт лемехов плугов . . . . . 310
§ 113. Ремонт отвалов, полевых досок и дисковых ножей плугов 313
§ 114. Ремонт рам плугов . . . . . 317
§ 115. Ремонт прицепов плугов . . . . . 319
§ 116. Ремонт лап культиваторов . . . . . 321
§ 117. Ремонт колес . . . . . 323
§ 118. Ремонт валов и осей . . . . . 326
§ 119. Заливка подшипников баббитом . . . . . 328
Приложения . . . . . 333
Использованная литература . . . . . 344

Медведюк Николай Иванович
Суслов Петр Васильевич

КОЛХОЗНЫЙ КУЗНЕЦ

* * *

Научный редактор Летнев Б. Я.
Редактор Концевая Э. М.
Художник Лаврухин Г. В.
Техн. редактор Персон М. Н.
Корректор Добрянская М. М.

Сдано в набор 13/IX-1958 г. Подписано к печати 7/II-1959 г.
А01524. Формат бум. 60×92$^{1}/_{16}$=21,75 п. л.+цв. вкл. 0,125 п. л.
В 1 п. л. 36 400 зн. Уч.-изд. л. 19,82+ вкл. 0,08 п. л.
Уч. № 174/3716. Тираж 15 000 экз.
Цена 6 руб.

Тип. Трудрезервиздата. Москва. Хохловский, 7. Зак. 1235.