

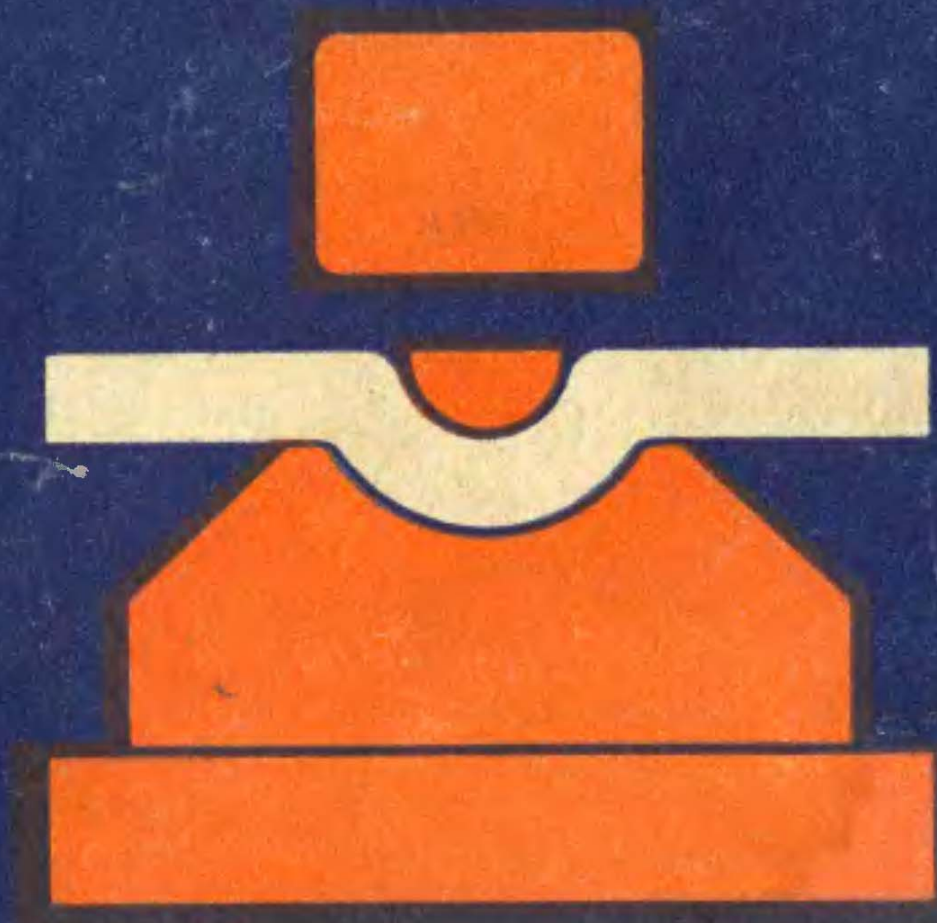
ПРОФТЕХОБРАЗОВАНИЕ



КУЗНЕЧНО-
ШТАМПОВОЧНОЕ
ПРОИЗВОДСТВО

Я. С. ВИШНЕВЕЦКИЙ

технология ручной ковки



Отзывы и замечания просим направлять по адресу:
Москва, К-51, Неглинная ул., 29/14, издательство «Высшая школа».

Вишневецкий Я. С.

В55 Технология ручнойковки. Учебник для средних проф.-техн. училищ. Изд. 3-е, доп. М., «Высш. школа», 1976.

288 с. с ил.

В книге изложены основные сведения по технологии изготовления поковок ковкой вручную, под молотами и прессами, устройству и работе основного и вспомогательного оборудования кузнечно-прессовых цехов, показаны пути механизации трудоемких работ. Книга содержит сведения об исходных материалах, приведены примеры выбора и расчета заготовок дляковки, назначенные припуски и допуски на поковку; приведены правила техники безопасности.

Третье издание дополнено сведениями о кузнечно-штамповочном оборудовании, ковке и обработке поковок из титановых сплавов, переработан материал о теории пластической деформации в соответствии с требованиями учебной программы для средних ПТУ.

Книга предназначена в качестве учебника для средних ПТУ и может быть использована для подготовки рабочих на производстве.

В $\frac{31205-265}{052(01)-76}$ 64—76

6П4.2

до проблему высококачественного изготовления крупных поковок из слитков массой до 250 т. В области исследований и научных обоснований методов производства иковки сталей огромное значение имели труды русских ученых, инженеров-производственников П. П. Аносова (1799—1851) и Д. К. Чернова (1839—1921).

П. П. Аносов, разрабатывая методику изготовления качественной булатной стали, раскрывая секреты древних кузнецов Востока, создал специальную сталь для сельскохозяйственных кос. Внедрив в производство эту сталь на Златоустовском заводе, он впервые в мире (1841) применил микроскоп для исследования строения стали и установил зависимость между структурой стали и ее свойствами. Работы П. П. Аносова послужили началом производства качественных и высоколегированных сталей с заранее заданными свойствами.

Д. К. Чернов, инженер кузнечного цеха Обуховского завода, занимаясь налаживанием производства пушечных стволов, в 1868 г. открыл, что в сталях во время нагрева и охлаждения при строго определенных так называемых критических температурах происходят структурные превращения, которые зависят от их химического состава. Указав на значение критических температурных точек, он раскрыл влияние их на качество отливаемых и обрабатываемых ковкой сталей и внедрил в заводской практике микроскопические исследования структуры поковок.

Открытия П. П. Аносова и Д. К. Чернова положили начало развитию науки о металлах и сплавах.

Несмотря на то, что русские ученые и инженеры были пионерами открытий мирового значения в области кузнечного производства, дореволюционная Россия значительно отставала в технике кузнечно-прессового производства от других стран.

После Великой Октябрьской социалистической революции, начиная с периода восстановления и реконструкции промышленных предприятий, и особенно в связи с индустриализацией страны в годы довоенных пятилеток, кузнечные цехи старых машиностроительных заводов были реконструированы и укомплектованы новым оборудованием. Тогда же были построены новые заводы, такие, как Уралмаш, Новокраматорский и др., с мощными цехамиковки, оснащенными современным для того времени кузнечно-прессовым оборудованием.

В современных кузнечно-прессовых цехах широко применяются машины и механизмы, которые облегчают или исключают тяжелый ручной труд на таких работах, как загрузка и выгрузка металла из нагревательной печи, подача заготовки на боек ковочных машин, манипуляции при ковке под молотом и прессом, управление тяжелым молотом и т. п.

В «Основных направлениях развития народного хозяйства на 1976—1980 годы» указано, что десятая пятилетка является новым важным этапом в создании материально-технической базы коммунизма. Десятая пятилетка — это пятилетка качества и высокой эффективности производства на базе ускорения научно-технического

прогресса и роста производительности труда. Среди направлений научно-технического прогресса выделено совершенствование технологических процессов производства, в том числе и кузнечно-штамповочного.

Перспективы развития кузнечно-штамповочного производства на базе широкой механизации и автоматизации ковочного и штамповочного оборудования, а также нагревательных устройств предусматривают значительное переоснащение кузнечных цехов. В настоящее время реконструируются действующие и строятся заново кузнечно-штамповочные цехи и специализированные кузнечные заводы так называемые «центрокузы». «Центрокузы» — это новая прогрессивная форма централизации кузнечного производства с внедрением новых технологических процессов и оборудования с программным управлением, что обеспечивает высокую производительность, уменьшение отходов при максимальном приближении формы и размеров поковки к форме и размерам готовой детали.

§ 2. Основные понятия об обработке металлов давлением

Обработкой металлов давлением называется такой вид обработки, при котором под действием внешних сил заготовке в нагретом или холодном состоянии придаются заданные форма, размеры и прочностные свойства. При нагреве пластичность металла, как правило, возрастает, а прочность уменьшается. Повышенная пластичность после нагрева позволяет легче придать металлу необходимую форму и размеры, а низкая прочность металла обеспечивает наименьшую затрату механической работы на его формоизменение.

В зависимости от формы изготавливаемой продукции, массовости производства, свойств обрабатываемого металла применяют следующие виды обработки металлов давлением: прокатка, волочение, прессование, ковка, объемная и листовая штамповка.

При прокатке металл в горячем или холодном состоянии деформируется посредством вращающегося инструмента — валков 2 (рис. 1, а). Заготовка 1 втягивается силами трения в зазор между валками, прокатывается между ними и приобретает требуемую форму поперечного сечения. При прокатке длина заготовки увеличивается, площадь поперечного сечения уменьшается. Прокатку ведут на специальных машинах — прокатных станах, форму поперечного сечения проката называют профилем, а совокупность различных профилей — сортаментом.

Прокаткой сначала получают из слитков два вида продукта — блюмсы и слябы.

Блюмсами называются прокатанные в горячем состоянии из слитков на обжимном стане — блюминге крупные заготовки, используемые как исходный материал для дальнейшего производства проката или как заготовки для машиннойковки.

Слябами называются прокатанные из слитков толстолистовые заготовки с обжатými боковыми кромками на крупном обжимном стане-слябинге. Из этих заготовок прокатывают листы различных

размеров или же куют крупные поковки методом машиннойковки.

Прокаткой получают прутки различных сечений, полосу, рельсы, балки, уголки, швеллеры, листы, трубы, зубчатые колеса, шары и др.

Волочение (рис. 1, б) заключается в протягивании с усилием P заготовки 1 через отверстие в матрице 2. Волочение осуществляют на станах чаще всего в холодном состоянии металла заготовки, что обеспечивает получение продукции с высокой точностью и хорошим качеством поверхности. Волочением получают проволоку диаметром от нескольких микрон до 16 мм, высококачественные трубы диаметром от 0,2 до 20 мм, а также разнообразные пустотелые профили.

Прессование применяют для изготовления прутков, сплошных и полых труб, профилей сложного и разнообразного сечения, в основном из цветных металлов и сплавов; а также из сталей, обладающих высокой прочностью и пониженной пластичностью.

Сущность процесса прессования заключается в том, что пуансон 2 (рис. 1, в), оказывая давление на нагретую литую или катаную заготовку 1, выдавливает металл из контейнера 3 через отверстие в матрице 4, сечение которого соответствует заданному сечению профиля. При изготовлении труб и пустотелых профилей нагретый металл выдавливается через кольцевой зазор между стенками отверстия матрицы и иглой-оправкой пуансона. Наружный диаметр трубы определяется размером выходного отверстия матрицы, а внутренний — диаметром иглы-оправки пуансона.

Ковка осуществляется ударами молота или нажатием прессы (рис. 1, г), при этом течение металла заготовки 1 происходит в направлениях, не ограниченных поверхностями бойков 2 и универсального кузнечного инструмента. Ковку применяют для изготов-

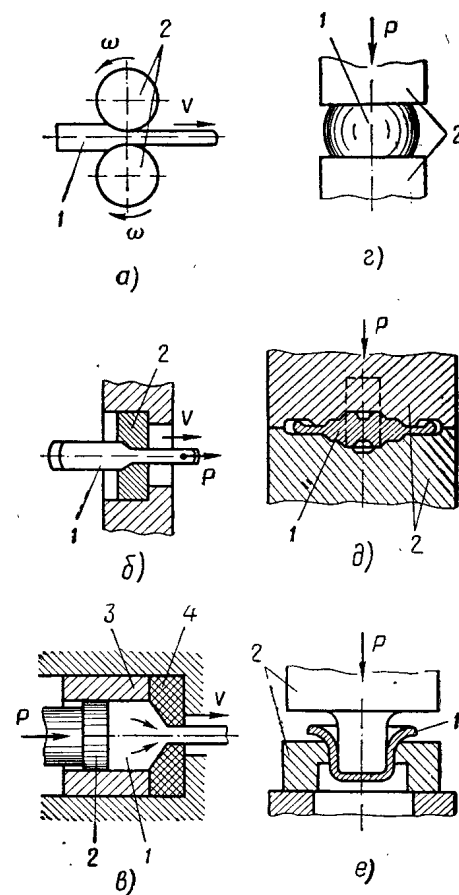


Рис. 1. Виды обработки металлов давлением:

а — прокатка: 1 — заготовка, 2 — валки; б — волочение: 1 — заготовка, 2 — матрица; в — прессование: 1 — заготовка, 2 — пуансон, 3 — контейнер, 4 — матрица; г — ковка: 1 — заготовка, 2 — бойки; д — объемная штамповка: 1 — деформируемый металл, 2 — штамп; е — листовая штамповка: 1 — заготовка, 2 — штамп

ления мелких и крупных поковок простой и сложной формы, не имеющих точных размеров и достаточно качественной поверхности. Подавляющее большинство изготавливаемых ковкой поковок подвергается дальнейшей обработке на металлорежущих станках.

Простые поковки, не требующие последующей обработки на металлорежущих станках, называют «черными поковками». Производство мелких (массой до 100 кг) и средних (массой до 2000 кг) поковок ведется на ковочных молотах с массой падающих частей до 3—5 т. Крупные, массой более 2000 кг, поковки изготавливают на ковочных гидравлических и парогидравлических прессах усилием до 10 000 Т (98,1 Мн) и выше.

Ковка бывает ручная и машинная и применяется в мелкосерийном и индивидуальном производстве. Масса поковок, производимых ручной и машинной ковкой, колеблется от долей килограмма до нескольких десятков и сотен тонн (230—300 т). Поковки средних и малых размеров изготавливают из блюмсов и слябов и сортового проката, крупные поковки — из кузнечных слитков.

Объемная штамповка состоит, как правило, в горячем деформировании металла 1 посредством специализированного инструмента — штампов 2 (рис. 1, д). Штампы имеют специальные полости — ручки, по форме соответствующие форме будущей поковки. В процессе деформирования металл заготовки заполняет указанные полости и принимает форму ручки. Объемную штамповку применяют в серийном, крупносерийном и массовом производствах потому, что затраты, связанные с изготовлением штампов, окупаются лишь при выпуске большого количества поковок.

Точность размеров, качество поверхности поковок при штамповке значительно выше, чем при ковке, так что нередко после штамповки не требуется механическая обработка поковки. Производительность горячей штамповки во много раз выше ручной и машиннойковки, а квалификация рабочего кузнеца-штамповщика значительно ниже квалификации кузнеца ручной и машиннойковки.

Горячая объемная штамповка осуществляется в специальных штампах, устанавливаемых и закрепляемых к рабочим органам штамповочных молотов, прессов и других ковочно-штамповочных машин.

Листовая штамповка характеризуется тем, что плоская листовая или трубная заготовка 1 разрезается или подвергается формоизменению чаще в холодном состоянии с помощью специальных штампов 2 (рис. 1, е). Детали, полученные листовой штамповкой, отличаются высокой точностью, хорошим качеством поверхности и, как правило, поступают на сборку без дополнительной механической обработки. Рассматриваемый вид обработки давлением — это высокопроизводительный и автоматизированный метод получения деталей в массовом производстве деталей автомобилей, тракторов, самолетов, приборов и т. д.

§ 3. Сущность и область примененияковки

В зависимости от размеров и массы поковок и средств, которыми осуществляют формообразование, ковка разделяется на ручную и машинную.

Ручная ковка выполняется непосредственно ударами кузнеца и его помощников молотобойцев вручную, без использования кузнечных машин для деформирования металла. Металл нагретой заготовки, уложенной на наковальню, перемещается (течет) под ударами ручника и кувалд непосредственно или с помощью подкладного инструмента. Ручная ковка применяется при изготовлении мелких поковок (массой до 8 кг) в индивидуальном производстве и при ремонтных работах. Она требует высокой квалификации кузнеца и отличается низкой производительностью.

При машинной ковке нагретый металл пластически деформируется под воздействием удара падающих частей ковочного молота или давления пресса. При этом нагретую заготовку укладывают на нижний неподвижный боек, как на наковальню, а верхний подвижный боек при падении ударяет (на молоте) или нажимает (на прессе) на заготовку, деформирует металл, заставляя его перемещаться в требуемом направлении. Производительность при машинной ковке выше, чем при ручной.

Технологический процесс ручной и машиннойковки в зависимости от формы поковки может состоять из одной или нескольких операций, осуществляемых в определенной последовательности. К основным кузнечным операциям при ковке относятся: протяжка, осадка, гибка, пробивка или прошивка отверстий, скручивание и разрубка, а также кузнечная сварка и правка.

При выполнении перечисленных операций за исключением разрубки и сварки происходит пластическое течение металла в требуемом направлении, благодаря чему обеспечивается получение поковок необходимой формы. При разрубке и ее разновидностях требуемая форма получается при полном или частичном разделении заготовки. При сварке две или несколько заготовок, нагретые до сварочной температуры, под воздействием ударов или давления соединяются вместе, образуя одно неразъемное целое.

Кроме обеспечения заданных форм и размеров, ковка способствует улучшению структуры металла, как следствие этого, повышению его механических свойств.

Деформация металла при ковке должна осуществляться при определенных температурных и деформационных режимах с тем, чтобы обеспечить получение не только заданной конфигурации, но и наилучшие механические, физико-химические и эксплуатационные свойства металла. Например, для улучшения эксплуатационных свойств рабочей полости штампов, рабочих кромок режущих инструментов и других изделий из инструментальных сталей поковки для них куют с двумя и более осадками, при этом каждая из осадок чередуется с протяжкой, хотя требуемая форма и размеры поковки получают уже после первой осадки и последующей за нею протяжки и правки.

В общем количестве всех изготавливаемых в СССР поковок на долю кованных по номенклатуре приходится около 40%. Около 15% всей выплавляемой стали перерабатывается ковкой.

Наибольшее количество кованных поковок (до 70%) изготавливаются в отраслях тяжелого и энергетического машиностроения. Ковка является пока единственным способом изготовления поковок для деталей типа валов паровых и гидравлических турбин, гидрогенераторов, турбинных дисков, коленчатых валов, деталей шагающих экскаваторов, цилиндров и колонн гидравлических прессов, валков для прокатных станов и им подобных. К качеству перечисленных поковок предъявляются особо высокие требования, так как изготавливаемые из них детали работают при высоких напряжениях, скоростях, давлениях, температурах и в различных средах. Эти детали должны быть надежными, прочными и долговечными.

Процессыковки непрерывно совершенствуются в направлении приближения их к процессам горячей объемной штамповки. В передовых кузнечно-прессовых цехах с этой целью широко применяют специальные фасонные инструменты: бойки и подкладные штампы различной конфигурации.

Благодаря развитию и промышленному освоению процессов электрошлаковой сварки металлов, разработанных институтом электросварки им. О. Е. Патона, во многих случаях отпадает необходимость в изготовлении очень крупных поковок, так как их получают сваркой из нескольких относительно мелких частей, откованных в цехах на существующем в настоящее время универсальном оборудовании. Современные установки для электрошлаковой сварки позволяют сваривать слитки и части поковок диаметром до двух с половиной метров. Сочетаниековки и электрошлаковой сварки позволяет значительно сократить цикл изготовления поковок, расход металла и снизить себестоимость ковано-сварных поковок.

§ 4. Производственные процессы кузнечного цеха

Производственный процесс изготовления поковок состоит из ряда последовательно выполняемых работ: технологических, контрольных, транспортных. Основными из технологических работ являются следующие: подготовка слитков или заготовок под ковку, нагрев заготовок или слитков перед ковкой, сама ковка, охлаждение или термическая обработка готовых поковок, очистка поковок от окалины и контроль качества поковок.

В зависимости от отрасли и типа производства, массы поковок, наличия основного технологического и вспомогательного оборудования, каждая из перечисленных работ осуществляется на специализированных производственных участках кузнечного цеха. При планировке участков и расстановке оборудования, как правило, предусматривают прямоточное перемещение обрабатываемого металла без встречных направлений потока.

В кузнечных цехах, оборудованных молотами для изготовления

мелких и средних поковок, используют в основном сортовой прокат и реже слитки небольшой массы. Со склада металла прокат поступает в заготовительное отделение, в котором в зависимости от размера сечения материала производится разрубка, ломка или отрезка обжатого или пруткового катаного материала на мерные заготовки. При использовании в качестве заготовок слитков, последние подвергают ремонту — удалению поверхностных дефектов или полной обдирке поверхности. Мерные заготовки и подготовленные слитки направляют из заготовительного отделения к нагревательным печам.

При наличии на заводе сталеплавильного цеха крупные слитки в горячем состоянии передают в специальных вагонах-термосах непосредственно на печной участок кузнечно-прессового цеха для подогрева до ковочной температуры, откуда они поступят к ковочным молотам или прессам. Очень крупные слитки подают в горячем состоянии на открытых железнодорожных платформах — лафетах. Естественно, что в этом случае отпадает необходимость организовать в цехе заготовительное отделение.

Нагревательные печи в кузнечных и кузнечно-прессовых цехах расположены обычно рядом с молотами или прессами в одну линию.

В зависимости от марки стали, массы и формы поковок последние охлаждают на полу цеха или в таре, в термостатах, в неотпливаемых и отапливаемых колодцах или же в горячем состоянии подают в термическое отделение для первичной тепловой обработки. После термообработки проводят очистку поверхности поковок от окалины и контроль качества поковок.

Подъемно-транспортное оборудование обеспечивает связь между участками или отделениями цеха, осуществляя работы по подвозке, переноске, загрузке, подъему и передаче заготовок и поковок к соседнему участку или агрегату, а также удалению готовой продукции и отходов с производственного участка.

Продукция кузнечного цеха современного машиностроительного завода состоит из разнообразных поковок, обеспечивающих как основное, так и вспомогательное производство. Вспомогательные ремонтно-механические цехи изготавливают из поковок, полученных в кузнечном цехе, запасные части для ремонта всех типов станков, подъемно-транспортных, санитарно-технических и других видов заводского оборудования. Вспомогательные инструментальные и механоштамповые цехи получают поковки для изготовления и ремонта необходимой оснастки: приспособлений, штампов и специального инструмента, которые требуются для своевременной подготовки производства и оснащения технологических операций во всех производственных цехах завода.

§ 5. Общие сведения о горении и передаче тепла металлу

Для нагрева заготовок под ковку и термическую обработку поковок применяют в основном пламенные печи разных конструкций и размеров, работающие на твердом, жидком и газообразном топливе.

Независимо от вида, само топливо состоит из горючих и негорючих элементов. Теплотворная способность топлива, обозначаемая Q_p^p , характеризуется тем количеством тепла, которое выделяется при сгорании единицы объема (для газов — м³) или массы (для твердых и жидких — кг) топлива. Единицей измерения количества тепла, выделяемого при сжигании топлива, принята *калория*.

Большая калория или килограмм-калория (ккал) — это количество тепла, которое надо затратить, чтобы нагреть 1 кг чистой воды на 1°С.

Малая калория (кал) — это количество тепла, необходимое для нагревания 1 г воды на 1°С.

Для сопоставления теплотворной способности различных видов и сортов топлива принята условная величина — так называемое *условное топливо* (УТ), теплотворная способность которого установлена в 7000 ккал/кг. Перевод конкретного топлива в условное осуществляется по формуле

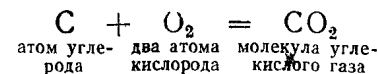
$$УТ = \frac{Q_p^p G}{7000},$$

где G — количество топлива в кг, или м³.

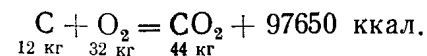
Сущность процесса горения заключается в том, что быстрое окисление топлива кислородом воздуха сопровождается выделением большого количества тепла. Для того чтобы горение началось и протекало самостоятельно, необходимо предварительно нагреть топливо до температуры воспламенения и обеспечить непрерывное поступление воздуха к очагу горения. Температура воспламенения зависит от вида топлива.

Входящие в состав топлива горючие элементы (углерод, водород, сера) соединяются с кислородом воздуха и переходят при этом в газообразные продукты горения — печные газы. Они на пути своего движения передают тепло стенкам рабочих камер, печей и нагреваемому металлу, вследствие чего температура печных газов снижается.

Горение углерода топлива может быть полным и неполным. При подаче достаточного количества воздуха к очагу горения углерод топлива сгорает полностью, образуя углекислый газ. При этом один атом углерода соединяется с двумя атомами кислорода и образует одну молекулу углекислого газа. Процесс горения топлива можно записать в виде следующей химической реакции:

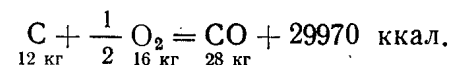


Для полного сгорания 12 кг углерода требуется 32 кг кислорода. В результате полного горения образуется 44 кг углекислого газа, и при этом выделяется 97 650 ккал тепла, что можно записать как реакцию полного сгорания килограмм-молекулы углерода



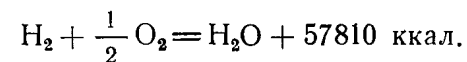
Следовательно, каждый килограмм углерода, сгорая полностью, выделяет $97\,650 : 12 = 8138$ ккал тепла.

При недостаточной подаче воздуха углерод топлива сгорает неполностью. В этом случае один атом углерода соединяется с одним атомом кислорода, образуя одну молекулу окиси углерода с выделением 29 970 ккал тепла. Реакция неполного сгорания килограмм-молекулы углерода может быть записана так:



Таким образом, каждый килограмм углерода, сгорая полностью, выделяет только $29\,970 : 12 = 2498$ ккал тепла. Окись углерода при высокой температуре и дополнительной подаче воздуха может догореть и превратиться в углекислый газ (СО₂).

Водород (Н) является вторым активным элементом, входящим в состав топлива. Процесс горения водорода протекает по реакции:



При сгорании 1 кг водорода выделяется 28 905 ккал тепла.

В производственной практике неполное сгорание всего топлива обычно не допускается. Количество воздуха, подводимого к очагу горения, должно быть достаточным для полного сжигания топлива в рабочей зоне печи. Поэтому при расчетах печей теоретический расход необходимого для горения количества воздуха увеличивается на *коэффициент избытка* его в зависимости от вида топлива: для твердого топлива 1,26—1,6; для жидкого топлива 1,1—1,2; для газообразного топлива 1,05—1,1. Избыток воздуха требуется тем меньше, чем лучше и совершеннее может быть произведено смешивание топлива с воздухом.

Основная доля тепловой энергии в печах содержится в продуктах горения: углекислом газе СО₂, водяном паре Н₂О, окиси углерода СО и в газах — азоте N₂ и кислороде О₂. При этом азот занимает около 75% атмосферы печи.

Тепло от газов передается металлу и стенкам печи излучением и конвекцией.

Излучение — передача тепловой энергии посредством электромагнитных волн, возникающих непрерывно при любой температуре тела.

Конвекция — передача тепла движущимися частицами нагретого газа или жидкости.

От стенок печи тепло передается излучением нагреваемому металлу. Основная доля тепла передается металлу излучением кладки печи и печных газов, и только 5—10% — конвекцией газов. Процесс горения топлива в нагревательной печи регулируют по виду и цвету пламени. При большом избытке воздуха пламя в печи становится острым — в виде факела из сверкающих языков очень яркого свечения. Такое пламя для нагрева металла не годится, потому что горение по всему объему печи протекает неравномерно. Острое пламя создает местный перегрев металла и может оплавить кромки заготовок. Чтобы избежать этого, плавно уменьшают подачу воздуха до тех пор, пока факел пламени, расплываясь равномерно, заполнит весь объем рабочей камеры печи и станет непрозрачным, светящимся соломенным цветом или полупрозрачным, молочно-белым. Такое пламя в печи обеспечивает хороший, равномерный нагрев заготовок.

При недостаточной подаче воздуха наступает неполное сгорание топлива с образованием окиси углерода и других продуктов неполного сгорания. Пламя темнеет, становится красным, тусклым, появляются черные прожилки копоти. Дальнейшее сокращение подачи воздуха в топку вызывает появление клубов черного дыма. Следовательно, для ведения нормального режима работы нагревательной печи необходимо: 1) регулировать подачу воздуха в топку так, чтобы обеспечить правильное соотношение количества топлива и воздуха, а также их перемешивание; 2) регулировать перекрытием шиберов необходимое давление печных газов и равномерное заполнение пламенем всего рабочего пространства печи.

Большой избыток воздуха в рабочей камере печи приводит к увеличению потерь металла на угар. Кислород избыточного воздуха, не растроченный на окисление топлива, вступает в соединение с железом и образует на поверхности заготовок окалину, представляющую собой окислы железа. Пламя с избыточным воздухом всегда обладает окисляющими свойствами и называется *окислительным*.

Пламя при неполном горении содержит избыток несгоревшей окиси углерода и водород. Окись углерода и водород при температурах ниже 1000°С обладают свойством жадно соединяться с кислородом. Отнимая от окисленной поверхности железа кислород, они могут даже восстанавливать железо из окалины. В печи с пламенем, содержащим большое количество окиси углерода и водород, образования окалины не происходит. Такое пламя называется *восстановительным*. Если горение топлива протекает полно, при нормальной подаче воздуха, то в продуктах горения не будет излишков кислорода, а пламя, полученное при таком режиме, называется *нейтральным*.

§ 6. Виды топлива, применяемые в кузнечном производстве

Топливо, сжигаемое без его предварительной обработки, называют естественным, а топливо, получаемое из естественного путем тепловой, механической или химической переработки перед сжиганием, называют искусственным.

В кузнечных нагревательных печах и горнах применяется твердое, жидкое и газообразное топливо. Основным требованием, предъявляемым к топливу, является удобство сжигания и обеспечение высококачественного нагрева при относительно низкой себестоимости его.

Твердое топливо. Естественным твердым топливом являются каменные (антрациты, бурые и др.) угли, торф, дрова и пр. Из них получают искусственные виды твердого топлива: кокс, древесный уголь, брикеты, пылевидное топливо и др. В кузницах применяют каменные угли, кокс и иногда древесный уголь (при нагреве заготовок в горнах). Теплотворная способность лучших сортов твердого топлива колеблется от 6500 до 8000 ккал/кг.

Жидкое топливо. Естественным жидким топливом является нефть. Сырая нефть в качестве топлива не применяется. К искусственному жидкому топливу относятся топливные мазуты, представляющие собой остатки, полученные после переработки нефти и отбора от нее всех ценных фракций: бензина, лигроина, керосина, газойля, соляриных и смазочных материалов, гудрона разных марок и др.

Широкое применение топливного мазута в кузнечном производстве обусловлено удобством его сжигания и высокой теплотворностью, достигающей до 9870 ккал/кг. Так как жидкое топливо сжигается в распыленном состоянии, для характеристики мазута является весьма важным показателем вязкость, т. е. подвижность его (или температура застывания мазута), а также температура вспышки, при которой смесь паров топлива и воздуха воспламеняется. Температура вспышки выражается в градусах Цельсия. Для вязких мазутов она находится в пределах 80—125°С.

Вязкость. Вязкость мазута влияет на обеспечение нормальной загрузки и выгрузки топлива при транспортировке и на качество сжигания его. Измеряется вязкость в градусах Энглера, которые характеризуют сравнительную скорость истечения испытуемой жидкости определенного объема, со скоростью истечения воды в том же объеме из специального прибора. Чем меньше вязкость топлива, тем легче оно распыляется в воздухе на мельчайшие частицы, а значит и лучше смешивается с воздухом и лучше сгорает. В зависимости от сорта мазута вязкость его при 75°С колеблется от 16,5 до 3,6 единиц по Энглеру. Мазуты имеют различные температуры застывания, при которых они становятся неподвижными. Этот показатель определяет режим и степень подогрева мазута для максимального уменьшения его вязкости. Так, например, мазут марки «100» требует подогрева даже в летнее время, так как его температура застывания +25°С.

Газообразное топливо является самым удобным из всех видов топлива для сжигания в нагревательных печах. Легкая смешиваемость газа с воздухом и возможность их подогрева перед сжиганием создают благоприятные условия в рабочей камере печи для полного сгорания топлива почти без избытка воздуха. При работе печи на газообразном топливе возможна полная автоматизация процесса и регулирования теплового режима. Газообразное топливо бывает природным и искусственным. К искусственному газообразному топливу относятся генераторные, коксовые, доменные и другие газы, получаемые в специальных установках — газогенераторах, или как побочный продукт металлургического или химического производства.

Теплотворная способность искусственных газов низка: генераторного газа из торфа — 1480 ккал/м³; генераторного газа из антрацита — 1200 ккал/м³; доменного газа — 920 ккал/м³. При сжигании низкокалорийных газов для получения требуемой температуры в рабочем пространстве печи, необходимо подогревать дутьевой воздух от 100 до 800°С. Особенно высокий подогрев дутьевого воздуха требуется при сжигании доменного газа.

Природный газ выделяется как попутный при добыче нефти и непосредственно из подземных скважин особых месторождений в толще осадочных пород и передается по газопроводам к месту его потребления. Он является весьма дешевым, высококалорийным и удобным в эксплуатации топливом. Большим преимуществом природных газов является отсутствие в них ядовитой окиси углерода. Теплотворная способность 1 м³ природного газа составляет от 8100 до 10 200 ккал и выше.

Очевидно, что жидкое топливо и особенно газообразное является наиболее удобным видом горючего для нагревательных устройств — печей кузнечно-прессовых цехов.

§ 7. Влияние нагрева на свойства металла

Нагрев заготовки при горячей обработке металлов давлением необходим для повышения пластичности, а следовательно, и ковкости материала.

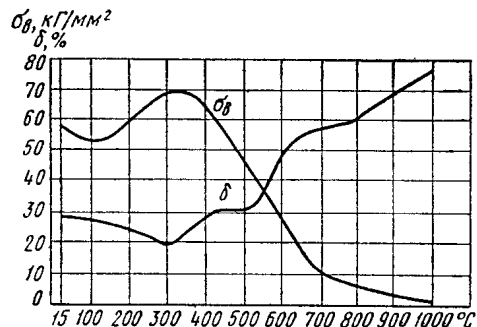


Рис. 2. График изменения механических свойств стали при различных температурах ее нагрева

Пластичность металла или сплава характеризуется величиной уменьшения высоты образца до появления трещин при осадке, вязкостью при ударных нагрузках и относительным удлинением образца при испытании на разрыв. Ковкостью называется способность металла или сплава при высокой пластичности оказывать незначительное сопротивление деформированию.

Пластичность и ковкость в значительной степени зависят от температуры нагрева, от химического состава и структуры (строения) металла. Зависимость предела прочности σ_v (σ_v — условное напряжение, соответствующее наибольшей нагрузке перед разрушением образца при растяжении) и относительного удлинения δ стали от температуры нагрева показана на графике (рис. 2). Значения предела прочности некоторых сталей при высоких температурах приведены в табл. 1.

Таблица 1

Предел прочности стали σ_v кг/мм² при нагреве

| Марка стали | Температура нагрева, °C | | | | | |
|-------------|-------------------------|------|------|-----|------|------|
| | 150 | 700 | 800 | 900 | 1000 | 1100 |
| 10 | 32,0 | 10,7 | 6,3 | 3,2 | — | — |
| 30 | 48,0 | 12,7 | 8,6 | 5,9 | 4,2 | 2,0 |
| 40 | 57,0 | 15,9 | 9,4 | 6,6 | 3,8 | — |
| У9 | — | 17,0 | 11,5 | 7,0 | 5,0 | 2,4 |
| У12 | — | 16,5 | 9,0 | 7,0 | 4,0 | 2,0 |
| 30ХГСА | 85,0 | 16,5 | 7,4 | 4,2 | 3,6 | 2,2 |
| 4ХВ2С | — | 43,0 | 10,0 | 9,0 | 5,5 | 3,0 |

График на рис. 2 и данные таблицы показывают, что высокой ковкостью стали обладают только после нагрева их до температур выше 850—900°С.

При нагреве большинства, даже самых прочных углеродистых и конструкционных сталей до температуры 1000°С, пластичность их становится почти одинаковой. Стали, нагретые до этих температур, становятся высокопластичными, оказывая незначительное сопротивление деформированию. В главе X подробно освещены факторы, влияющие на пластичность сталей в связи со структурными превращениями в них при нагреве.

§ 8. Понятие о режиме нагрева

Режим нагрева металлов перед ковкой представляет собой определенный порядок, характеризуемый рядом факторов, обеспечивающих получение качественного нагрева заготовки и доброкачественных поковок. Главными из этих факторов являются: температура в нагревательной печи во время загрузки в нее холодных заготовок, скорость нагрева металла, конечная температура металла перед ковкой и выдержка при этой температуре; общая продолжительность нагрева заготовок и некоторые другие.

Температура печи при загрузке холодных заготовок устанавливается обычно в зависимости от марки стали, размеров сечения и профиля нагреваемого металла.

Для подавляющего большинства углеродистых конструкцион-

ных сталей размером до 100 мм по диаметру или стороне квадрата допускается посадка холодных заготовок в печь с температурой в рабочей камере 1200°—1300° С.

Однако высокоуглеродистые и высоколегированные стали, обладающие низкой теплопроводностью и теплоемкостью из-за влияния легирующих добавок, требуют так называемого ступенчатого нагрева, чтобы избежать образования в заготовке трещин в первом периоде нагрева до 650° С. Такие заготовки загружают в печь, температура рабочего пространства которой не выше 500° С, и выдерживают при этой температуре в зависимости от величины и формы сечения заготовки некоторое время, после чего начинают дальнейший подъем температуры.

Скорость нагрева заготовок представляет собой величину подъема температуры металла нагреваемой заготовки в градусах Цельсия за одну минуту или за один час (°С/ч). Скорость

нагрева заготовки зависит главным образом от теплопроводности стали, от сечения нагреваемой заготовки, от теплоемкости металла заготовки и от того, как заготовки расположены на полу печи. Так, если заготовки прямоугольного сечения уложены плотно одна к другой, то их поверхность, воспринимающая тепло, уменьшается, так как в этом случае они нагреваются только с одной стороны, и скорость нагрева заготовок сокращается. Зависимость скорости нагрева от расположения заготовок в печи корректируется поправочными коэффициентами, значения которых приведены на рис. 3.

Форма заготовок тоже влияет на скорость нагрева. При равных объемах круглая заготовка нагревается быстрее, чем заготовка

прямоугольного или квадратного сечения, так как у первой заготовки поверхность, воспринимающая тепло, больше.

Металл, имеющий меньшее значение теплоемкости, потребует меньшего количества тепла для того, чтобы нагреть его до требуемой температуры. Таким образом, скорость нагрева заготовки может быть тем выше, чем больше теплопроводность нагреваемого металла и чем меньше его теплоемкость. Скорость нагрева заготовки зависит еще и от разности температур между излучающими тепло стенками рабочего пространства печи и металлом, поглощающим это тепло. Чем больше перепад температур (так называемый, температурный напор печи), тем больше скорость нагрева металла. Конечная температура нагрева заготовки перед ковкой зависит и от химического состава металла. Она устанавливается обычно по рекомендуемым таблицам в зависимости от марки стали, а выдержка при конечной температуре нагрева определяется размерами сечения и массой заготовки.

Таким образом, из времени, необходимого на нагрев заготовки и выдержек при температуре посадки и при достижении ковочной температуры, составляется общая продолжительность нагрева в часах. Размер нагреваемой заготовки влияет на общую продолжительность нагрева. Для распространения тепла от поверхности к центру заготовки с большими размерами сечения (при прочих равных условиях) потребуется больше времени на выравнивание температуры по всему сечению, чем в заготовках с меньшими размерами сечения.

Таблица 2

Продолжительность нагрева (мин) холодных заготовок из углеродистых конструктивных сталей до температуры 1200° С при температуре печи 1300° С (по данным ЦНИИТмаш).

| Диаметр d или сторона a квадрата, мм | Профиль заготовки | | | | | | | |
|--|------------------------|-------------------|-----------------------------|----------|------------|-------------------|-----------------------------|----------|
| | круглый | | | | квадратный | | | |
| | расположение заготовок | | | | | | | |
| | одночное | на расстоянии d | на расстоянии $\frac{d}{2}$ | вплотную | одночное | на расстоянии a | на расстоянии $\frac{a}{2}$ | вплотную |
| 10 | 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 | 6,5 | 8,0 | 10,0 | 13,0 | 8,0 | 11,0 | 14,0 | 25,0 |
| 50 | 8,0 | 10,0 | 12,0 | 16,0 | 10,5 | 14,5 | 17,5 | 32,0 |
| 60 | 10,0 | 12,0 | 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 | 28,0 | 52,0 |
| 90 | 15,0 | 18,0 | 23,0 | 31,0 | 19,5 | 27,0 | 33,0 | 62,0 |
| 100 | 18,0 | 21,5 | 27,0 | 36,0 | 23,0 | 32,0 | 40,0 | 72,0 |

Рис. 3. Зависимость скорости нагрева заготовок от расположения их на полу печи

Теоретические способы определения общего или полного времени нагрева металлов перед ковкой сложны. В практике принято определять время нагрева заготовок по таблицам, составленным на основании опытных данных, или по опытным формулам. Данные о продолжительности нагрева катаных заготовок из углеродистых конструкционных сталей диаметром до 100 мм приведены в табл. 2.

Часто в практике температура рабочего пространства печи берется на 100° — 150° С выше заданной температуры нагрева металла для началаковки, и тогда в зависимости от формы и размера заготовки время нагрева принимают из расчета от 1,5 до 2,0 мин на каждый квадратный сантиметр поперечного сечения заготовки.

Время нагрева для заготовок большого сечения и для слитков наиболее удобно и с достаточной степенью точности можно определить по формуле Н. Н. Доброхотова

$$T = \alpha K d \sqrt{d},$$

где T — полное время нагрева в часах; α — коэффициент, учитывающий расположение заготовок на поду печи; d — диаметр или толщина заготовки в метрах; K — опытный коэффициент, равный 10 для углеродистых и низколегированных сталей и 20 для высокоуглеродистых и высоколегированных сталей.

Полное время или общая продолжительность нагрева для высокоуглеродистых и высоколегированных сталей состоит из двух периодов нагрева при низких и высоких температурах.

Первый период нагрева — до 650° С является опасным из-за возможности появления трещин, поэтому нагрев заготовки ведут медленно, так как сталь в интервале хладноломкости ($\approx 300^{\circ}$ С) имеет низкую пластичность. Второй период нагрева от 650° до 1200° С ведут быстро, не опасаясь появления трещин, так как с повышением температуры заготовки растет пластичность стали. Поэтому при расчете времени нагрева заготовок из высокоуглеродистых и высоколегированных сталей коэффициент $K=20$ разделен на два, из которых $K_1=13,3$ для первого периода и $K_2=6,7$ для второго периода нагрева. В этом случае полное время или общая продолжительность нагрева заготовки составляет

$$T = T_1 + T_2 = \alpha 13,3 d \sqrt{d} + \alpha 6,7 d \sqrt{d},$$

где T — полное время при ступенчатом нагреве, ч; T_1 — время первого периода нагрева; T_2 — время второго периода нагрева.

Для согласованной работы печи и ковочного молота или преса, устанавливается обычно оптимальное количество одновременно нагреваемых заготовок, определяемое по формуле:

$$N = \frac{T \cdot n}{60},$$

где N — число одновременно нагреваемых заготовок; T — полное время нагрева заготовки, мин; n — производительность выпуска поковок в штуках за один час.

§ 9. Влияние характера пламени на качество нагрева металла и виды дефектов

В зависимости от условий сжигания топлива в рабочей камере печи может образоваться окислительная, нейтральная или восстановительная атмосфера. Взаимодействие печной атмосферы с металлом нагреваемой заготовки происходит при высокой температуре и представляет собой сложный физико-химический процесс.

Окисление металла — окалина. При окислительном пламени, полученном при сжигании топлива с избытком воздуха, свободный кислород, соединяясь с железом, окисляет металл и на поверхности заготовки образуется слой окалины. Разрушенная и отделившаяся от металла окалина обнажает поверхность заготовки, из-за чего тут же происходит ее дальнейшее окисление.

Появление окалины вредно не только потому, что приводит к безвозвратным потерям металла, но и потому, что окалина, не отделившаяся от заготовки, будучи закованной в тело поковки, затрудняет ее обработку резанием, понижает качество поковки и может привести к браку по размерам.

Обладая большой твердостью, окалина при попадании на рабочие поверхности кузнечных инструментов и штампов повреждает их и резко увеличивает износ.

Вступая в химическую реакцию с огнеупорной кладкой печи окалина образует легкоплавкие соединения — шлаки, разрушающие под печи. При наличии подсоса в топочное пространство в печи образуется большое количество избыточного кислорода, который приводит к интенсивному окислению и потерям металла от угара.

Обезуглероживание металла. При нагреве металла, а также при термической обработке поковок вместе с процессом окисления при высокой температуре происходит выгорание углерода (обезуглероживание) из поверхностного слоя заготовки. Сущность этого явления заключается в том, что под воздействием газов, входящих в состав окислительной печной атмосферы, под слоем окалины на поверхности металла выгорает часть углерода. Глубина обезуглероженного слоя достигает от 0,5 до 2,0 мм. Часто для сохранения механических свойств стали на поверхности ответственных деталей предусматривают дополнительные припуски, со снятием которых при обработке резанием удаляется обезуглероженная часть металла.

Недогрев заготовки. Холодной называют заготовку, температура которой ниже положенной, вследствие чего пластичность стали при ковке падает и резко снижается качество поковки из-за появления трещин и расслоений.

Перегрев. Чем дольше остается в печи при высокой температуре заготовка, тем интенсивнее растут зерна, и чрезмерное их увеличение характеризуется явлением, называемым перегревом металла. Из перегретой стали крупнозернистого строения получают поковки со сниженными механическими свойствами, на восстановление которых требуются дополнительные работы и затраты. Вели-

чица зерна у перегретой стали в отдельных случаях может быть уменьшена интенсивной ковкой. Структура перегретой стали может быть восстановлена также и соответствующей термической обработкой. В случае значительного перегрева стали ее механические свойства сильно ухудшаются.

Пережог. Продолжительное пребывание металла в печи при температурах, близких к началу плавления, приводит к оплавлению легкоплавких примесей, находящихся по границам зерен. Кроме того в результате диффузии кислорода внутрь металла границы зерен окисляются, связь между зернами нарушается и при обработке давлением в металле появляются глубокие трещины, происходит так называемый пережог металла. При незначительном нажатии или ударе такая заготовка разваливается на части с образованием характерного крупнозернистого излома. Пережог является неисправимым браком и заготовка с этим дефектом может быть использована лишь при переплаве металла.

Во избежание перегрева и пережога необходимо в первую очередь организовать правильный способ загрузки заготовок в печь в определенном порядке по мере выдачи из печи нагретых дляковки заготовок, загружать холодные заготовки в том же порядке. Этот способ обеспечивает условия, при которых каждая заготовка нагревается до ковочной температуры с установленной для нее скоростью.

Для уменьшения потерь металла на угар и предотвращения обезуглероживания при нагреве заготовок необходимо соблюдать следующие основные условия:

сжигать топливо при небольшом избытке воздуха с подогревом топлива и воздуха, обеспечивающим высокую температуру в печи, повышенную производительность и сокращение расхода топлива; вести нагрев заготовок с максимально доступной скоростью для сокращения времени пребывания металла в печи при высоких температурах;

поддерживать на поде рабочей камеры печи положительное давление для предотвращения подсоса холодного воздуха.

Поковки высокого качества можно получить только при правильном нагреве металла и при ковке в установленных пределах температур; правильно нагреть металл — это значит нагреть его со всех сторон равномерно, с определенной скоростью до заданной температуры. Для повышения качества нагрева и максимального снижения окалинообразования внедряют в производство способы безокислительного нагрева в защитной атмосфере и прямого безокислительного нагрева заготовок в печах открытого пламени.

§ 10. Температурные интервалыковки

Качество поковок в значительной степени зависит от правильного выбора температуры нагрева перед ковкой, а также от температуры, при которой заканчивается процессковки. *Температура началаковки* должна быть достаточно высокой, чтобы деформиру-

емый металл имел максимальную пластичность и легче ковался, но в то же время допущенный нагрев исключал бы пережог металла.

Температура концаковки должна быть как можно ниже, во избежание крупнозернистости у поковки, но в то же время не настолько низкой, чтобы в поковке появились трещины.

Поле температур, которое лежит между верхним и нижним рекомендуемыми пределами нагрева, принято называть *температурным интерваломковки*.

Для каждой марки стали и сплавов установлены определенные, оправданные практикой, температурные интервалыковки.

Интервалыковки и горячей объемной штамповки для некоторых конструкционных и инструментальных сталей приведены в табл. 3.

Таблица 3

Температурные интервалыковки и горячей штамповки

| Марки сталей | Температура, °С | | | Рекомендуемый интервалковки, °С |
|---------------------------------|-----------------|------------|---------|---------------------------------|
| | началаковки | концаковки | | |
| | | не выше | не ниже | |
| 20, 25, 30, 35 | 1280 | 830 | 720 | 1250—750 |
| 40, 45, 50 | 1260 | 850 | 760 | 1220—800 |
| 55, 60 | 1240 | 850 | 760 | 1190—800 |
| 65, 70 | 1220 | 850 | 770 | 1180—800 |
| 15Г, 20Г, 30Г | 1250 | 850 | 750 | 1230—800 |
| 40Г, 50Г, 60Г, 65Г | 1220 | 850 | 760 | 1180—800 |
| 10Г2, 30Г2, 35Г2 | 1220 | 870 | 750 | 1200—800 |
| 40Г2, 45Г2, 50Г2 | 1200 | 870 | 800 | 1180—830 |
| 15Х, 20Х, 30Х, 15ХА, 20ХА, 30ХА | 1250 | 870 | 760 | 1200—800 |
| 35Х, 38ХА, 40ХА | 1230 | 870 | 780 | 1180—820 |
| 45Х, 50Х, 45ХА, 50ХА | 1200 | 870 | 800 | 1180—830 |
| 25Н, 30Н, 25НА, 30НА | 1240 | 850 | 750 | 1220—800 |
| 12ХН2, 12ХН3, 12ХН2А, 12ХН3А | 1200 | 870 | 760 | 1180—800 |
| 30ХГС, 35ХС, 30ХГСА, 35ГСА | 1180 | 870 | 800 | 1140—830 |
| 4Х14Н14В2М | 1160 | 950 | 870 | 1140—900 |
| ШХ15 | 1180 | 870 | 830 | 1120—850 |
| ШХ15СГ | 1180 | 900 | 800 | 1150—800 |
| У7, У8, У10 | 1150 | 850 | 800 | — |
| У11, У12, У13 | 1130 | 920 | 870 | — |
| 7Х3, 9ХС, 9Х | 1150 | 850 | 800 | — |
| Р9, Р18, ЭИ347 | 1200 | 920 | 900 | — |

§ 11. Приборы, применяемые для замера температур

Замеры и контроль температур нагрева заготовок в печи и поковок осуществляются пирометрами различных конструкций: оптическими, термоэлектрическими, радиационными и контактными термопарами.

Работа оптического пирометра основана на методе сравнения яркости свечения нагретого металла или стенок рабочей камеры печи и нити лампочки, температура накаливания которой

точно известна. Оптический пирометр (рис. 4) состоит из фотометрической лампочки 1, окулярной линзы 2, светофильтра и окуляра 3. Аккумулятор или сухая батарея 5 питает при включенном состоянии нить лампочки. По шкале миллиамперметра 4 читается температура, указываемая стрелкой. Температуру металла замеряют следующим способом: наведя зрительную трубу 8 с линзой 7 на раскаленный металл, прежде всего передвигают объектив вдоль зрительной трубы 8 до достижения резкости изображения раскаленного объекта, реостатом 6 регулируют накал фотометрической лампочки до полного совпадения с яркостью

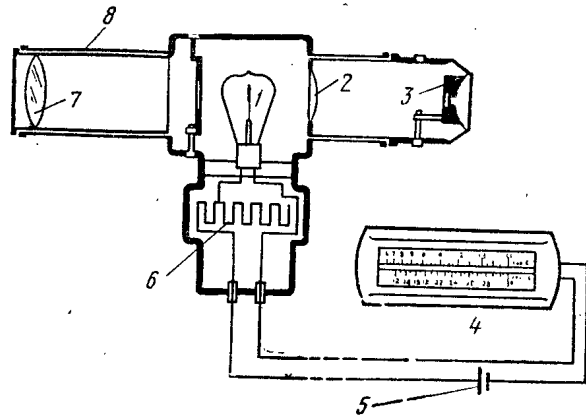


Рис. 4. Схема оптического пирометра:
1 — фотометрическая лампочка, 2 — окулярная линза, 3 — окуляр, 4 — миллиамперметр, 5 — сухая батарея, 6 — реостат, 7 — линза, 8 — зрительная труба

стью нагретой поверхности, после чего читают по шкале миллиамперметра температуру.

Оптический пирометр любой конструкции является переносным прибором и используется для кратковременных замеров температуры от 600° до 1400°С по верхней части шкалы и от 1200° до 2000°С по нижней части шкалы.

Постоянный контроль температуры рабочего пространства печи осуществляют стационарными термоэлектрическими и радиационными пирометрами.

Термоэлектрический пирометр состоит из термопары и гальванометра. Работа термоэлектрического пирометра основана на следующем явлении: при нагревании стыка сваренных между собой двух проволок из разных металлов возникает электрический ток, который возрастает

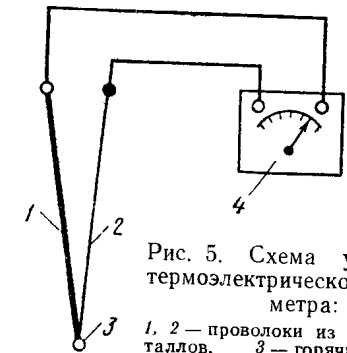


Рис. 5. Схема устройства термоэлектрического пирометра:
1, 2 — проволоки из разных металлов, 3 — горячий спай, 4 — показывающий (или записывающий) гальванометр

по мере нагревания стыка. Если к двум свободным концам сваренных проволок подключить гальванометр, то при нагревании места сварки стрелка гальванометра будет отклоняться на определенный угол. На рис. 5 и 6 показаны схема термоэлектрического пирометра и устройство термопары. Термопары к пирометрам изготавливают-

ся из различных сплавов, в зависимости от их химических и физических свойств термопары имеют различные предельные температуры измерения. Наиболее часто применяемые термопары с указанием предельных температур измерения приведены в табл. 4.

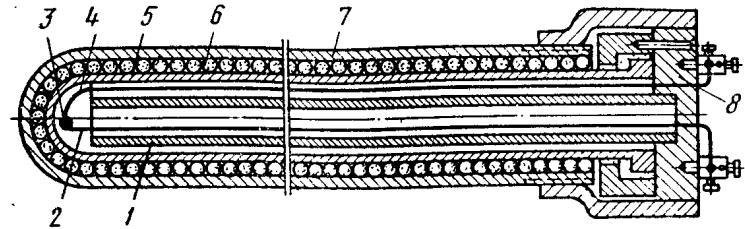


Рис. 6. Устройство термопары:
1 — фарфоровая трубка, 2 — платиновая проволока, 3 — горячий спай, 4 — платино-родиевая проволока, 5 — фарфоровый чехол, 6 — асбестовый слой, 7 — чехол термопары из жаропрочного сплава, 8 — головка с клеммами

Таблица 4

Термопары и их предельные температуры измерения

| Термопары | Предельная температура измерения, °С | |
|-------------------------|--------------------------------------|---------------------------|
| | длительное измерение | кратковременное измерение |
| Хромель-копелевые | 600 | 800 |
| Хромель-алюминиевые | 900 | 1100 |
| Платинородий-платиновые | 1300 | 1500 |

Примечание. Первой указана проволока, дающая положительный полюс.

Сплавы термопар содержат (%): хромель-никеля 90, хрома 9,7 и кремния 0,3; копель-никеля 43—44, меди 56—57; алюмель-никеля 94,8, алюминия 2,0, марганца 2,0, железа 0,2 и кремния 1,0.

Радиационный пирометр (ардометр). Работа этого пирометра основана на принципе поглощения лучистой энергии нагретого тела. Нагретые тела излучают невидимые тепловые лучи, и чем сильнее нагрето тело, тем больше тепла отдает оно излучением. На ардометре (рис. 7) при помощи линзы 1 тепловые лучи раскаленного тела собираются в пучок и направляются через диафрагму 2 на чувствительную батарею 3, состоящую из нескольких последовательно соединенных миниатюрных термопар, горячие спаи которых смонтированы на зачерненной для поглощения тепловых лучей пластинке из платиновой фольги. Для получения правильных показаний установку и настройку стационарного ардометра выполняют тщательно, пользуясь окуляром 5 и фильтром 4 так, чтобы тепловые лучи от нагретого тела собирались в фокусе объектива, т. е. на горячем спае термопары. Возникший в термопаре электрический ток, переданный на показывающий гальвано-

метр 6, укажет соответствующую температуру. Ардометры применяются для измерения и контроля температур рабочего пространства печи (стенок, пода) от 900 до 1800° С.

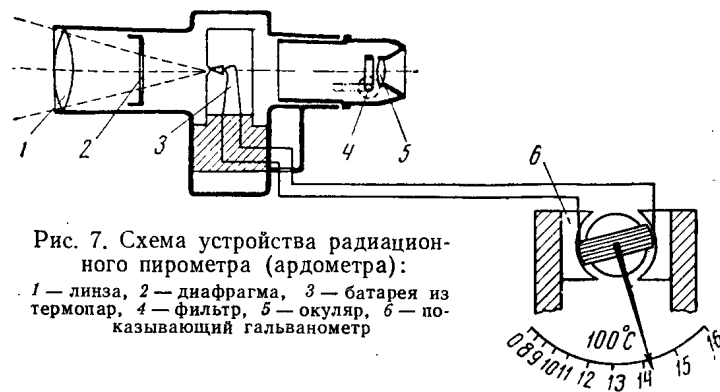


Рис. 7. Схема устройства радиационного пирометра (ардометра):
1 — линза, 2 — диафрагма, 3 — батарея из термопар, 4 — фильтр, 5 — окуляр, 6 — показывающий гальванометр

В практике температуру нагретой заготовки и готовой поковки часто определяют на глаз — по цвету каления. Этот метод не совершенен и не точен, однако для приближенной оценки температуры нагрева заготовки и конца ковки он пригоден и полезен. Цвета каления для черных металлов при слабом дневном освещении соответствуют следующим температурам в градусах Цельсия:

| | |
|-----------------------|----------------------------------|
| Темно-красный — 650 | Оранжево-желтый — 1000 |
| Вишнево-красный — 700 | Светло-желтый — 1100 |
| Светло-красный — 800 | Соломенно-желтый — 1150 |
| Густо-оранжевый — 900 | Белый разной яркости — 1200—1400 |

ГЛАВА III НАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

§ 12. Кузнечные горны

Кузнечные горны являются простейшими нагревательными устройствами при ручной ковке и разделяются на переносные и стационарные. Стационарные горны в свою очередь делятся на открытые и закрытые.

По видам применяемого для нагрева заготовок топлива различают горны, работающие на твердом, жидком и газообразном топливе.

Переносные горны открытого типа (рис. 8) работают на твердом топливе, применяются обычно в условиях строительных и ремонтных работ, на полевых станах и на строительных площадках, для нагрева металла при выполнении работ вдали от кузнечного цеха или мастерской.

Переносные горны бывают различных конструкций. Все они оснащены небольшим вентилятором 1 и несложной трансмиссией с

маховиком 2, приводимым в движение педалью 3 или рукояткой. Очаг горения 4 исполнен в виде выемки, выложенной огнеупорным кирпичом, на дне которой установлена фурма. Под напором вентилятора воздух подается к очагу снизу через фурму, мелкие отверстия которой обеспечивают подачу воздушного потока в виде ряда тонких струй.

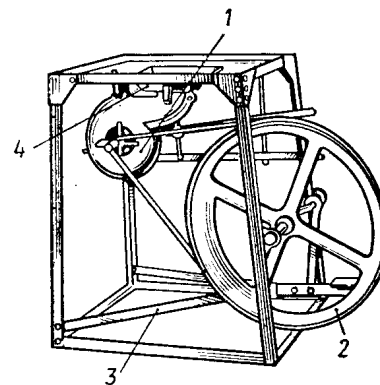


Рис. 8. Кузнечный переносной горн:
1 — вентилятор, 2 — маховик, 3 — педаль, 4 — очаг горения

Стационарные горны открытого типа, устанавливаемые в помещении кузнечного цеха, представляют собой соору-

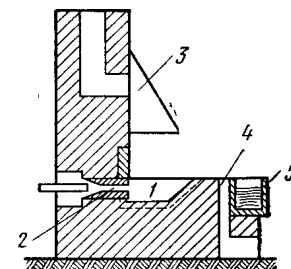


Рис. 9. Стационарный горн (сложен из кирпича):
1 — очаг, 2 — сопло, 3 — зонт, 4 — вертикальный канал, 5 — бачок с водой

жение, сложенное из кирпича или выполненное из металла и состоящее из каркаса, корытообразного стола и зонтов различных конструкций для вытяжки от очага горения дымовых газов. В полости корытообразного стола выкладывается огнеупорным кирпичом гнездо или очаг и подводится к нему боковое сопло или центральная фурма для подачи дутьевого воздуха.

Стационарные горны закрытого типа представляют собой небольшую закрытую камеру сотового типа с рядом окон в ее боковых стенках, на порог которых укладываются мелкие заготовки из прутков круглого или прямоугольного сечения для нагрева концов под ковку мелких заготовок для резцов, державок и им подобных поковок.

Кузнечный стационарный горн, сложенный из строительного кирпича (рис. 9), состоит из очага 1, выложенного огнеупорным кирпичом, сопла 2, подводящего воздух сбоку к очагу, и зонта 3 из тонкого листового железа для улавливания и отвода дымовых газов. Для удаления золы и шлака в кладке имеется вертикальный канал 4. На уровне рабочей зоны горна, облицованной плитам, установлен бачок 5 с водой, применяемый для охлаждения инструмента и выполнения некоторых видов термообработки при ручной ковке.

Современный кузнечный горн, системы Сколозубова (рис. 10), работающий на твердом топливе, имеет металлический

каркас и установленный на нем корытообразный стол, а также выложенный огнеупорным кирпичом очаг. На днище по центру очага смонтирована фурма для дутья, допускающая регулировку количества подаваемого снизу воздуха. Удаление дымовых газов осуществляется вытяжной системой, присущей данной конструкции горна. Вытяжка состоит из труб 1 и 2, телескопически введенных одна в другую, и зонта 3. Внутренняя труба 1 отводит часть газов из очага, а внешняя труба 2 отводит уловленные зонтом 3 газы и их теплом обогревает снаружи трубу 1, чем усиливается тяга всей системы. Горны с такой вытяжной системой работают хорошо.

При сгорании твердого топлива в горнах открытого типа благодаря спеканию углей образуется твердая корка, под которой развивается высокая температура. Нагреваемую заготовку или ее конец закладывают в горящие слои угля и засыпают свежим углем, который, спекаясь, образует над металлом свод с высокой температурой под ним. Спекшийся свод над очагом горна должен быть всегда целым. Необходимо следить, чтобы угольная горка не прогорела насквозь, для чего время от времени надо подгрести свежий уголь с краев к центру очага, а иногда слегка обрызгивать его водой. Если полость под коркой становится слишком большой, необходимо свод разбить и подгрести дополнительное количество угля, после чего вскоре должна образоваться новая корка от спекания углей.

Заготовку закладывают в горн подальше от фурмы так, чтобы между ней и фурмой был достаточный слой горящих углей, а над заготовкой слой такой толщины, который закрывал бы зону нагрева. Для равномерного и всестороннего нагрева заготовку периоди-

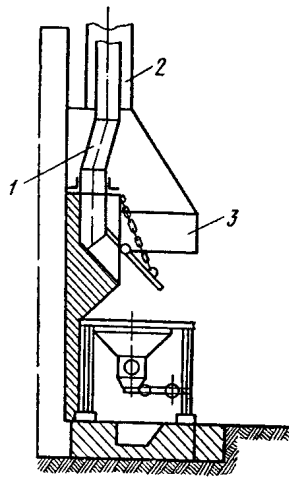


Рис. 10. Горн системы Скалозубова:
1 — внутренняя, 2 — внешняя труба, 3 — зонт

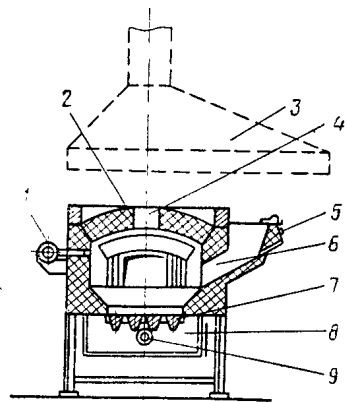


Рис. 11. Горн закрытого типа:
1 — труба, 2 — окно для загрузки, 3 — вытяжной зонт, 4 — дымоход, 5 — окно для шуровки, 6 — топочный люк, 7 — колосниковая решетка, 8 — металлическая коробка, 9 — труба

чески поворачивают в очаге. Регулировкой дутья добиваются спокойного горения угля ярким, слегка коптящим пламенем, не допускающая перегрева и пережога металла.

Розжиг холодного горна выполняется в следующем порядке: 1) очистив горновое гнездо от золы и шлаков, продувают фурму; 2) насыпают первый слой угля, оставляя отверстие фурмы свободным; 3) поджигают уложенную на этом слое топлива древесную стружку или ветошь, пропитанную керосином, и засыпают сверху вторым тонким слоем угля; 4) незначительно приоткрыв заслонку, подают дутье, и, когда уголь разгорится, добавляют в очаг свежее дутьевого воздуха, плавно наращивая подачу.

Открытые горны работают при давлении дутьевого воздуха от 160 до 200 мм водяного столба (от 1,57 до 1,96 кН/м²) с большим расходом топлива.

Коэффициент полезного действия их низок и обычно соответствует 2—5%, однако простота обслуживания и сравнительно невысокая стоимость сооружения являются преимуществом этого вида нагревательного устройства. В цехах индивидуального и мелкосерийного производства, в ремонтных мастерских при выполнении работ, требующих быстрого нагревания коротких концов заготовок или средней части длинных прутков, а также при кузнечной сварке пользуются стационарными горнами открытого типа.

Безопасность работы при обслуживании горна обеспечивается его исправным состоянием и соблюдением правил эксплуатации. Фурму периодически очищают от золы и шлака, для чего открывают нижний люк. Чистку выполняют при перекрытой дутьевой заслонке. По окончании работы, если рабочее место не передается заступающей смене, перекрывают воздушную заслонку, отгребают уголь и гасят пламя в очаге горения. Решающее значение в создании безопасных условий труда имеет рациональная организация рабочего места у горна, постоянное содержание его в чистоте и порядке.

Закрытый горн, работающий на твердом топливе (рис. 11), представляет собой камеру, выложенную огнеупорным кирпичом в металлическом каркасе.

Воздушное дутье от вентилятора подается через трубу 9 в металлическую коробку 8, откуда через колосниковую чугунную решетку 7 оно поступает в топку. Топливо — угли — загружаются через топочный люк 6, имеющий окно 5 для шуровки от зависания подачи свежего топлива. Продукты горения из горнового очага отводятся через дымоход 4 под вытяжной зонт 3. Нагреваемые заготовки загружаются в горновой очаг через окно 2. Для дожигания неуспевающих сгореть в очаге горючих продуктов горения в верхнюю зону горнового пространства через трубку 1 подводится вторичный дутьевой воздух.

Горн на жидком топливе. Нагрев заготовок в горнах, работающих на жидком топливе, производится в стационарном сооружении (рис. 12), состоящем из корпуса 5 горна, каркас которого

выложен огнеупорным кирпичом, очага, к которому подводятся горячие газы от сжигаемого в камере сгорания 4 жидкого топлива.

По конструкции этот горн отличается от открытых стационарных горнов с боковым соплом только тем, что сгорание жидкого топлива, подаваемого по мазутопроводу 2, при дутьевом воздухе, идущем по трубе 3, происходит в камере 4, и горячие газы из нее подаются по каналу в очаг 1, в котором происходит нагрев заготовок.

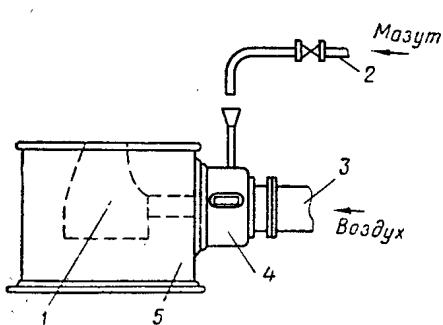


Рис. 12. Горн на жидком топливе:
1 — очаг, 2 — мазутопровод, 3 — труба,
4 — камера сгорания, 5 — корпус

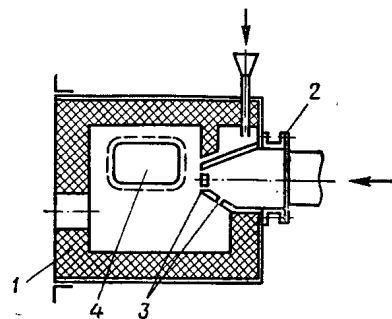


Рис. 13. Камера сгорания топлива:
1 — корпус, 2 — патрубок, 3 — отверстие,
4 — окно

Камера сгорания топлива (рис. 13) состоит из металлического корпуса 1, стенки которого выложены огнеупорным кирпичом, и чугунного литого патрубку 2 с фланцами для крепления его к каркасу и воздухопроводу. Литой патрубок в верхней своей части имеет наклонную плоскость, на которую подается регулируемой струей жидкое топливо, стекающее вниз. Дутьевой воздух, поданный внутрь патрубку через торцовые и нижние отверстия 3, распыляет и смешивает стекающие к ним струйки топлива, превращая его в камере сгорания в горячую смесь. Регулировка подачи топлива и воздушного дутья производится соответствующими кранами на мазутопроводе и воздухопроводе.

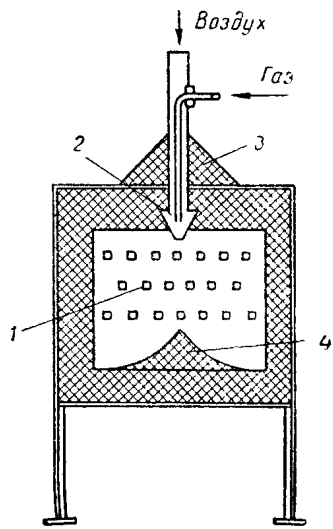


Рис. 14. Горн на газообразном топливе:

1 — окна для загрузки деталей,
2 — горелка, 3 — керамический блок, 4 — рассекатель

сительно хорошее распыление и перемешивание мазута и воздуха.

Горны на газообразном топливе. Горн, работающий на газообразном топливе (рис. 14), относится к закрытым горнам стационарного типа, выложенным в металлическом каркасе огнеупорным кирпичом. По боковым стенкам очага расположены в шахматном порядке окна 1, через которые производят загрузку и выдачу прутков. Газовоздушную смесь, предварительно подогретую, подают в специальную горелку 2 с керамическим блоком 3, которые смонтированы в верхней части горна. Быстро сгорающее топливо раскаляет боковые стенки очага и конусный рассекатель 4, который служит для ускорения нагрева металла до требуемой температуры.

§ 13. Пламенные нагревательные кузнечные печи

В зависимости от источников тепла кузнечные нагревательные печи разделяются на пламенные и электрические.

Пламенными нагревательными печами называются устройства, в которых металл заготовок получает тепло от непосредственного соприкосновения с омывающим его пламенем.

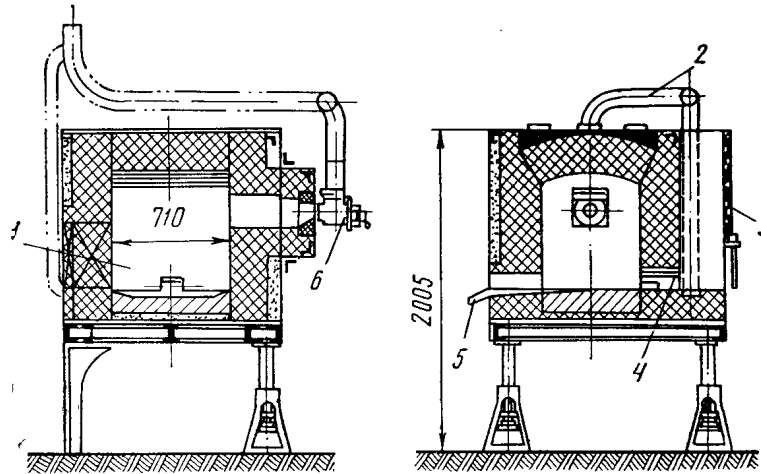


Рис. 15. Переносная однокамерная печь, работающая на мазуте:
1 — камера печи, 2 — трубопровод, 3 — охлаждающий щит, 4 — рабочее окно, 5 — шлаковая летка, 6 — форсунка

Пламенные печи по характеру нагрева и способу загрузки и разгрузки делятся на камерные и методические. В камерных печах температура во всех зонах печи относительно одинакова, заготовки во время нагрева лежат неподвижно и выгружаются дляковки через то же окно, через которое их загружали в печь. В методических печах температура плавно изменяется по длине печи.

Камерная печь является примером пламенной печи периодического действия. Загрузка холодных заготовок и выгрузка нагретых в печах периодического действия осуществляется через одно и то же рабочее окно, поэтому такие печи называют непроходными.

В зависимости от размеров различают стационарные (крупные) и переносные (среднего и малого размеров) камерные печи. Переносные печи широко применяются в индивидуальном и мелкосерийном производствах вследствие несложности их конструкции, простоты обслуживания и возможности получения высоких скоростей нагрева металла. Стационарные камерные печи строят на фундаментах.

На рис. 15 изображена переносная однокамерная непроходная пламенная печь, работающая на мазуте.

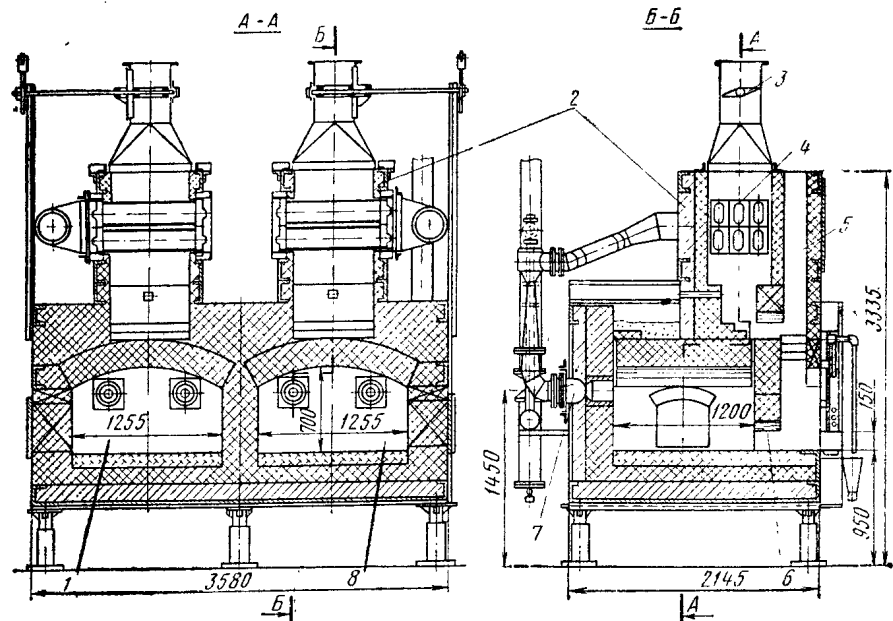


Рис. 16. Переносная двухкамерная газовая печь:

1, 8 — камеры, 2 — каркас, 3 — заслонка, 4 — рекуператоры, 5 — дымоход, 6 — рабочее окно, 7 — горелка

Недостатком однокамерных печей является значительная потеря времени на ожидание нагрева. Этот недостаток несколько устраняется применением двухкамерной печи, современная конструкция которой приведена на рис. 16. Печь состоит из двух самостоятельных камер 1 и 8, выложенных в одном каркасе 2. К горелкам 7 подводится топливо, подогретое в рекуператорах 4, которые нагреваются дымовыми газами, выходящими по газоходам через рабочее окно 6. Заслонкой 3 регулируют поступление дымовых газов к рекуператорам и в дымоход 5. Пока заготовки, нагретые до ковочной

температуры в камере 1, подают на ковку, в камере 8 происходит нагрев следующей партии.

Для нагрева крупных и средних слитков и заготовок массой более 1 т применяются большие камерные стационарные печи с выдвижным подом (рис. 17).

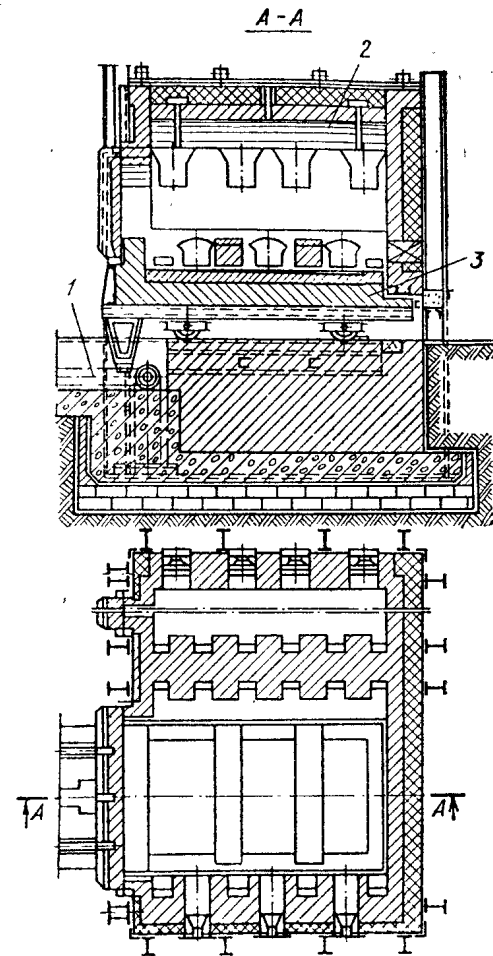


Рис. 17. Камерная печь с выдвижным подом:

1 — механизм для выката, 2 — свод печи, 3 — выдвижной под печи

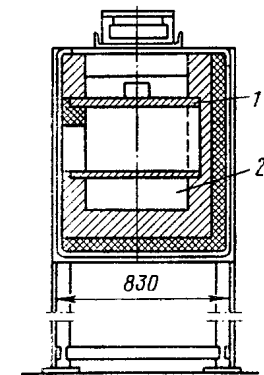


Рис. 18. Муфельная печь:

1 — муфель, 2 — топочное пространство

рельсовому пути с помощью специального механизма. Однако при наличии в цехе машин (шаржир) для загрузки и выгрузки заготовок массой до 3 т стационарную камерную печь можно строить без выдвижного пода.

Муфельные печи являются разновидностью камерной печи, заготовки в них нагреваются не открытым пламенем, а через

стенку муфеля, отделяющую металл от горящего топлива. Муфель представляет собой закрытую с одной стороны трубу из огнеупорного материала (графита, корунда или карбида кремния) с толщиной стенки 20—30 мм, уложенную открытой частью к загрузочному окну, как это показано на рис. 18. Применяют муфельные печи для нагрева заготовок при штамповке из цветных металлов и при производстве точных поковок с чистой, без окалины, поверхностью.

Методическая печь (рис. 19). Рабочее пространство этой проходной печи непрерывного действия состоит из двух зон — зоны высоких температур и зоны подогрева холодных заготовок. Зона высоких температур совмещается с топочным пространством. В этой более высокой части печи происходит окончательный нагрев заго-

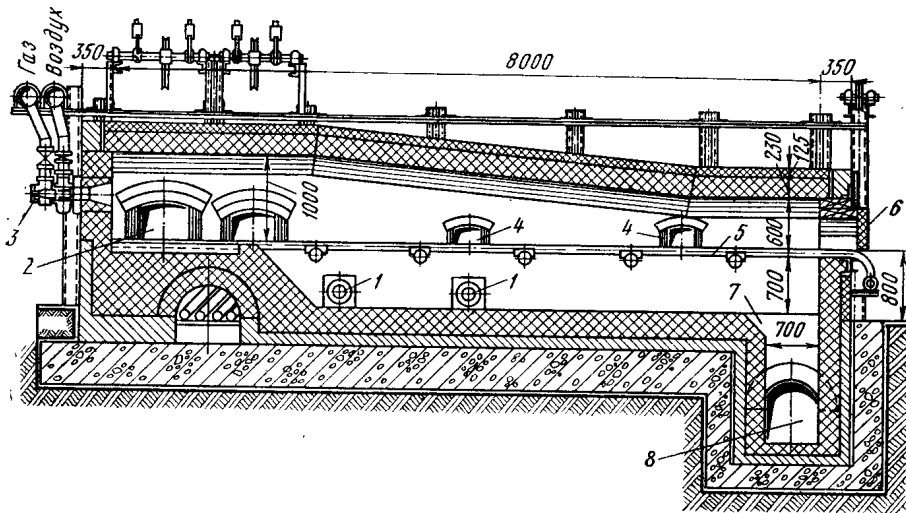


Рис. 19. Методическая печь, работающая на газовом топливе:

1 и 3 — горелки, 2 — окно выдачи, 4 — кантовальные окна, 5 — направляющие трубы, охлаждаемые водой, 6 — окно загрузки, 7 — каналы дымохода, 8 — боров

товок. Зона предварительного нагрева, ограниченная наклонным сводом вплоть до загрузочного окна, представляет собой методическую часть печи, по которой холодные заготовки передвигаются навстречу горячим дымовым газам, и, постепенно нагреваясь, поступают в зону высоких температур достаточно подогретыми. В свою очередь, горячие газы, двигаясь к дымоходам, встречают на своем пути все более холодные заготовки и отдают им тепло. Перемещение заготовок в этих печах осуществляется по направляющим рельсам из жаропрочной стали (или трубам, охлаждаемым изнутри проточной водой) при помощи обычного кантователя или специальных механизмов-толкателей.

Полуметодическая печь в отличие от методической имеет меньшую длину подогревающей методической части, благодаря чему в ней повышается скорость нагрева заготовок и облег-

чается их перемещение от окна загрузки к окну выдачи. Для облегчения перемещения заготовок вдоль печи под в зоне подогрева иногда выкладывают наклонным (рис. 20, а). В механизированных полуметодических печах проталкивание заготовок по поду осуществляется толкателями с помощью гидравлического, пневматического и электрического привода. На рис. 20, б показана переносная полуметодическая печь непрерывного действия, работающая на жидком или газообразном топливе и оборудованная пневматическим толкателем.

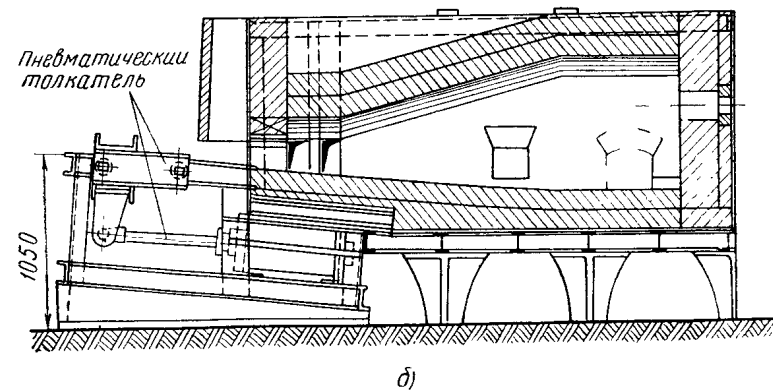
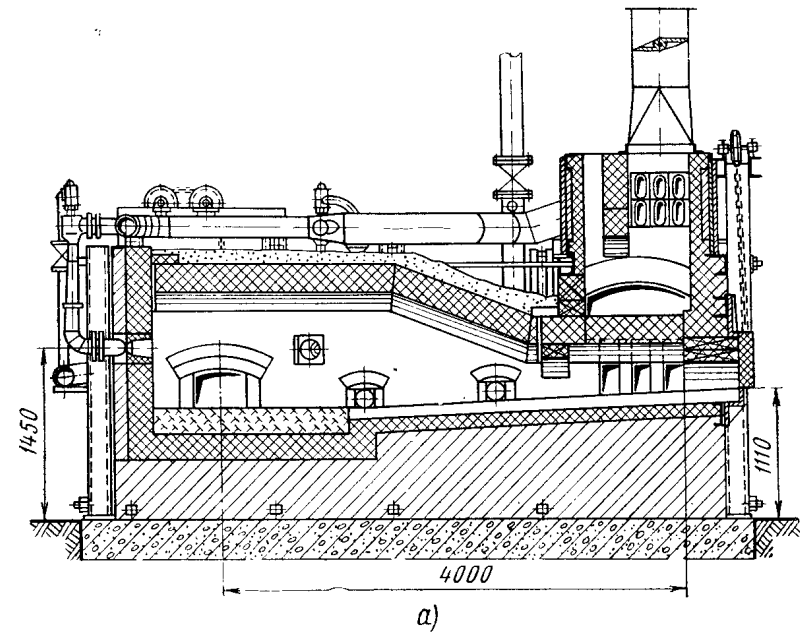


Рис. 20. Полуметодические печи:

а — перекатного типа с регулятором, б — с пневматическим толкателем

Карусельная печь с вращающимся подом (кольцевого и тарельчатого типа). Карусельные печи относятся к пламенным проходным печам непрерывного действия, в которых нагреваемые заготовки перемещаются навстречу потоку горячих газов, благодаря чему осуществляется постепенный (методический) нагрев металла. Применяются они для нагрева заготовок, размеры и форма которых являются неудобными к проталкиванию их по поду в полуметодической печи. Скорость вращения пода этих печей может быть отрегулирована в широких пределах и установлена так, чтобы время оборота его от окна загрузки до окна выгрузки соответствовало продолжительности нагрева заготовки конкретного сечения до заданной температуры началаковки. На рис. 21 показана карусельная печь с вращающимся подом кольцевого типа, работающая на жидком или газообразном топливе.

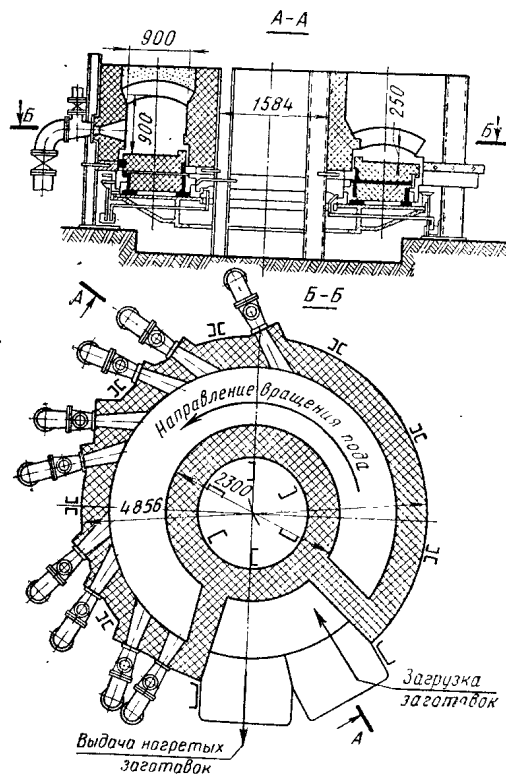


Рис. 21. Карусельная нагревательная печь с вращающимся подом

в которой происходит нагрев металла заготовки.

Очень часто в печах, работающих на жидком и газообразном топливе, сжигание горючего и отдача полученного тепла нагреваемому металлу осуществляется в одном и том же пространстве печи.

Подом печи называется нижнее основание рабочего пространства, на котором располагаются нагреваемые заготовки.

Сводом печи называется верхняя часть топочного пространства и рабочей камеры.

В стенках кладки встроены одно или несколько окон для посадки и выдачи из печи заготовок.

Все нагревательные кузнечные печи состоят из одних и тех же узловых элементов: топки, рабочей камеры, пода и свода печи, дымоходов и ряда других элементов, имеющих вспомогательное значение в работе нагревательного устройства.

Топочным пространством или топкой называется та часть печи, в которой сжигается топливо.

Рабочей камерой называется та часть печи,

по которым продукты сгорания направляются в устройства для отдачи тепла или для удаления через борозы в трубу или под вытяжной зонт над печью.

Камерные пламенные нагревательные печи подразделяются по площади пода, измеряемой в квадратных метрах, на три группы: малые с площадью пода до 1 м², средние — от 1 до 4 м² и большие — более 4 м² для нагрева крупных слитков.

Большие печи строятся на фундаментах; средние — на бетонных плитах; малые, а также некоторые средние печи выкладываются в металлических каркасах, а устанавливают их на опорных стойках непосредственно на полу цеха. Такие печи являются переносными, так как они ремонтируются и выкладываются вновь на специальных площадках цеха, откуда их подают взамен вышедших из строя печей к ковочным агрегатам с помощью мостовых кранов. Устройство типовой камерной пламенной переносной печи показано на рис. 22.

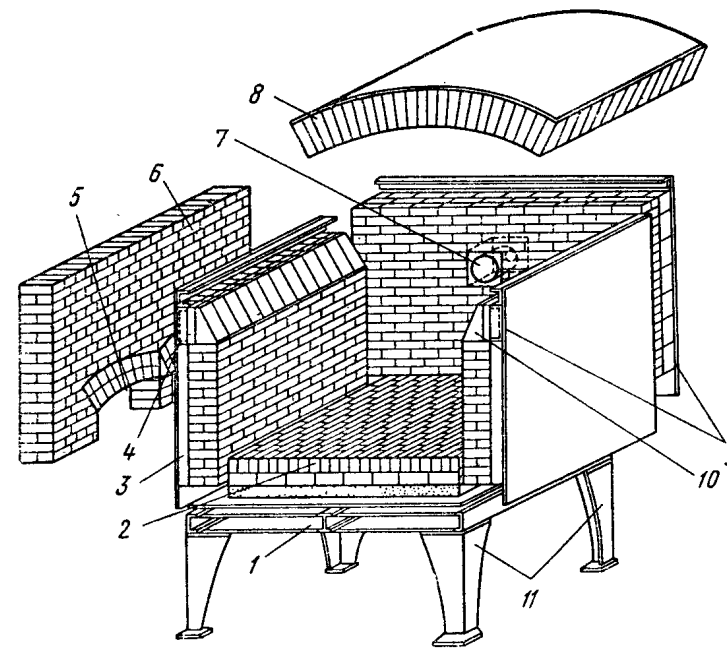


Рис. 22. Устройство пламенной переносной печи:

1 — рама, 2 — под печи, 3 — теплоизоляция, 4 — опорные балки, 5 — загрузочное окно, 6 — футеровка передней стенки, 7 — туннель или отверстие для форсунок, 8 — свод печи, 9 — облицовочные плиты, 10 — пятовый кирпич, 11 — опорные стойки

Основой ее является сварная рама 1, которая изготавливается из швеллеров, двутавров и других видов проката. К раме крепятся вертикальные и опорные стойки 11, опорные балки 4, облицовочные

плиты 9, образующие кожух печи, и другие части каркаса. Все металлические элементы печи жестко скрепляют между собой и закрывают кожухом. Кирпичную кладку печей начинают с настила теплоизоляционного слоя.

Под печи выкладывается из отдельных рядов кирпича, причем нижний ряд кладут плашмя, а верхний ряд на ребро. Обычно для кладки пода применяют тальковый кирпич, не поддающийся разрушающему действию окислы. Под является самой нагруженной частью печи и часто выходит из строя. Работа печников при удалении прогоревшей кладки во время ремонта значительно облегчается, если под выложен на песчаной подушке, как показано на рис. 22.

Стенки рабочего пространства печи выкладываются толщиной в полтора кирпича. Для футеровки (внутренней кладки) стенок применяется шамотный кирпич. В стенках рабочего и топочного пространства выкладываются гнезда или туннели для форсунок или горелок, проемы для рабочих окон, а также дымоходы и каналы для выхода газов.

Верхняя часть рабочего окна 5 перекрывается прочными сводами — арками, которые выложены двумя рядами кирпичей отдельными перекатами. Это упрочняет всю стенку, выложенную над рабочим окном. При повреждении наружной арки окна основная масса стенки 6 не разрушится, так как она будет поддержана второй аркой.

Верхние части долевых стенок печи, усиленные опорной балкой 4, служат основанием для пятового кирпича 10, которым выкладывается опора свода печи. Перекрывают печь прочным сводом 8, который выкладывают шамотным клиновым кирпичом. Толщину свода делают обычно в один кирпич. Радиус кривизны внутренней поверхности свода берут не меньше величины пролета между боковыми стенками печи.

Печные газы должны выводиться из печи с такой скоростью, при которой обеспечивается необходимое давление на поде печи. В зависимости от размеров печей удаление продуктов горения осуществляется непосредственно через рабочие окна под зонт или же через выложенные газовые каналы — дымоходы и боровы.

Пламенные печи работают в тяжелых условиях. Все основные узлы печи подвергаются воздействию высоких температур, механических нагрузок от передвижения нагреваемых заготовок, химического влияния печных газов и окислы на внутреннюю кладку.

§ 14. Устройства для сжигания жидкого топлива

Для сжигания жидкого топлива применяют форсунки низкого и высокого давления, при помощи которых осуществляется распыление мазута и смешивание его с воздухом.

Форсунки низкого давления различают как форсунки одинарного и двойного распыления топлива. Кроме того, форсунки низкого давления делят на простые одноступенчатые и более сложные двухступенчатые, в которых можно вести регулирование скорости

распыления горючего и смешивание его с кислородом дутьевого воздуха при сжигании.

Форсунки низкого давления работают при давлении сжатого воздуха от 300 до 700 мм вод. ст.

Форсунки высокого давления работают при давлении сжатого воздуха или пара от 0,5 до 8,0 ат и выше.

Распыление мазута осуществляется по принципу пульверизации, основанному на том, что при определенных скоростях воздушного потока над поверхностью любой жидкости в силу возникающего между жидкостью и движущимся воздухом трения происходит отрыв мельчайших капель жидкости от ее основной массы и увлечение этих капель в направлении общего потока.

Воздух к форсункам низкого давления подается вентиляторами, а к форсункам высокого давления — компрессорами.

Форсунки хорошо распыляют на мельчайшие капельки мазут, перемешивают его с воздухом в требуемом соотношении и обеспечивают регулировку пламени в печи. Форсунки должны быть надежны и просты в эксплуатации, а подвергаемые воздействию высоких температур детали форсунок легко заменяемыми.

Форсунки низкого давления. Простейшая одноступенчатая форсунка конструкции Союзтеплострой изображена на рис. 23. Недостатком этой форсунки является неизменное сечение воздушного сопла 2, не позволяющее регулировать скорость рас-

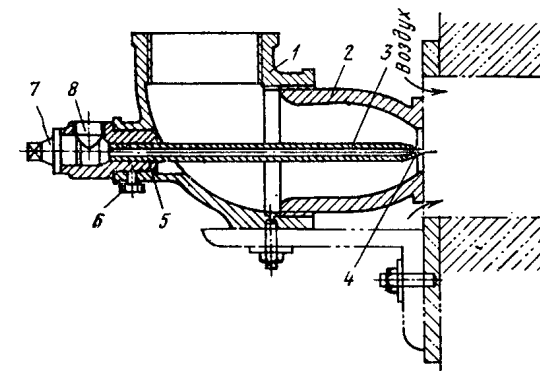


Рис. 23. Форсунка низкого давления конструкции Союзтеплострой:

1 — колено, 2 — воздушное сопло, 3 — топливная трубка, 4 — мазутное сопло, 5 — ниппель, 6 — стопорный винт, 7 — пробка, 8 — ввод мазута

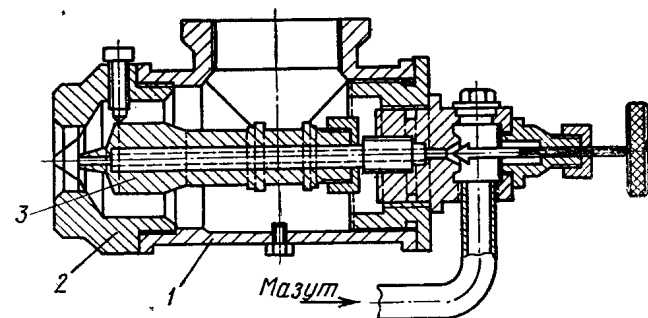


Рис. 24. Форсунка низкого давления конструкции Стальпроекта:

1 — корпус, 2 — насадка воздушного сопла, 3 — топливная трубка

пыления топлива при изменении расхода мазута. Этот недостаток устранен в форсунках «Стальпроект» (рис. 24), в которых можно поддерживать постоянную скорость распыления при изменении подачи мазута. Недостатком этой форсунки является частое нарушение соосности топливной трубки 3 и насадки 2 воздушного сопла, в результате чего ухудшается распыление и появляется подтекание мазута.

Турбулентная форсунка конструкции инженера А. И. Карабина (рис. 25) является более совершенной, так как она обеспечивает хорошее распыление и приготовление топливной смеси за счет турбулентного, т. е. очень интенсивного с завихрением, перемешивания горючего с кислородом дутьевого воздуха. В литой корпус 1 вмонтирован ниппель 2, через который мазут подается к воздушной насадке 6 для распыления. В ниппеле расположена регулировочная игла 3, а на конце его помещен распылитель мазута 5. Перемещение регулировочной иглы осуществляется маховиком 4. При работе форсунки мазут из ниппеля поступает в распылитель 5 и далее через отверстие, регулируемое иглой 3, выбрасывается в воздушную насадку 6, где подхватывается потоком распыляющего воздуха. Прорези 7, расположенные по касательной к насадке, завихряют воздушный поток, резко улучшая распыление мазута и приготовление горючей смеси. Факел горения у этих форсунок короткий и плотный, благодаря чему они успешно применяются на малых и средних нагревательных печах кузнечных цехов.

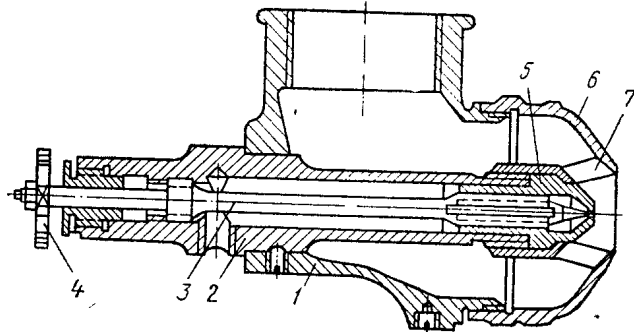


Рис. 25. Турбулентная форсунка конструкции А. И. Карабина:
1 — корпус, 2 — ниппель, 3 — регулировочная игла, 4 — маховик, 5 — распылитель, 6 — воздушная насадка, 7 — прорези

Несложность конструкции облегчает разжигание и обслуживание форсунок. Подачу воздуха у них регулируют заслонкой на воздухопроводе.

На рис. 26 показана схема работы двухступенчатой форсунки конструкции «Союзтеплострой» с отдельным подводом первичного и вторичного потоков воздуха, позволяющих регулировать скорость распыления мазута. Ряд машиностроительных заводов успешно при-

меняет форсунки двухступенчатого распыления, показанные на рис. 27. В ней первый поток воздуха является почти постоянным, не регулируемым, а второй — переменным и регулируемым. Форсунка состоит из внутреннего корпуса 1, в который поступает первич-

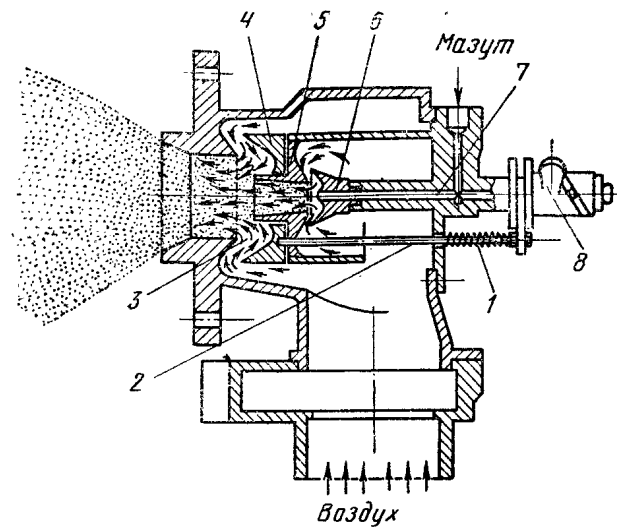


Рис. 26. Схема работы форсунки двойного распыления типа ФДБ Союзтеплострой:

1 — пружина, 2 — тяга, 3 — выходящая часть форсунки, 4 — распылитель второй ступени, 5 — насадка, 6 — распылитель первой ступени, 7 — мазутный канал, 8 — рукоятка для регулирования вторичного потока воздуха

ный воздух в объеме 10—15% от потребного и корпуса 4, в который подается вторичный воздух в объеме 85—90%. Во внутреннем корпусе 1 расположены трубка 2 и сопло 7, которое выходит в камеру

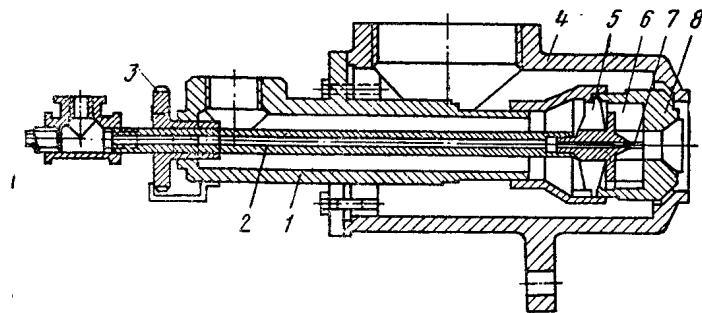


Рис. 27. Форсунка двойного распыления для печей с большим объемом рабочего пространства:

1 — внутренний корпус, 2 — трубка, 3 — маховичок, 4 — корпус, 5 — лопатки, 6 — камера завихрения, 7 — сопло, 8 — воздушное сопло

завихрения 6. В этой камере первый воздушный поток, завихренный лопатками 5, распыляет и смешивает мазут с воздухом. Далее топливная смесь подвергается распылению при выходе из воздушного сопла 8 вторичным воздухом, который подается через кольцевую щель. Регулировка подачи вторичного воздуха осуществляется маховичком 3, через втулку которого проходит мазутная трубка 2. При вращении маховичка 3 изменяется ширина кольцевой щели для выхода вторичного воздуха. Форсунки этого типа дают длинный факел и хорошо работают в крупных печах с большим рабочим пространством.

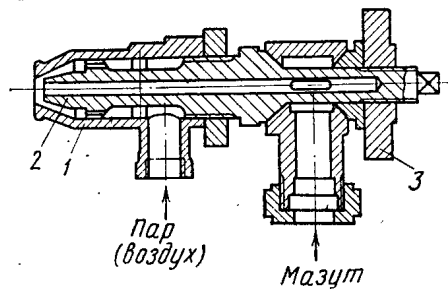


Рис. 28. Форсунка высокого давления конструкции В. Г. Шухова:
1 — воздушная насадка, 2 — мазутная трубка, 3 — маховичок

Форсунки высокого давления работают только на распыление мазута. На рис. 28 показана форсунка конструкции инженера В. Г. Шухова, широко применяемая на печах высокой производительности. Количество воздуха, проходящего через нее, составляет не более 10—12% от необходимого для полного сжигания топлива, остальное подсасывается через форсуночное гнездо и специальные каналы. Пламя регулируют изменением

подачи мазута вентилем на мазутопроводе, изменением количества дутья и размера щели между мазутной трубкой 2 и воздушной насадкой 1 при помощи маховичка 3.

§ 15. Устройства для сжигания газообразного топлива

Для сжигания газообразного топлива применяют горелки. Применение газообразного топлива в промышленных печах благодаря его преимуществам расширяется. Сжигание газа не требует специальных топочных камер в печи, легкость перемешивания газа с воздухом упрощает распыляющие устройства и обеспечивает полное сжигание топлива при небольшом избытке воздуха.

Газовые горелки подобно форсункам для жидкого топлива разделяются на горелки низкого и высокого давления.

Горелки низкого давления работают с подачей в них газа под напором 60—100 мм вод. ст. и воздуха 120—130 мм вод. ст.

Горелки высокого давления работают на давлении от 700 до 2500 мм вод. ст. и выше.

Газообразное топливо сжигается в печах тремя способами.

При первом способе сжигания газ и воздух под низким давлением подаются одновременно в горелку, где происходит их частичное перемешивание, однако полное перемешивание газа с воздухом завершается только при входе в печь, где смесь сгорает, образуя сравнительно короткий факел. Горелки, в которых осу-

ществляется частичное смешивание газа и воздуха, называются пламенными горелками низкого давления.

На рис. 29 представлена одна из лучших горелок низкого давления конструкции «Стальпроект», в которой газообразное топливо сжигается первым способом. Поступающий по патрубку 4 газ проходит через кольцевое отверстие 6, образованное круглой в этом сечении частью корпуса 5 и раструбом 1 с фланцем 2 и гляделкой 3.

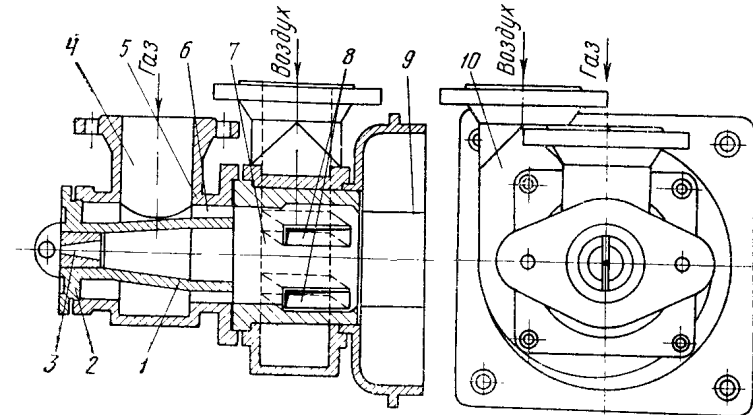


Рис. 29. Газовая горелка низкого давления конструкции Стальпроекта:

1 — раструб, 2 — фланец, 3 — гляделка, 4 — патрубок, 5 — корпус, 6 — кольцевое отверстие, 7 — смешительная камера, 8 — прорези, 9 — футерованное отверстие горелки, 10 — корпус

В смешительную камеру 7 газ входит тонкой кольцеобразной струей. Воздух, подаваемый под напором несколько большим, чем газ, по касательной корпуса 10 завихряющимися струями входит в смешительную камеру через прорези 8 и разбивает движущуюся струю газа. Перемешанная таким образом газозвушная смесь после прохождения через футерованное отверстие горелки 9 сгорает в рабочем пространстве печи, образуя короткий факел.

При втором способе сжигания газ и воздух подают в специальное устройство — смеситель, в котором они полностью перемешиваются и направляются под высоким давлением для

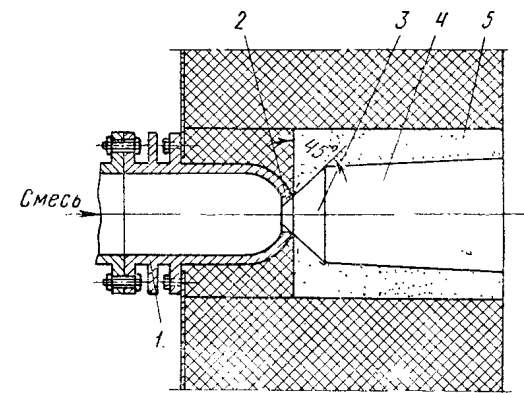


Рис. 30. Горелка и туннель для сжигания предварительно полученного смешением газозвушного топлива:

1 — горелка, 2 — носик горелки, 3 — входное отверстие, 4 — рабочее пространство, 5 — керамический блок

сжигания в горелку. Сгорание происходит быстро, не создавая пламени в рабочем пространстве печи.

При третьем способе сжигания газ подается в горелку под высоким давлением, при котором потребный воздух засасывается из атмосферы. Смешивание газа с воздухом происходит в смесителе инжекторного типа, встроенном в горелку.

Горелки для сжигания газа по второму и третьему способу называются беспламенными горелками высокого давления.

Газообразующая смесь, предварительно подогретая в смесителях, сжигается вторым способом в горелках, изображенных на рис. 30. Горелка 1 и керамический блок 5 смонтированы в стенке нагревательной печи. Топливо подается в горелку 1 и через носик 2 направляется к входному отверстию туннеля 3. Огнеупорная масса туннеля, нагретая до высокой температуры, ускоряет нагрев и воспламенение поступающей горючей смеси, обеспечивает быстрое сгорание её в рабочем пространстве 4 туннеля, не создавая пламени в печи.

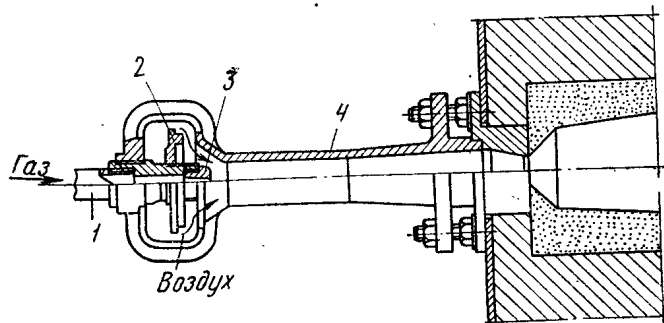


Рис. 31. Инжекционная горелка высокого давления с индивидуальным смесителем:
1 — трубопровод, 2 — шайба, 3 — сопло, 4 — смеситель

На рис. 31 показана инжекционная, т. е. засасывающая воздух для горения из атмосферы, горелка высокого давления для сжигания природного газа с индивидуальным смесителем конструкции «Теплопроект», работающая при давлении газа от 0,3 до 1,0 ат. По трубопроводу 1 газ поступает в сопло 3, из которого попадает в смеситель 4, расположенный строго на одной оси с соплом. При открытой шайбе 2 из атмосферы в смеситель засасывается воздух. Количество воздуха, засасываемого в инжекционную горелку высокого давления, автоматически регулируется давлением поступающего газа. Необходимая пропорциональность газа и засасываемого воздуха обеспечивается правильно подобранным соотношением размера отверстия газового сопла 3 и диаметра смесителя 4.

Воздух к форсункам и горелкам низкого давления подается вентилятором, мощность которого подбирается в соответствии с требуемым расходом и давлением воздуха. Длина воздухопровода, зависящая от места установки вентилятора, питающего форсунки или

горелки, должна быть не более 50 м. Более длинные воздухопроводы, даже при самом лучшем их исполнении, приводят к потере напора.

§ 16. Вспомогательные устройства к пламенным печам

К вспомогательным устройствам относятся регенераторы и рекуператоры, средства подачи топлива к печам, системы для охлаждения печей и тепловой защиты, средства осуществления контроля температуры в рабочих пространствах печей и средства учета расхода топлива.

Назначение регенераторов и рекуператоров — нагревать дутьевой воздух, используя тепло отходящих газов нагревательных печей. Подача подогретого дутьевого воздуха повышает температуру горения топлива в рабочей камере, увеличивает производительность печи и приводит к экономии топлива.

Регенератор представляет собой устройство периодического действия, в котором дутьевой воздух, проходя через специальную камеру, подогревается до значительных температур. Камера имеет насадку с искусственно развитой поверхностью в виде выложенного из огнеупорного кирпича многоканального блока или же металлическую насадку, состоящую из коробки, изготовленной из жаропрочной стали и заполненной металлическими шариками.

Периодичность действия регенератора заключается в том, что вначале через насадку регенератора пропускаются отходящие из печи газы. Имея высокую температуру, газы отдают тепло насадке, которая аккумулирует его. Из регенератора отходящие газы поступают в боров и далее в трубу. После определенного периода работы (15—30 мин) подачу отходящих из печи газов в регенератор прекращают и взамен их направляют через него воздушный поток, который, отбирая аккумулированное в насадке тепло, нагревается. Нагретый таким образом воздух поступает в печь для сжигания топлива. Для непрерывной подачи в печь горячего воздуха должны работать два регенератора. Через определенный период регенераторы автоматически переключают путем перекидки клапанов. Регенераторы применяют на крупных печах, отапливаемых газами с низкой теплотворной способностью.

Рекуператор представляет собой непрерывно действующее устройство, в котором дутьевой воздух обогревается потоками отходящих дымовых газов. Холодный дутьевой воздух проходит по трубе, наружная стенка которой омывается горячими, уходящими из печи газами. Воздух при этом благодаря теплопередаче через стенку трубы рекуператора нагревается.

Устройство для рекуператорного подогрева дутьевого воздуха проще и дешевле, чем для регенераторного, но рекуператоры менее стойки и дают более низкую по сравнению с регенераторами температуру нагрева воздуха.

Трубы для рекуператоров могут быть керамическими или металлическими. Керамические трубы изготовляют из фасонного огнеупора, рекуператоры, сложенные из них, отличаются жаростойкостью. Из металлических труб для рекуператоров наибольшее распростра-

нение получили литые, поверхность стенок которых искусственно увеличена большим количеством выступов — иголок (рис. 32, а). Игольчатые трубы овального сечения унифицированы, из них монтируются рекуператорные камеры, изображенные на рис. 32, б.

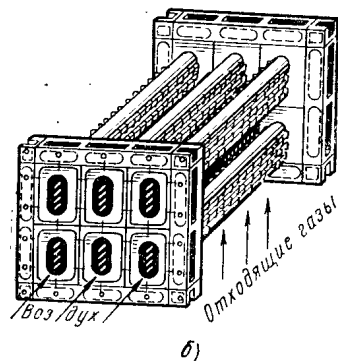
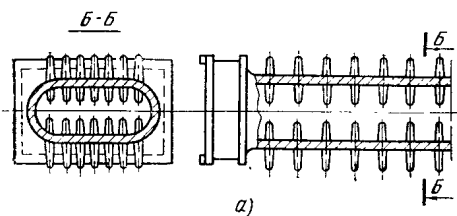


Рис. 32. Рекуператор игольчатого типа:
а — трубы с двусторонними иглами, б — рекуператорная камера (секция) из типовых труб

Рекуператоры устанавливаются над печью или в борове (подземном дымоходе), как это показано на рис. 33.

Подачу жидкого топлива к печам осуществляют под давлением сжатого воздуха или насосами. При обслужи-

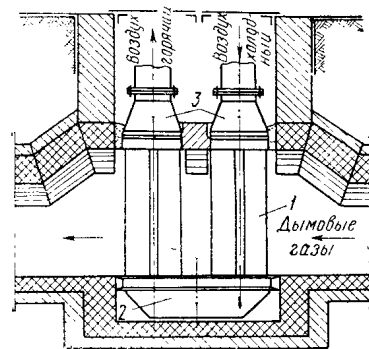


Рис. 33. Схема установки рекуператора в борове:
1 — рекуператорная секция из типовых труб, 2 — воздушный коллектор, 3 — патрубки воздухопровода

вании небольшого количества печей, расположенных недалеко от хранилища, мазут подается под давлением сжатого воздуха, как показано на рис. 34. В герметически закрытую емкость с мазутом подведен по трубе 1 сжатый воздух под давлением 0,5 ат, который давит на поверхность мазута и выталкивает его по каналу 2 к печам.

Насосами топливо подают в кольцевую систему питания, рассчитанную на большое количество печей. Лучшими насосами являются центробежные, так как они в отличие от поршневых насосов создают плавную подачу жидкого топлива в трубопровод системы, обеспечивая равномерную и плавную работу форсунок.

Учет расхода топлива осуществляют установленными на системе подачи мазута или газа *нефтемерами* (при работе на жидком топливе) и *газомерами* (при работе на газе).

§ 17. Электрические нагревательные кузнечные печи и устройства

Электрический ток используется для нагрева заготовок в электрических печах сопротивления, а также в индукционных и контактных устройствах.

В печах сопротивления нагрев металла происходит медленно, так как в них передача тепла осуществляется излучением от раскаленных электрическим током нагревателей и стенок рабочей камеры печи. Поэтому печи сопротивления применяют для нагрева заготовок из цветных сплавов и очень редко для нагрева стальных заготовок небольшого сечения в массовом производстве с применением защитного газового слоя на поде печи (во избежание образования окалины на поверхности поковки).

Электрические печи сопротивления аналогично пламенным делятся на печи проходного и непроходного типа. Для нагрева заготовок до температуры 1100—1200°С пользуются печами с металлическими нагревателями, а свыше 1200 до 1300°С пользуются печами с нагревателями из карбида кремния (селитовыми элементами сопротивления). Нагрев заготовок из цветных сплавов осуществляют в печах с металлическими нагревателями, работающими при температуре до 900—950°С. Эти печи применяют также для термической обработки поковок. Отечественная промышленность выпуска-

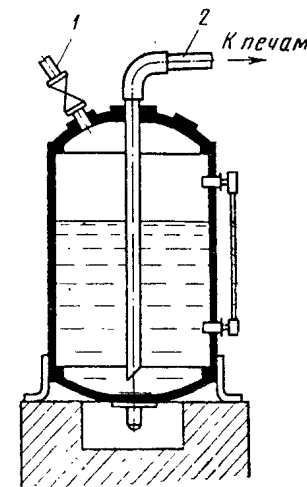


Рис. 34. Схема подачи мазута под давлением сжатого воздуха:
1 — труба сжатого воздуха, 2 — мазутный канал

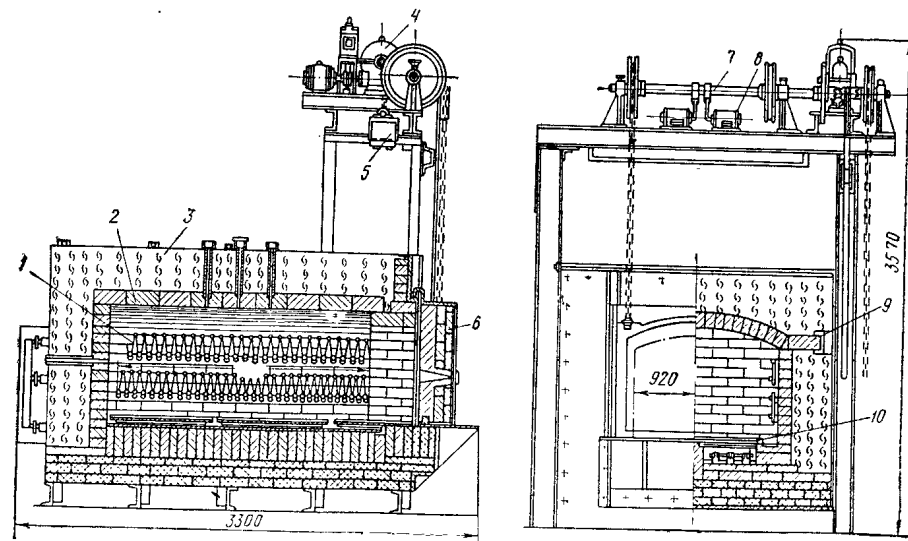


Рис. 35. Электрическая печь сопротивления Н-75:
1 — нагревательные элементы, 2 — огнеупорная кладка, 3 — теплоизоляция, 4 — механизм подъема дверцы, 5 — противовес, 6 — дверца, 7 — вал подъемника, 8 — концевой выключатель, 9 — пятавые кирпичи, 10 — подовая плита

кает электрические печи сопротивления различной производительности. На рис. 35 показана электрическая камерная печь сопротивления Н-75, относящаяся к печам периодического действия непрямого типа.

Индукционный нагрев заготовок осуществляется вихревыми токами, которые возбуждаются в металле нагреваемой заготовки электромагнитной индукцией при прохождении через витки индуктора переменного электрического тока. Индукционный нагрев заготовок применяют в серийном и массовом производстве поковок в основном объемной штамповкой. Основным преимуществом индукционного нагрева является малый угар (0,4—0,6%), большая скорость нагрева заготовок, возможность автоматизации нагрева и хорошие условия труда.

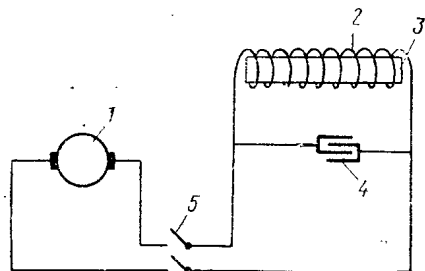


Рис. 36. Схема индукционного нагрева:

1 — генератор, 2 — индуктор, 3 — нагреваемая заготовка, 4 — батарея конденсатора, 5 — контактор

Индукционные нагревательные устройства служат для нагрева заготовок под ковку и штамповку с применением токов высокой и промышленной (50 Гц) частоты. Эти устройства (принципиальная электрическая схема которых показана на рис. 36) состоят из индукторов, в которых нагреваются заготовки, и ряда узлов и элементов, которые, будучи смонтированы в общем корпусе специальной конструкции, называются кузнечными индукционными нагревателями

(КИН). Отечественная промышленность серийно выпускает нагреватели различных типов, обеспечивающих нагрев заготовок диаметром от 16 до 120 мм и более и длиной от 50 до 900 мм.

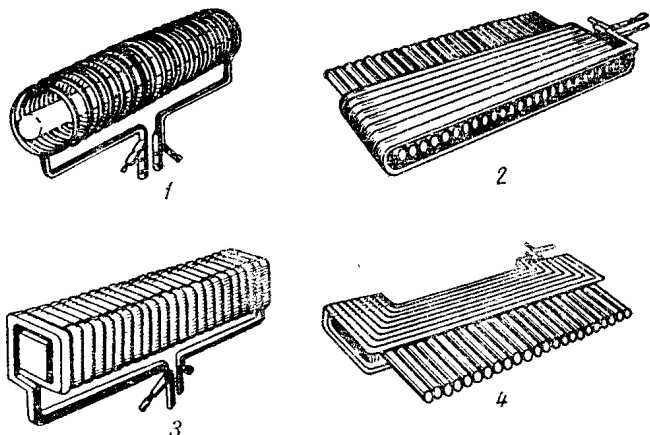


Рис. 37. Типы индукторов:

1 — цилиндрический, 2 — овалный, 3 — квадратный, 4 — щелевой

Индукторы в зависимости от формы и размеров нагреваемой заготовки бывают: цилиндрические, овалы, квадратные и щелевые. Формы индукторов и расположение в них нагреваемых заготовок показаны на рис. 37.

Электроконтактный нагрев. В контактных электрических нагревателях металл получает тепло, возникающее в результате сопротивления прохождению через заготовку электрического тока. Универсальность контактного нагрева низка из-за ограниченного размера сечения заготовок (не более 50—70 мм в диаметре) и отношения диаметра к длине заготовки не более 1:10. При более высоких значениях указанных размеров электроконтактный нагрев является неэкономичным, так как с увеличением диаметра заготовок чрезвычайно возрастают размеры силовых трансформаторов и снижается к. п. д. устройства.

Контактный электронагрев выгодно и удобно применять при серийном и массовом производстве для нагрева средней части длинных заготовок.

Принципиальная электрическая схема нагрева по методу сопротивления приведена на рис. 38.

Контактное электронагревательное устройство состоит из медных контактов-прижимов 2, механизма сжатия контактов 1, понижающего трансформатора 4. Концы заготовки 3 сжимаются контактами и через нее пропускается переменный ток промышленной частоты напряжением от 5 до 12 В.

Сила тока, необходимая для нагрева металла, увеличивается пропорционально квадрату диаметра заготовки. По мере увеличения сечения заготовки требуется большая сила тока, большее сечение токопроводящих шин и проводов и увеличение усилия зажима контактов.

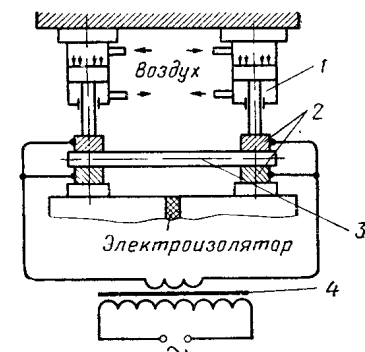


Рис. 38. Схема электронагрева по методу сопротивления:

1 — механизм сжатия контактов, 2 — контакты, 3 — нагреваемая заготовка, 4 — силовой трансформатор

§ 18. Многократный нагрев и его влияние на расход топлива

В практикековки при формообразовании крупных и сложных поковок часто невозможно закончить ковку с одного нагрева. Заготовку, температура которой в процессековки снизилась до нижнего предела рекомендуемого интервала, необходимо нагревать повторно один или несколько раз в зависимости от размеров и сложности поковки. Время каждого повторного нагрева принимается равным 50—60% от времени нагрева холодной заготовки. В соответствии с количеством нагревов удельный расход топлива на каждый «подогрев» принимается в объеме 50% расхода на первый на-

грев холодного слитка или заготовки. Удельный расход топлива выражается отношением количества затраченного топлива к массе нагретого металла.

§ 19. Способы безокислительного нагрева

При ковке и штамповке поковок для деталей высокой точности, на поверхности которых не допускается окалина, а также в целях экономии металла применяют различные способы безокислительного нагрева. В кузнечных нагревательных печах с защитным газовым слоем на поде нагрев заготовок осуществляют при омывании их газами нейтрального или восстановительного характера. Эти газы получают из древесного угля, обогащенного парами керосина, или из жидких видов топлива путем крекингования. Для такого нагрева иногда применяют нефтяные муфельные печи (рис. 39, а)

и электрические печи сопротивления с керамическими нагревателями (рис. 39, б). В муфельных на жидком топливе и в электрических печах сопротивления удобно применять защитную атмосферу, вводимую на под рабочей камеры печи, так как в них в отличие от печей открытого пламени отсутствуют печная атмосфера, состоящая из продуктов сго-

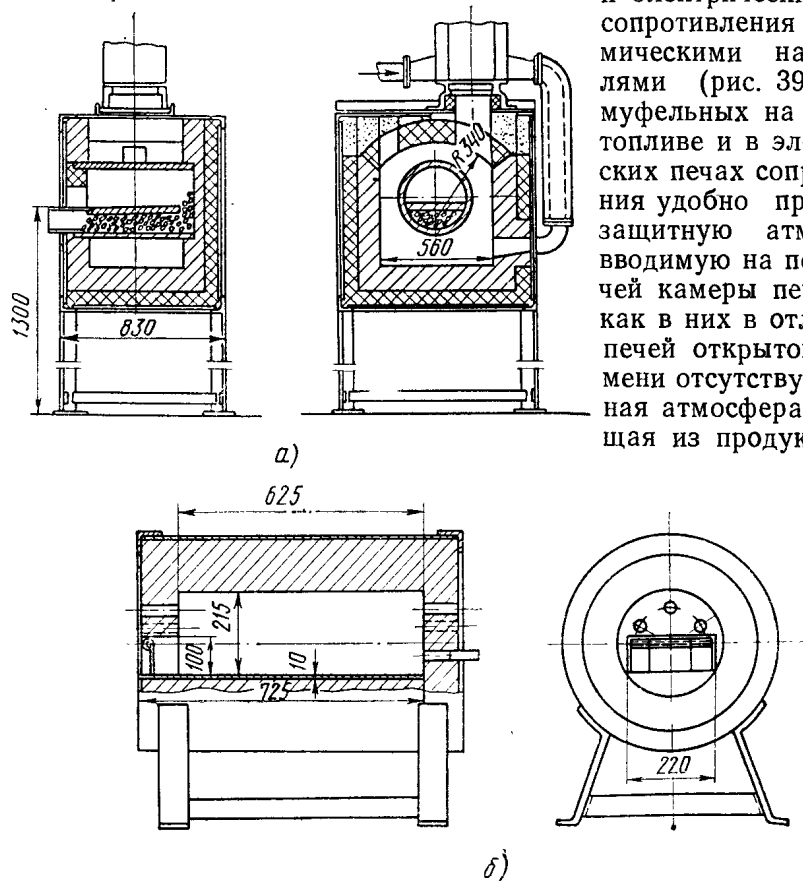


Рис. 39. Устройства нагревательных печей с защитной атмосферой:

а — муфельной пламенной, б — электрической сопротивления с керамическими нагревателями

рация топлива, и вынужденное движение газов в рабочем пространстве. В электрических печах сопротивления защитный газ практически не расходуется. Его подают в рабочее пространство лишь для компенсации расхода от утечек через неплотности затворов и при открывании садового окна во время загрузки холодных и выдачи нагретых заготовок из печи.

Печи этих типов используют для нагрева заготовок под ковку и штамповку при изготовлении хирургического инструмента, предметов бытового потребления и ряда специальных изделий небольших размеров. При этом получают поковки с гладкой и чистой поверхностью, с размерами и формой, весьма близкими к размерам и форме готовых деталей. Дальнейшая обработка изготовленных таким способом поковок сводится к полированию поверхностей.

Нагревательные кузнечные печи открытого пламени для безокислительного нагрева заготовок работают по принципу неполного сгорания топлива.

В нагревательной печи этого типа топливо сжигают в два этапа: предварительный этап неполного сгорания в рабочей камере печи с образованием восстановительного газа CO и окончательный этап дожигания горючего остатка CO в специальной камере металлического регенератора или рекуператора, в котором тепло догорающих печных газов обогревает дутьевой воздух до температуры $800-1000^{\circ}C$. Тепло, вносимое горячим воздухом в рабочую камеру печи, вместе с теплом, выделившимся при неполном сгорании топлива, обеспечивает получение температуры $1300-1400^{\circ}C$ в безокислительной защитной атмосфере печного пространства. Состав этой атмосферы с содержанием окиси углерода в пределах $13-14\%$ предопределяется тем, что разогретый воздух подается в печь в количествах, недостаточных для полного сжигания поступающего топлива. Образовавшиеся в результате неполного сгорания печные газы на пути своего движения окончательно сгорают и раскаляют насадку регенератора или рекуператора до высоких температур, обеспечивающих требуемый разогрев дутьевого воздуха.

На рис. 40 показана принципиальная схема кузнечной камерной печи, работающей с регенерацией на безокислительном режиме. Газовые горелки 1 и газопроводящие каналы 2 размещаются по двум боковым стенкам печи и работают попеременно — каждая сторона со своим регенератором — 4. При установившемся режиме работы печи газовые

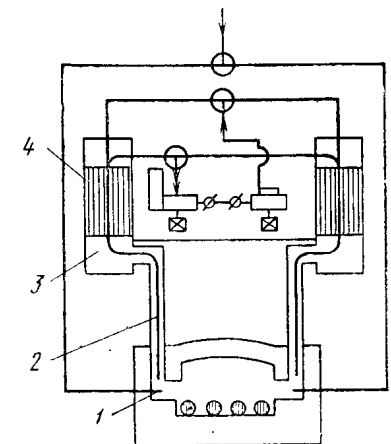


Рис. 40. Принципиальная схема регенеративной нагревательной камеры печи, работающей на безокислительном режиме:

1 — горелки, 2 — газопроводящие каналы, 3 — камера дожигания, 4 — регенератор

каналы и горелки одной стороны работают на подачу и сжигание рабочей смеси в рабочей камере, в то время как продукты неполного сгорания уходят из этой камеры через газовые каналы, расположенные в противоположной стенке печи, и направляются вместе со вторичным воздухом в камеру дожигания 3 для окончательного сгорания, в результате которого обогревается насадка регенератора. Потоки разогретого в регенераторе 4 основного воздуха направляются специальными клапанами дроссельного типа поочередно к горелкам, расположенным с правой и с левой сторон печи. По мере охлаждения одного регенератора другой нагревается, а переключение горелок осуществляется автоматически через 1—2 мин у больших печей и через каждые 0,5—1,0 мин у малых и средних.

§ 20. Охлаждение поковок

Важным фактором, влияющим на качество поковок, является режим охлаждения их послековки. При быстром и неравномерном охлаждении происходят изменения в строении металла, возникают дополнительные напряжения, которые могут привести к образованию трещин и разрушению металла.

Поэтому по окончанииковки рекомендуется замедлять скорость охлаждения поковок, так как при медленном охлаждении происходит выравнивание температуры по всей массе металла поковки и устраняются термические (тепловые) напряжения.

В кузнечно-прессовых цехах применяют следующие способы охлаждения поковок из различных марок сталей и средства уменьшения скорости их охлаждения:

на воздухе без укладки в штабели — поковки из углеродистых сталей с содержанием углерода до 0,5%;

на воздухе в штабелях — поковки из сталей, содержащих около 2% марганца;

в ямах — крупные поковки из среднеуглеродистых и хромоникелевых сталей;

в ямах с засыпкой сухим песком или шлаком — поковки из стали У12, крупные поковки из хромомарганцевой и хромоникелевой стали;

в отапливаемых колодках или печах с начальной температурой до 600—700°С — большинство поковок из высоколегированных сталей, крупные поковки из низколегированных и среднеуглеродистых сталей.

§ 21. Производительность нагревательных печей

Основными показателями при оценке работы печей являются: производительность печи, удельный расход топлива и коэффициент полезного действия печи.

Производительностью печи называется количество металла в килограммах, которое может быть нагрето в ней до заданной температуры за единицу времени (кг/ч). Производительность зависит от количества одновременно нагреваемых заготовок, способа их рас-

положения на поду, размера заготовки, марки стали, температуры нагрева и вида топлива. Так как размеры печей различны и одновременно нагревать в них можно разное количество заготовок, то сравнивать их работу следует по удельной производительности, которая определяется делением часовой производительности в килограммах на площадь пода печи. Этот показатель называют напряжением пода печи и выражают в кг/м²·ч.

Удельный расход топлива определяет количество условного топлива, расходуемого печью в единицу времени. Этот показатель выражается в процентах или килограммах на килограмм (кг/кг) металла и составляет 15—20% и более от массы нагреваемого металла.

При нагреве горячих слитков или при повторном нагреве заготовок расход топлива уменьшается примерно вдвое по сравнению с нагревом холодных слитков и заготовок. При этом горячими считают слитки и заготовки, имеющие температуру 650—800°С.

Коэффициент полезного действия печи. При нагревании заготовок в печи значительная часть тепла, полученная от сжигания топлива, теряется по следующим причинам: от неполного сгорания, через кладку печи, с уходящими дымовыми газами, загрузочные окна и т. д. Величина этих потерь различна и зависит не только от конструкции печи, но и от того, как обслуживается печь на рабочем режиме. Выраженное в процентах отношение количества тепла, затраченного для нагрева металла, к общему количеству тепла, выделенного при сжигании топлива, определяется показателем, который называется *коэффициентом полезного действия* (к. п. д.) печи. Чем больше количество тепла, полученного от сгоревшего топлива, используется на нагревание металла, тем выше к. п. д. печи.

Определение и подсчет отдельных статей приходящего и расходуемого тепла называют составлением теплового баланса печи. Статьи теплового баланса определяют путем специальных расчетов и испытаний. Ниже приведен тепловой баланс нагревательной печи с рекуператором, работающей на мазуте:

| Приход тепла в процентах | | Расход тепла в процентах | |
|----------------------------|-------------|--|-------------|
| От горения топлива | 88,8 | На нагрев заготовок | 28,8 |
| | | Потери через окна и щели печи | 10,7 |
| С воздухом от рекуператора | 9,5 | Потери от неполного сгорания и неучтенные потери | 13,0 |
| От горения металла (угар) | 1,7 | Потери с уходящими дымовыми газами | 47,5 |
| | Итого 100,0 | | Итого 100,0 |

К. п. д. основных типов печей при нормальных условиях их эксплуатации в зависимости от размеров, особенностей конструкции и степени использования тепла отходящих печных газов составляет: для камерных печей без рекуператора 10—15%, с рекуператором 19—30%; методических и полуметодических соответственно 15—30% и 35—40%.

§ 22. Краткие сведения об огнеупорных и теплоизоляционных материалах

На сооружение печей используют следующие основные материалы: огнеупоры, изоляционные и строительные (красный кирпич, бутовый камень, бетон) и др. Правильный выбор этих материалов при постройке обеспечивает максимальную длительность службы печи, уменьшает капитальные затраты на сооружение и снижает эксплуатационные расходы.

Огнеупорными называют материалы или изделия из них, которые деформируются при температуре не ниже 1580°C . Эти материалы и изделия должны иметь достаточную строительную прочность при нормальных и высоких температурах.

Под строительной прочностью понимается свойство незначительного объемного изменения материала при нагреве и охлаждении, благодаря которому не раскрываются швы футеровки. Огнеупорные материалы должны быть термически стойкими, т. е. обладать способностью противостоять резким изменениям температуры, и быть химически стойкими по отношению к газам, заполняющим печь. Подовый огнеупорный материал должен противостоять разъеданию окалиной и шлаками. По форме огнеупоры разделяют на нормальный кирпич (прямой и клиновидный) и фасонные изделия (блоки и плиты).

Шамотный кирпич. Шамотом называется огнеупорная глина, обожженная при температуре $1300\text{--}1400^{\circ}\text{C}$ и затем размолотая в мелкозернистую массу. Из смеси шамота с сырой огнеупорной глиной прессуют кирпичи, которые сушат и обжигают при температуре 1350°C . Недостатком шамотного кирпича является низкая химическая стойкость при воздействии на него окислы, поэтому на выкладку пода он не рекомендуется.

Тальковый кирпич и плиты необходимой формы и размеров получают выпиливанием их из тальковых камней с последующим обжигом. Помимо такого способа, тальковый кирпич изготавливают прессованием из массы мелкодробленого природного талькового камня. Тальк обладает высокой термической стойкостью. Огнеупорность талькового кирпича около 1600°C . Применяют тальк для устройства пода нагревательных печей. Под, выложенный тальковым кирпичом, всегда «сухой», неразмягченный железистыми шлаками и окалиной.

Хромистый железняк и хромомagneзитовый кирпич. Хромистый железняк (руда) состоит в основном из соединений хрома, железа и кислорода. Применяется в естественном состоянии в виде обтесанных кусков, либо в виде кирпичей. Температура плавления $1600\text{--}1650^{\circ}\text{C}$. Хромистый железняк хорошо переносит резкие температурные изменения, сопротивляется истиранию и не поддается действию шлаков. При горячих ремонтах пода «на ходу печи» хромистый железняк является лучшим материалом. Из хромистого железняка в комбинации с магнезитом (углекислым

магнезиом) изготавливают хромомagneзитовые огнеупоры — кирпичи и плиты, блоки разных конфигураций, идущие на кладку сводов высокотемпературных камер нагревательных печей.

Теплоизоляционные материалы и изделия применяют при постройке и ремонте нагревательных печей для наружной изоляции их с целью уменьшения тепловых потерь. Они должны обладать малым коэффициентом теплопроводности, достаточной механической прочностью, должны быть легкими и не разрушаться под влиянием температуры изолируемой поверхности печи. Теплоизоляционные материалы применяют в виде кирпичей, плит, фасонных изделий и в виде засыпки.

К засыпным теплоизоляционным материалам относятся шлаковая вата, котельный шлак (зола), трепел и диатомит (высушенная и измельченная порода), асбестовая мелочь, смесь из диатомита и асбестовой мелочи — асбозурит и некоторые другие.

Для кладки наружных стен и сводов печи применяют диатомитовый кирпич, изготовленный из измельченной породы диатомита или трепела с добавлением к ним глины. Диатомитовый теплоизоляционный кирпич не должен нагреваться выше 900°C .

В практике строительства и эксплуатации нагревательных печей для внутренней и наружной кладки пользуются легковесными огнеупорами. Легковесные огнеупоры, как строительный материал с малым удельным весом, незначительным коэффициентом теплопроводности и высокой огнеупорностью, используют для кладки не нагружаемых зон внутренних стен и сводов, а также наружных стен нагревательных печей. Изготавливают легковесные кирпичи из тех же материалов, что и обычные огнеупорные изделия, с применением выгорающих и пенообразующих добавок к основной массе.

Сущность способа выгорающих добавок заключается в том, что в огнеупорную массу вводят древесные опилки, торф, уголь или пробку, которые при обжиге кирпичей выгорают, создавая в них поры.

Способ применения пенообразующих добавок сводится к тому, что в огнеупорную массу вводят эмульсии канифоли и мыла или мыльного корня, образующие пену, которая при сушке и обжиге кирпичей создает в них газовые поры.

Пенолегковесные огнеупоры отличаются от легковесных меньшим удельным весом и меньшим коэффициентом теплопроводности.

Огнеупорные растворы служат для скрепления огнеупорных кирпичей между собой и для заполнения зазоров между ними при кладке футеровки нагревательной печи. Жидкий огнеупорный раствор состоит из смеси кварцевого песка, огнеупорной глины и шамота в разных пропорциях, разведенной на воде. Во время кладки огнеупорного слоя приготовленный предварительно кирпич погружают в раствор, после чего плотно укладывают его, прижимая к ранее положенному ряду. Выдавленный при укладке кирпича избыток раствора не снимается, а размазывается по шву и поверхности кладки. Во время подборки (прогонной тески кирпича)

сторону, обращенную внутрь рабочего пространства печи, тесать запрещается. Бутовая кладка и бетоны фундаментов нагревательных печей не должны нагреваться при работе выше 400°С.

§ 23. Обслуживание камерных печей

Для правильного обслуживания кузнечной нагревательной печи необходимо хорошо знать принцип ее работы и способы регулирования происходящих в ней процессов. Перед пуском в работу вновь построенной или капитально отремонтированной печи ее тщательно осматривают и подготавливают к разогреву. Подготовка печи к пуску заключается в сушке ее воздухом и дымовыми газами. Сушка необходима для того, чтобы вода, входящая в состав огнеупорных растворов, могла постепенно испариться, не создавая угрозы появления трещин. При сушке печи воздухом открывают все шиберы и заслонки. Воздушная сушка длится до пяти суток в зависимости от времени года, размеров печи и объема произведенного ремонта.

После воздушной сушки дальнейшую сушку печи производят дымовыми газами путем протапливания дровами при открытых шиберях и заслонках.

Доведя температуру в рабочей камере печи до 600°С, переходят на отопление основным видом горючего — мазутом или газом. Подачу топлива увеличивают постепенно, чтобы избежать выпучивания свода печи.

Печь, разогретую до температуры, обусловленной требованиями технологии, загружают заготовками, после чего вновь регулируют форсунки (горелки) и создают в рабочей камере необходимое положительное давление.

Для розжига холодной камерной печи, работающей на жидком топливе, необходимо: произвести продувку воздухом рабочей камеры в целях предотвращения взрыва из-за возможного накопления в ней топлива за время остановки печи; проверить, нет ли отстоя воды в трубопроводах и продуть форсунку. После этого уложить перед форсункой дрова и разжечь их, пользуясь горящим факелом из пакли на длинном прутке. Когда дрова разгорятся, открывают в форсунке сначала воздушный кран, подающий дутьевой воздух, а затем уже мазутный кран, подающий топливо. Подачу воздуха и мазута постепенно наращивают до получения нормального пламени и заданной температуры. Загружают заготовки обязательно сухие, а в зимнее и осеннее время — очищенные от снега, льда и влаги. Регулировку режима камерной печи производят в соответствии с температурой, заданной технологией. При повышении температуры в печи уменьшают подачу мазута, а затем воздуха; при понижении температуры, наоборот, увеличивают сначала подачу воздуха, а затем мазута. Если печь начинает дымить, уменьшают подачу мазута или увеличивают подачу воздуха.

При устоявшемся режиме в рабочем пространстве печи необходимо:

следить, чтобы форсунки работали равномерно;
не допускать подтекания топлива в форсунках. Подтекание происходит при перекосе мазутного сопла, а также когда сопло выступает из форсунки или, наоборот, глубоко уходит в корпус форсунки;

регулировать нужное давление воздуха перед форсунками, чтобы обеспечить требуемое соответствие его количества количеству топлива для получения нейтрального пламени в печи;

следить, чтобы подогрев воздуха был достаточным, не допуская в то же время перегрева рекуператора;

в случае необходимости снизить температуру в печи, убавить подачу мазута, а затем воздуха. Охлаждать печь излишней подачей воздуха нельзя;

поддерживать на поду печи шибером небольшое положительное давление, практически определяемое по язычкам пламени у заслонки или по пламени при открытом рабочем окне.

Для остановки печи на длительный срок, работающей на жидком топливе, постепенно прекращают подачу воздуха и мазута. Питающую магистраль топлива перекрывают первой, а оставшийся в ней мазут сжигают. Только после этого выключают форсунки и перекрывают воздух.

Для розжига камерной печи, работающей на газе, необходимо осмотреть газопровод, горелку, всю запорную аппаратуру и проверить по манометру давление газа в газопроводе. Печь можно

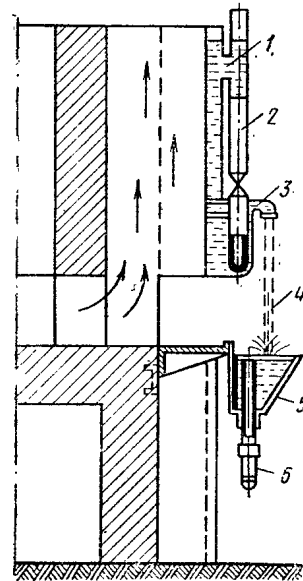


Рис. 41. Схема водяной завесы (защиты) от лучистой энергии (теплоты) у открытого окна нагревательной печи:

1 — экран-резервуар, 2 — трубка для подачи воды, 3 — сливной желоб, 4 — водяная завеса, 5 — корыто, 6 — сток воды

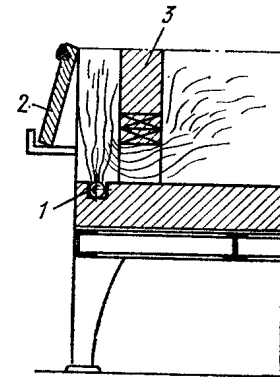


Рис. 42. Схема воздушной завесы (отражателя) у открытого окна печи:

1 — трубка воздушной завесы, 2 — защитный экран, 3 — передняя стенка печи

разжигать только при открытой заслонке и после тщательной продувки рабочей камеры сжатым воздухом.

Последовательность операции при розжиге газовой печи заключается в следующем. Сначала нужно проверить вытяжную систему, зажечь факел на длинном металлическом прутке и подвести его к кратеру инжекционной горелки. Затем открывают газовый кран. При загорании газа необходимо постепенно открывать воздушную шайбу, после чего добавлять газ до полного открытия газового крана горелки.

Устойчиво горящая горелка дает пламя голубоватого цвета. При внезапном прекращении подачи газа необходимо тут же перекрыть вентиль горелки и газопровода, открыть кран продувной свечи и сообщить об этом мастеру или начальнику смены. Вторичный розжиг печи надо производить в той же последовательности, как сказано выше.

При остановке газовой печи необходимо закрыть последовательно сначала газовую подачу, а потом перекрыть подачу воздуха в горелку.

Отдельные участки у нагревательных камерных печей, при работе на которых рабочие подвергаются воздействию высоких температур, снабжаются вентиляционными средствами, водяными завесами, экранами, охлаждающимися проточной водой и другими средствами. У открытых окон нагревательных печей для защиты работающих от лучистой энергии применяют чаще всего водяные или воздушные завесы.

На рис. 41 показана сплошная водяная завеса, которая снижает интенсивность излучения на работающего до 80%.

Схема воздушной завесы или отражателя пламени, препятствующая выбрасыванию дымовых газов из открытого окна камерной печи, показана на рис. 42.

§ 24. Техника безопасности и противопожарные мероприятия при работе у нагревательных печей

К обслуживанию печей допускаются лица, подробно проинструктированные о правилах выполнения работ на них. У каждой печи на видном месте должна быть инструкция по уходу за ней. Помимо общих правил техники безопасности при работе у печи, необходимо знать и выполнять следующие особые правила:

рукавицы должны быть исправными, так как установлено, что причиной большинства ожогов является работа в рваных рукавицах;

посадку заготовок в печь не производить «броском», так как это опасно и разрушает под печи;

не кантовать заготовки в печи мокрым ломом — при соприкосновении мокрого металла со шлаком на поде происходит небольшой взрыв, сопровождаемый выбросом пламени из печи;

не бросать нагретую заготовку из печи на пол, так как при ударе горячая окалина летит в разные стороны и может причинить тяжелые ожоги.

Правила техники безопасности при работе на мазутных печах:

магистраль мазутопровода на стыках должна быть прочно и плотно соединена, подтекание мазута не допускается;

местонахождение основных вентилях, полностью перекрывающих поступление мазута к печи, должно быть хорошо известно работающему у печи;

отогревать застывшие мазутопроводы открытым огнем следует с особой осторожностью, не допуская этого способа отогревания вблизи легко воспламеняющихся материалов;

при загорании разлитого мазута все вентиля на трубопроводе немедленно перекрыть и приступить к тушению пламени с одновременным оповещением администрации о случившемся;

загоревшийся мазут тушат не водой, а песком или с помощью огнетушителей, которые всегда должны находиться в определенном постоянном месте, вблизи печи.

Правила техники безопасности при работе на газовых печах. Работа на этих печах требует особого внимания, так как топливо, кроме отравляющих свойств, обладает способностью легко образовывать при соединении с воздухом взрывчатую смесь. Поэтому правила безопасной работы сводятся к следующему:

магистраль газопровода периодически проверяют на герметичность установленными средствами контроля, например, мыльным раствором;

для остановки работы газовой печи вначале прекращают подачу газа, затем перекрывают подачу воздуха;

в случае прекращения подачи воздуха немедленно прекращают подачу газа;

для предупреждения взрыва в печи при розжиге, перед тем как вводить в холодную печь открытое пламя или раскаленный металл, необходимо ее хорошо провентилировать воздухом;

у печей, работающих с недожогом топлива на режиме безокислительного нагрева заготовок, необходимо строго следить за исправностью вытяжных зонтов и завес, обеспечивающих удаление продуктов неполного сгорания (угарного газа СО).

ГЛАВА IV

ИНСТРУМЕНТЫ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ РУЧНОЙ КОВКИ

§ 25. Классификация кузнечного инструмента

При выполнении ручнойковки применяют различные инструменты и приспособления. Кузнечный инструмент по назначению подразделяют на основной, вспомогательный и контрольно-измерительный.

Основным технологическим является инструмент, с помощью которого заготовке придаются заданные чертежом форма и размеры.

Вспомогательным называют поддерживающий инструмент, т. е. инструмент, посредством которого осуществляют захватывание, поддерживание, перемещение и повороты заготовок в процессе выполнения как разделительных, так и формоизменяющих операцийковки.

К приспособлениям относят устройства специального назначения (подкладные штампы, скобы разных размеров и др.), при помощи которых достигается ускорение процессовковки. Использование приспособлений при ручнойковке значительно улучшает качество поковок и облегчает труд кузнеца.

Наборы кузнечного технологического инструмента для ручной и машиннойковки отличаются между собой только по размерам и; в незначительной части, по наименованиям.

Основной технологический инструмент, входящий в набор для ручнойковки, в свою очередь, разделяют на опорный, ударный и универсально-подкладной.

Опорным инструментом для ручнойковки являются наковальни безрогие, однорогие, двурогие, шпераки и нижние бойки молотов, так как при ковке они служат опорой.

Ударным инструментом для ручнойковки являются кувалды, боевые молоты и ручники, разные по форме и массе, которыми наносят удары непосредственно по нагретой заготовке.

Подкладным универсальным инструментом в наборе для ручнойковки являются кузнечные зубила, топоры, пробойники, гладилки, подсечки, раскатки, пережимки, обжимки, подбойки, гвоздильни, прошивни, надставки, оправки разных видов, подкладывая которые под удары кувалд, осуществляют разделительные и формоизменяющие операцииковки путем перемещения металла заготовки в заданном направлении.

Большинство кузнечного инструмента работает при высоких температурах, с частыми нагревами и последующими быстрыми охлаждениями. Поэтому почти все виды основного ударного и подкладного инструмента изготавливают из материалов, обладающих высокой ударной вязкостью, разгароустойчивостью, т. е. способностью противостоять образованию трещин в условиях частого чередования нагрева и быстрого охлаждения в холодной воде, стойкостью против отпуски, т. е. свойством сохранять требуемую твердость после разогрева до температур 400—500°С.

Перед началом работы инструмент, подвергаемый ударным нагрузкам, подогревают для уменьшения напряжений при соприкосновении холодного инструмента с нагретым металлом. Подкладной инструмент подвергают обязательному профилактическому осмотру. При обнаружении на инструменте скошенных, сбитых затылков с заусенцами и внешних механических повреждений (вмятин, зарубов, трещин) его тут же заменяют новым или немедленно ремонтируют.

Контрольно-измерительный инструмент применяют для разметки заготовки и контроля размеров поковки. При этом используют соответствующие приспособления. Размеры готовой по-

ковки обычно проверяют непосредственным обмером или разметкой на контрольно-измерительной плите.

При всех замерах в условиях кузнечного цеха применяется универсальный и специальный контрольно-измерительный инструмент и проверочные устройства.

§ 26. Основной инструмент для ручнойковки

Опорный инструмент — наковальня — представляет собой опору, на которой выполняют кузнечные операции при ручнойковке — протяжку, осадку, гибку, пробивку и прошивку отверстий, рубку, кузнечную сварку и правку. Применяют наковальни различных конструкций: безрогие, однорогие и двурогие. Масса нормальных наковален колеблется от 100 до 350 кг. Расположение наковальни от уровня пола определяется ростом кузнеца. Обычно наковальню крепят к массивному деревянному столу так, чтобы наковальня находилась на высоте 700—800 мм от пола. Наковальни изготавливают литыми с последующей механической обработкой наковальни и хвоста, как опорных участков, обеспечивающих получение прямых углов и гладкой поверхности у поковок. Материал наковальни — сталь 45Л (ГОСТ 977—65), твердость наковальни — HRC 40—45.

На рис. 43, а показана наиболее распространенная в кузнечном производстве однорогая наковальня (нормаль машиностроения МН207-59). Верхняя опорная часть наковальни называется наковальней 1. Она гладко обработана (6-й класс шероховатости) и закалена. Рог 6 наковальни служит для гибки на нем заготовок и поковок под разными углами. Хвост 2 в виде выступа с прямыми углами служит для загибания заготовок под углом 90°. Цилиндрическое отверстие 3 служит для пробивания отверстий в заготовках, а квадратное (35×35 мм) отверстие 4 — для установки и крепления наковальни подкладного инструмента и приспособлений, хвостовики которых свободно и легко устанавливаются в это гнездо. Лапы 5 служат для крепления самой наковальни к столу с помощью хомутов или костьлей. Перед началом работы на наковальне необходимо проверить ее исправность по звуку удара молотом по наковальни. Исправная наковальня, без трещин в теле, издает при этом высокого тона чистый без рипов звук.

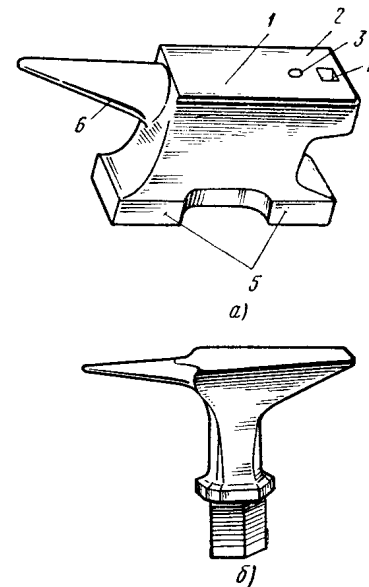


Рис. 43. Наковальни:
а — однорогая, б — шперак

Шперак (рис. 43, б) — маленькая наковальня применяется при изготовлении мелких поковок. Шперак устанавливается в квадратное отверстие любой из нормализованных наковален. Он изготовляется ковкой из стали 45 с закалкой наличника на твердость HRC 40—45.

Ударный инструмент — кувалда (боевой молот) является одним из основных, при помощи которого деформируют металл вручную на наковальне. Кувалды предназначены для нанесения разных по силе и по направлению ударов, осуществляемых молотобойцами обеими руками. Легкий удар, локтевой, получается при разгоне кувалды движением рук молотобойца в локтевых суставах (рис. 44, а); средний по силе удар (плечевой) — при разгоне кувалды движением рук молотобойца в плечевых суставах (рис. 44, б) и максимально возможный удар — навесной (вразмашку), когда кувалда на длинной рукоятке к моменту удара по заготовке описывает в воздухе полный круг (рис. 44, в).

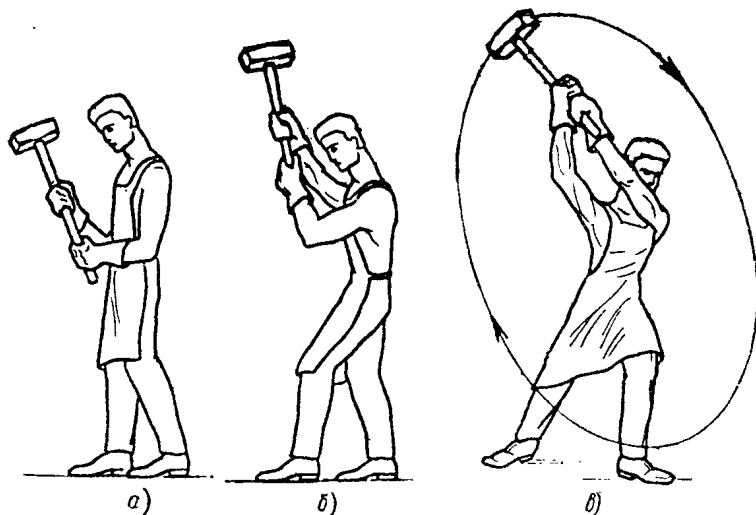


Рис. 44. Удары молотобойца:
а — локтевой, б — плечевой, в — навесной

Удары кувалдами наносят, помимо сказанного, еще и в разных направлениях — то справа, то слева, для чего молотобойцы по-разному берут рукоятку молота правой и левой рукой. Чтобы нанести удар по заготовке справа, молотобоец обязан взяться за рукоятку правой рукой ближе к кувалде, а левой рукой — за конец рукоятки. При необходимости нанесения удара слева молотобоец берет левой рукой за среднюю часть рукоятки, а правой рукой — за конец рукоятки.

Боевые молоты, показанные на рис. 45, а стандартизированы и подразделяются на кувалды тупоносые 1, остроносые про-

дольные 2 и остроносые поперечные 3. Масса тупоносых — от 2 до 16 кг, остроносых — от 3 до 8 кг. Кувалды изготовляют ковкой или штамповкой с припуском на последующую механическую обработку выпуклой части рабочих поверхностей как у бойка, так и у носка. Материал — сталь 40, 45, 50 и У7. Твердость рабочего слоя толщиной до 30 мм HRC 48—52. Насадочное отверстие для крепления рукоятки делают овальным с расширением его от середины с уклоном не более 1 : 10 в обе стороны под расклинивание.

Рукоятки длиной 750—900 мм овальной формы в сечении с незначительным утолщением к свободному концу делают из граба, клена, кизила, рябины или комлевой части березы. Применение для рукояток дерева крупнослойных пород, таких, как сосна, ель категорически запрещается.

Кузнечные молотки-ручники (рис. 45, б) служат для нанесения легких рабочих и командных ударов одной рукой кузнеца. При ручной ковке кузнец обычно работает с одним или двумя молотобойцами, которые по его команде наносят основные по силе деформирующие удары тяжелыми кувалдами. Кузнец одной рукой держит и поворачивает на наличнике наковальни заготовку, зажатую в клещах, а другой рукой с помощью ручника кует легкими ударами и подает команды каждому молотобойцу «в такт». Он указывает место на поковке, по которому должен быть нанесен очередной удар боевым молотом, определяет силу этого удара, темп ковки и дает общий условный сигнал о начале и конце ковки.

Ручники изготовляют массой от 0,5 до 1,5 кг из стали У7 с шарообразным 1, продольным 2 и поперечным 3 задком (рис. 45, б).

Рукоятки к кузнечным молоткам делают длиной 350—600 мм овальной формы в сечении с незначительным утолщением к свободному концу из материалов, рекомендуемых для рукояток к боевым молотам. Поверхность рукояток как у первых, так и у вторых должна быть гладкой, ровно зачищенной, без трещин и выступающих сучков.

Для надежности насадки рукоятки на кувалдах и ручниках обязательно расклинивают завершенными клиньями из мягкой стали длиной не более $\frac{2}{3}$ глубины насадочного отверстия.

Подкладным инструментом называется инструмент, который подкладывают под удары боевого молота, в результате чего он внедряется на полную или неполную толщину заготовки или

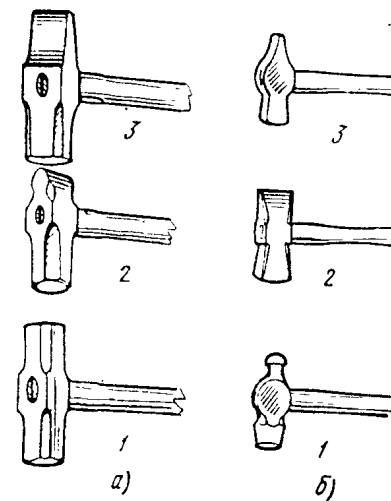


Рис. 45. Кувалды (а) и кузнечные молотки-ручники (б)

же заставляет металл за счет пластического деформирования принимать заданную форму.

Зубило кузнечное состоит из головки (затылка) со слегка выпуклой поверхностью, средней части с насадочным отверстием для посадки его на деревянную рукоятку и ножа, длина которого колеблется от 30 до 50 мм. Длина кузнечного зубила составляет для холодной разрубки от 160 до 190 мм и для горячей разрубки — от 180 до 240 мм (ГОСТ 11418—65). Зубилом осуществляют отрубку, надрубку и разрубку путем внедрения деформирующей кромки в поковку или заготовку из полосового или пруткового металла. По назначению кузнечные зубила разделяют на инструменты для го-

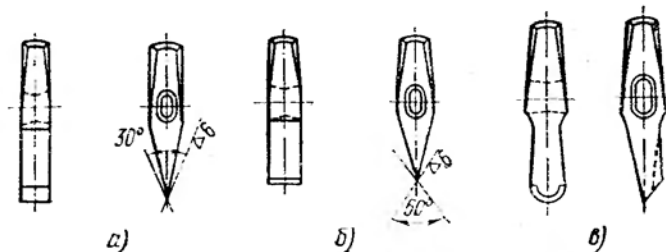


Рис. 46. Кузнечные зубила: а — для горячей рубки, б — для холодной рубки, в — фасонные

рячей (рис. 46, а), холодной рубки (рис. 46, б) и на зубила фасонные (рис. 46, в). Зубила для горячей и холодной отрубки отличаются углом заточки ножа, который у зубила для горячей рубки металла составляет 30°, а для холодной — 60°. Насаживаются кузнечные зубила на деревянную рукоятку без расклинивания. Зубила изготовляют ковкой из стали 6ХС, деформирующую кромку на длине 30 мм закаливают и отпускают до твердости HRC 50—56, а его головку на высоте до 20 мм — до твердости HRC 30—40.

Топоры служат для различных видов рубки горячего металла. Наиболее распространенные формы топоров представлены на рис. 47.

Двусторонний топор (рис. 47, а) имеет в сечении симметричные скосы и применяется для рубки заготовок и разделения слитков на части. Торцы, получаемые при разрубании заготовок этими топорами, не перпендикулярны продольной оси заготовки.

Односторонний топор, изображенный на рис. 47, б, имеет в сечении форму прямоугольной трапеции, служит для рубки правых и левых концов поковок, на которых желательнее получить торец без уклона.

Трапецевидный топор (рис. 47, в) применяют для рубки на части металла круглого или многократного сечения в комбинации бойках (нижний — вырезной, верхний — плоский). Снятые торцы на лезвии топора исключают возможность соприкосновения при рубке с поверхностью нижнего бойка.

Фасонные топоры (рис. 47, г) служат для вырубки угловых или полукруглых выемок в заготовке или поковке. В зависимости от назначения топоры изготовляют различных размеров. Длина крупных тяжелых топоров с быстросъемными рукоятками колеблется от 400 до 1250 мм.

Топоры куют из стали марок 35ХМ или 5ХНВ, 7ХЗ, 8ХЗ, 5ХНТ. Для повышения стойкости топоров лезвия подвергают закалке и отпуску на твердость НВ 363—415.

Рукоятки у топоров малых размеров куются «заодно» с топором из одной заготовки, у топоров средних размеров рукоятки изготовляют из прутковой стали Ст3 или 10 и 20 и крепят к топору, как показано на рис. 47, в.

Пробойники (бородки) служат при ручной ковке для пробивки и прошивки сквозных отверстий различной формы — круглых, квадратных или овальных, с удалением материала в отход путем вытеснения или сдвига. По форме рабочей части пробойники разделяют на круглые (рис. 48, а), овальные (рис. 48, б), квадратные (рис. 48, в), прямоугольные (рис. 48, г) и др.

Пробойники, как кузнечные зубила, изготовляют из сталей 6ХС или У7 и закаливают с последующим отпуском до твердости рабочей части на длине от 30 до 40 мм — HRC 50—55 и головки со слегка выпуклой поверхностью на длине до 20 мм — HRC 30—40. Насаживают пробойники так же, как и зубила, на деревянные рукоятки без расклинивания.

Для того чтобы одним бородком можно было пробивать отверстия разных размеров, а также для облегчения выемки бородка из полученного отверстия, рабочая часть бородков изготовляется к концу конусной, что при малых размерах значительно усиливает тонкую часть рабочего конца.

Гладилки. От ударов кувалдой на поверхности поковки образуются неровности. Для сглаживания неровностей и для отделки поковок используются гладилки, которые в пяточной части своей бывают плоские и полукруглые (рис. 49, а, б). Гладилки изготовляют ковкой и штамповкой. Механической обработке подвергается пятка — рабочая часть и головка — слегка выпуклая поверхность ударяемой части корпуса. Материалом для гладилок служат стали У7, 40 и 45. Твердость пятки рабочей части гладилки HRC 48—52

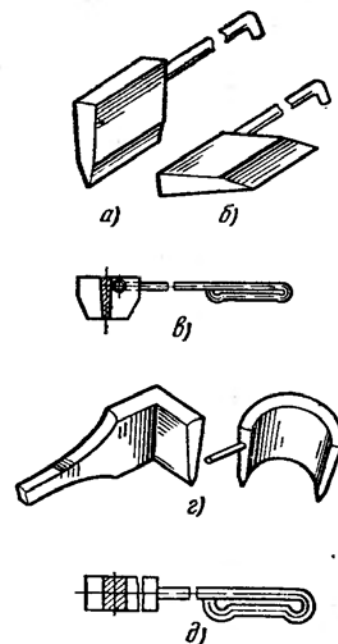


Рис. 47. Топоры (а — двусторонний, б — односторонний, в — трапецевидный, г — фасонные) и обсечка (квадрат) — д

на длине до 30 мм. Твердость головки ударяемой части корпуса HRC 30—40 на длине до 20 мм. Рукоятки на гладилки насаживают деревянные без расклинивания.

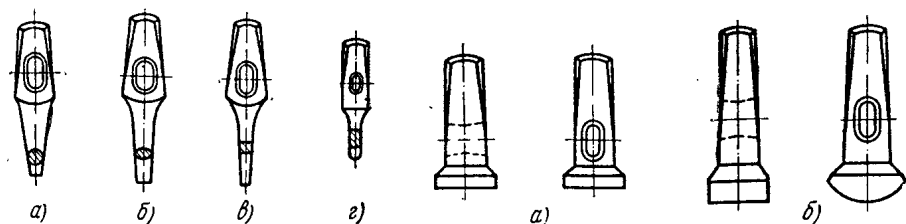


Рис. 48. Пробойники (бородки):
а — круглый, б — овалный,
в — квадратный, г — прямоугольный

Рис. 49. Гладилки:
а — плоская, б — полукруглая

Подсечки (рис. 50, а) применяют для облегчения и ускорения рубки, а также для перебивки полосового материала. Подсечки устанавливают на наковальне в отверстие 35×35 хвостовой частью. Рабочую часть подсечки (лезвие) длиной 40—50 мм обрабатывают в виде прямой или фасонной рубящей кромки и закалывают с последующим отпускком на твердость HRC 48—52. Изготавливают подсечки из стали У7.

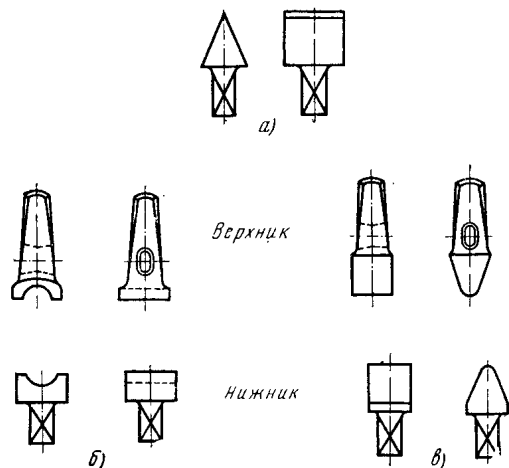


Рис. 50. Подсечки (а), обжимки (б) и подбойки (в)

создания одностороннего или двустороннего углублений для уступов или пережимов на поковках после незначительной надрубки (наметки) материала, а также при перераспределении объема металла заготовки. Пережимки бывают круглые, треугольные и равно-сторонние. Изготавливают пережимки ковкой из стали 40 и 45 с по-

Раскатки применяют для получения местных углублений и протяжки на определенном участке заготовки, для местного уширения ее, а также для ускорения процесса протяжки. Формы раскаток разнообразны. На рис. 51 показаны наиболее распространенные из них. Материалом для раскаток служит сталь 30 и 40. Рукоятки к раскаткам делают вставными из углеродистой стали 10 и 20 и в зависимости от размеров и массы раскаток односторонними или двусторонними.

Пережимки. Пережимками (рис. 52) пользуются при необходимости

следующей механической обработкой рабочих поверхностей. Рукоятки на них устанавливают из стали 10 и 20 размером 20—25 мм. При небольших размерах пережимки рукоятки отковывают вместе с их рабочей частью.

Обжимки (рис. 50, б). Для отделочных работ по поперечному сечению поковки применяют парные обжимки, состоящие из обжимки-нижника, устанавливаемой в отверстие на наковальне, и об-

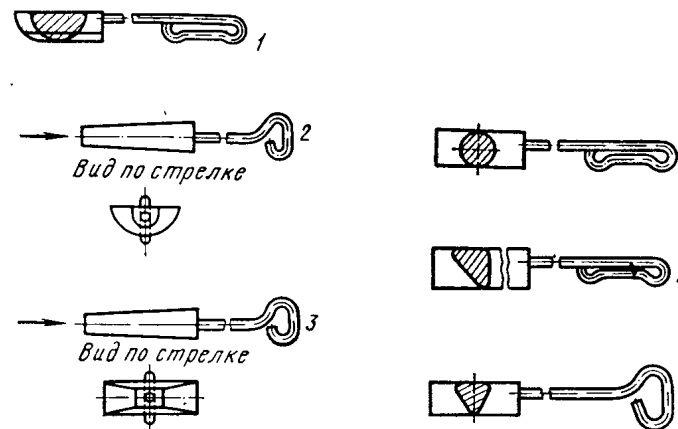


Рис. 51. Раскатки:
1 и 2 — полукруглые, 3 — плоская

Рис. 52. Пережимки:
1 — круглая, 2 и 3 — треугольные

жимки-верхника, насаженной на деревянную рукоятку. Парными обжимками подкатывают (сглаживают и доводят до необходимого диаметра) круглые по сечению поковки диаметром от 5 до 60 мм. Для отделки поковок фасонного сечения пользуются парными обжимками, рабочая часть которых имеет соответствующую форму и размеры в пределах от 10 до 60 мм по большей стороне. Обжимки куют из стали У7, 40, 45, 50. Твердость рабочей части HRC 48—52. Твердость головки ударяемой части HRC 30—40 на длине до 20 мм.

Подбойки (рис. 50, в). Для ускорения и облегчения операции протяжки металла при ручной ковке пользуются подбойками. Подбойки состоят из нижника и верхника, уменьшенные контактные поверхности которых позволяют максимально повысить давление при деформировании металла под ударами кувалды. Рабочие поверхности у нижника и верхника полукруглых подбоек имеют радиусы от 8 до 25 мм. Применяют также подбойки с плоской рабочей поверхностью, квадратной и прямоугольной формы для выравнивания криволинейных и выгнутых поверхностей поковок.

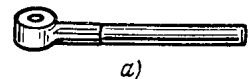
Нижник подбойки устанавливается на наковальне хвостовиком в квадратное отверстие. Верхник подбойки насаживают без расклинивания на удлиненную деревянную рукоятку.

При обработке поковок подбойками на поверхность нижника ставят нагретый металл, а верхник подбойки устанавливают на заготовку вертикально над нижником.

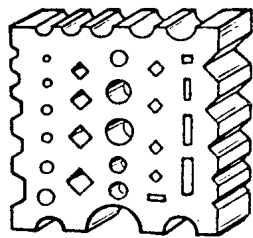
Подбойки куют или штампуют из стали У7, 40, 45. Твердость рабочей части подбоек HRC 44—52. Твердость головки ударяемой части верхника подбойки HRC 30—40 на длине до 20 мм.

Гвоздильни (рис. 53, а). Для высадки головок различной формы у гвоздей, болтов, заклепок при ручной ковке применяют подкладное приспособление, называемое гвоздильней. Гвоздильня состоит из корпуса с одной или несколькими разделанными полостями по форме требуемой головки изделия. Форма полости выполняется с конусом от 3 до 5° для облегчения удаления поковки из гвоздильни. Сквозное отверстие, расположенное в центре полости, служит для установки в нем холодного конца стержня, на нагретом конце которого будет произведена высадка головки за счет уменьшения высоты выступающей части нагретой заготовки.

При ковке гвоздильня укладывается на наличник наковальни, удерживается и кантуется за рукоятку после заполнения полости осаженной частью заготовки. Удаление готовых поковок производится после кантовки гвоздильни и установки полости над сквозным отверстием в наличнике наковальни. Корпус гвоздильни куят из стали 45 или У7А. Твердость рабочей части гвоздильни HRC 44—50.



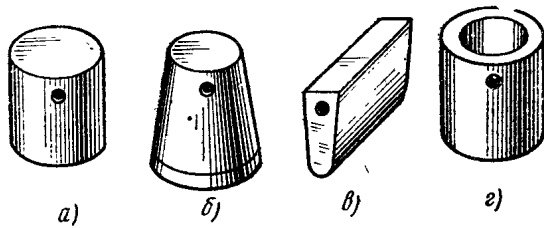
а)



б)

Рис. 53. Гвоздильня (а) и форма (б)

Форма (рис. 53, б) представляет собой подкладной кузнечный инструмент в виде массивной плиты с отверстиями и ручьями на боковых гранях. С помощью этого инструмента осуществляют пробивку и прошивку различных по форме и размерам отвер-



а)

б)

в)

г)

Рис. 54. Прошивни: а — цилиндрический, б — конический, в — клиновидный, г — пустотелый

стий в поковках, а также протяжку и отделку поковок с несложными сечениями. Форма изготавливается литой из стали 35Л или 40Л, затем подвергается незначительной механической обработке.

Прошивни. Прошивнями называются подкладные инструменты, с помощью которых в заготовках или поковках получают различные по форме и размерам отверстия. Для выполнения круглых отверстий диаметром до 400 мм пользуются сплошными прошив-

нями. Прошивку отверстий от 400 мм и более осуществляют пустотелыми прошивнями. Формы прошивней, применяемые при машинной ковке, представлены на рис. 54. Боковые отверстия в прошивнях служат для их подъема. Прошивни изготавливают по заводским нормам. Цилиндрические прошивни имеют незначительную конусность. Прошивни малых размеров куят из стали У7, средних и больших размеров (как сплошные, так и пустотелые) — из легированных сталей 5ХВС, 5ХНВ, 5ХГМ с закалкой и отпуском на твердость HB 363—415.

Надставки. Надставками пользуются при прошивке отверстий в поковках, высота которых больше высоты прошивня. Надставками наращивают высоту прошивня, поэтому они имеют такое же сечение, как и прошивень. Чтобы не создавать трения надставок с металлом заготовки, их изготавливают на 3—5 мм меньше по наружному и на 3—5 мм больше по внутреннему диаметрам, чем соответствующие размеры прошивня. Так как надставки не соприкасаются с обрабатываемым горячим металлом, то их изготавливают из углеродистой конструкционной стали 40 и 50 с закалкой и отпуском на твердость HB 207—229. Боковые отверстия в надставках на высоте 2/3 от основания, как и у прошивней, служат для захвата их и подъема.

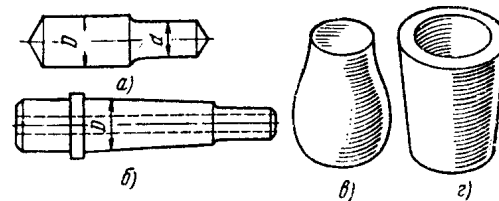


Рис. 55. Оправки: а — для раскатки (дорн), б — пустотелая для протяжки, в и г — фасонные для калибровки отверстий и колец

Оправки — это подкладные инструменты, применяемые для протяжки в длину и раскатки (увеличения) по диаметру пустотелых поковок, а также для отделки и калибровки прошитых в поковках отверстий. На рис. 55 показаны основные типы оправок, применяемых при машинной ковке.

Оправки для раскатки (дорны) (рис. 55, а), на которых ведутся работы по увеличению диаметра прошеного отверстия, представляют собой кованую штангу цилиндрической формы с одним или двумя уступами. Заготовка с прошитым отверстием сначала раздается на уступе меньшего диаметра (d), а потом на участке оправки большего диаметра (D). Малый диаметр оправки должен быть на 25—40 мм меньше диаметра прошеного в заготовке отверстия для свободной посадки ее на первую ступень раскатки. Оправки обычно применяют для изготовления поковок типа колец. Устанавливается оправка с посаженной на нее прошеной заготовкой на скобе, козлах или коньках с помощью цепи подвешенного к крану электрокантователя.

Оправки для протяжки (по длине) прошеной заготовки (рис. 55, б) изготавливают ковкой с последующей механической обработкой конусной рабочей поверхности по 7-му классу шероховатости для облегчения течения металла в направлении протяжки и

снятия поковки с оправки. Для протяжки заготовок больших размеров оправки делают со сквозным отверстием для водяного охлаждения, диаметр которого берется равным $\frac{1}{3}$ наружного диаметра оправки.

Калибровочные оправки (рис. 55, в, г) бочкообразной и конической формы служат для калибровки и небольшого увеличения прошивого в заготовке отверстия.

Оправки небольших размеров изготавливают из легированных сталей 40X, 55X и др., а средние и крупные — из углеродистых сталей 20, 25, 30, 35, 40 и 45.

§ 27. Вспомогательный инструмент для ручнойковки

Кузнечные клещи (рис. 56) применяют при ковке вручную и под молотами, как средство для захватывания, удержания и вращения на каждом переходе обрабатываемой заготовки или поковки. По профилю губок клещи разделяют на продольные (рис. 56, а), поперечные (рис. 56, б), продольно-поперечные (рис. 56, в) и специальные (рис. 56, г).

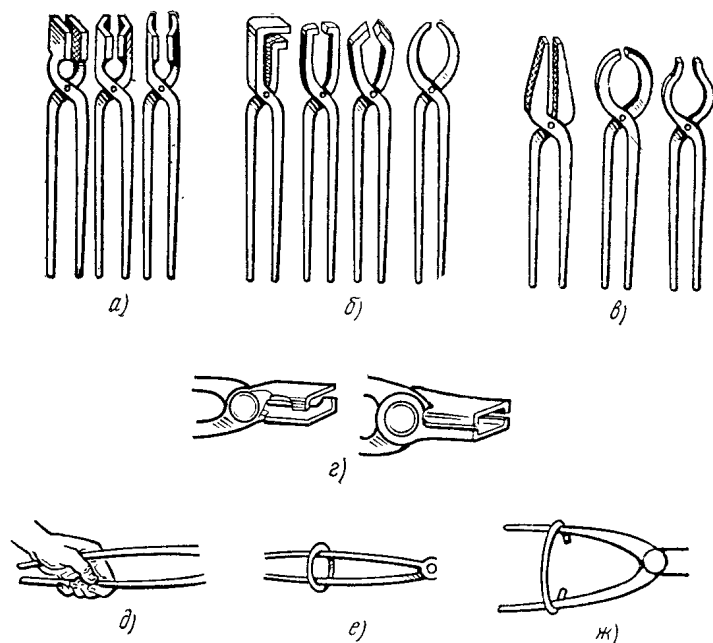


Рис. 56. Кузнечные клещи:

а — продольные, б — поперечные, в — продольно-поперечные, г — специальные; способы зажима заготовки; д — рукой, е, ж — шпандырем

Специальными называются клещи для захвата, переноски и поворачивания при ручной и машинной ковке заготовок и поковок со сложной формой поперечного сечения. Если в наборе кузнечного

инструмента нет подходящих по форме и размерам клещей, то их изготавливают заново путем перековки губок у имеющихся в цехе клещей, тщательно подгоняя их форму к форме сечения заготовок, чтобы обеспечить плотное и надежное их захватывание. При изготовлении клещей губки нагревают до вишнево-красного цвета и куют на концах заготовки как на оправке с тем, чтобы соприкосновение губок было плотным на всей длине зажимаемой части заготовки.

Неправильно и нетщательно подогнанные губки клещей вызывают излишнюю потерю времени при ковке, усложняют работу кузнеца и могут привести к несчастному случаю.

Клещи для ручнойковки мелких заготовок должны быть легкими, а их рукоятки эластичными, пружинящими, чтобы кузнецу не трудно было зажимать их левой рукой, работая ручником правой (рис. 56, д). При ковке более крупных заготовок под молотом и при длительной работе для надежного зажима заготовки на рукоятки клещей насаживают кольцо (шпандырь) (рис. 56, е). При работе с клещами больших размеров на рукоятки надевают шпандырь в виде открытого кольца (рис. 56, ж).

Длина захватной части клещей (по губкам) колеблется от 22 до 450 мм, а общая длина — от 300 до 1600 мм. Клещи изготавливают ковкой из сталей Ст3 и 15, 20, 25.

§ 28. Контрольно-измерительный инструмент

Для контроля и проверки размеров исходных заготовок и габаритных размеров готовых поковок и на отдельных операциях и переходах применяют как универсальный, так и специальный измерительный инструмент.

К универсальному измерительному инструменту относятся: метр металлический складной, линейки стальные, кронциркуль, нутромер, угольники 30, 45, 60 и 90°, штангенциркуль и др.

Метр металлический складной состоит из отдельных секций, соединенных между собой шарнирно, благодаря чему они складываются или выпрямляются в соответствии с требуемой длиной измеряемого расстояния. Каждая секция металлического метра представляет собой шкалу с миллиметровыми делениями, поэтому метр позволяет производить замеры длин с точностью до 1 мм.

Линейки стальные являются наиболее простым измерительным инструментом, применяют их для измерения линейных размеров. Шкала линейки имеет деления, нанесенные на расстоянии 1 мм друг от друга. Каждое десятое деление выделяется удлиненной риской, над которой устанавливается цифра, показывающая число десятков миллиметров, отсчитываемых от исходного левого торца линейки.

Кронциркуль и нутромер служат для измерения небольших размеров наружных и внутренних диаметров, как в заго-

товках из сортового проката, так и у труб или в кованных кольцах. Состоят они из двух соответственно обработанных металлических ножек, скрепленных между собой шарнирно.

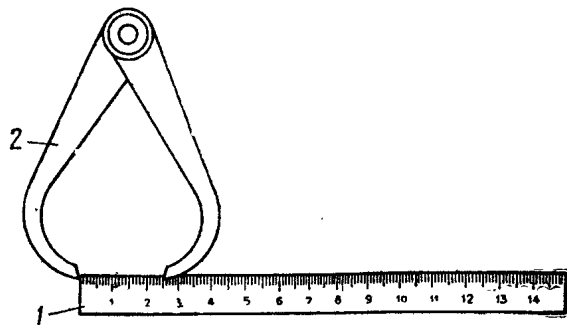


Рис. 57. Отсчет размера по линейке:
1 — линейка, 2 — кронциркуль

с точностью до 0,1 мм. Штанга 6 представляет собой линейку с основной шкалой и губками 1 и 2. По штанге с делениями, нанесенными на расстоянии 1 мм друг от друга, свободно передвигается рамка 5 с губками 3 и 9 и с глубиномером 7. Зажатие, предотвращающее перемещение подвижной рамки по штанге, осуществляется стопорным винтом 4.

Отсчет размеров производится по основной шкале и нониусу 8, представляющему собой вспомогательную шкалу, расположенную на скосе рамки, и служащему для отсчета долей миллиметра. Шкала нониуса имеет 9 делений на 10 мм, значит, каждое деление нониуса имеет размер 0,9 мм. При сомкнутых губках 1, 2 и 3, 9 нулевое деление нониуса совпадает с нулевым делением основной шкалы (рис. 57, б). Если сдвинуть рамку 5 с нониусом 8 вправо, то прежде всего штрих 1 нониуса совпадет со штрихом основной шкалы и нулевое деление нониуса отойдет от нулевого деления основной шкалы на 0,1 мм. При дальнейшем перемещении нониуса со штрихами основной шкалы будут совпадать последовательно штрихи нониуса 2, 3, 4, 5 и т. д. до 10, а расстояния между нулевыми штрихами будут составлять 0,2; 0,3 и т. д. до 1,0 мм. Чтобы прочесть размер по штангенциркулю, нужно количество целых миллиметров взять по основной шкале до нулевого штриха нониуса, а количество десятых долей миллиметра взять по нониусу, определив, какой штрих нониуса совпадает со штрихом основной шкалы. На рис. 58, в показан отсчет размера 20,4 мм.

Специальный контрольно-измерительный инструмент для ручнойковки состоит из ряда кронциркулей, нутромеров, малок, предельных скоб, калибров-гребенок, шаблонов прутковых, профильных, контурных и др.

Кронциркули. При ручной и машинной ковке применяют кузнечные кронциркули, которыми измеряют несколько размеров

в соответствии с технологическими переходами формообразования заготовки.

На рис. 59 показаны кузнечные кронциркули, допускающие установку по два, три и более контрольных размера.

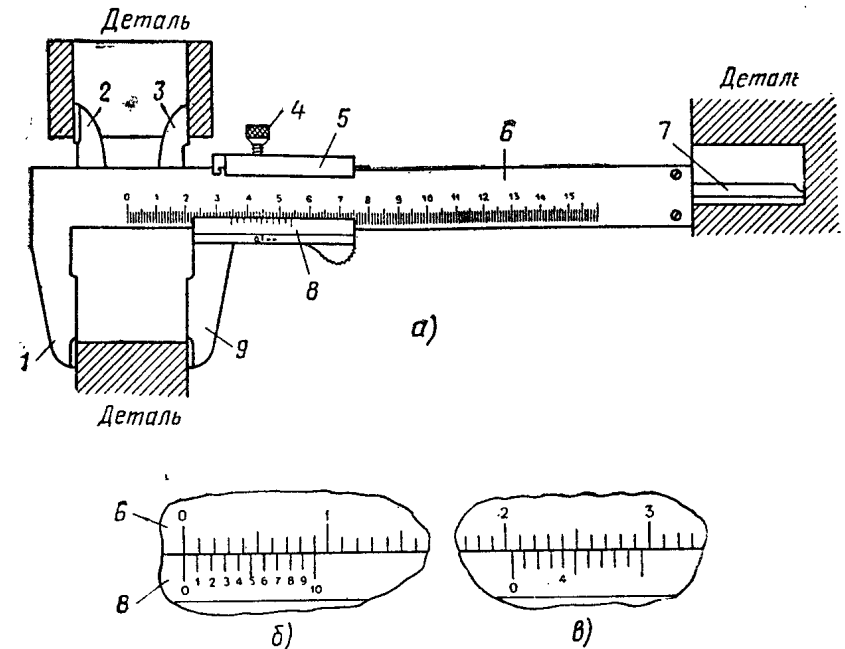


Рис. 58. Штангенциркуль (а), отсчет по нониусу (б) и пример отсчета (в):
1, 2 и 3, 9 — губки, 4 — стопорный винт, 5 — рамка, 6 — штанга, 7 — глубиномер, 8 — нониус

Кронциркули всех размеров изготавливают ковкой из углеродистой стали 35 и 45 с последующей механической обработкой. Кронциркули для больших замеров принято изготавливать из дюралюминия для уменьшения их массы.

Контроль размеров полостей и отверстий производится кузнечными нутромерами, форма которых мало отличается от обычных нутромеров.

Шаблоны, применяемые в кузнечном производстве, разделяют на накладные и контурные, которые представляют собой средство для проверки размеров путем наложения по длине, ширине, относительному расположению уступов, а также по внешнему контуру сложной поковки. По назначению шаблоны разделяют на прутковые, профильные и контурные.

Прутковые шаблоны (рис. 60, а) служат для замеров общей длины горячих заготовок и поковок.

Профильные шаблоны (рис. 60, б) служат для определения расстояний между уступами и величины сноса уступа от продольной оси поковки.

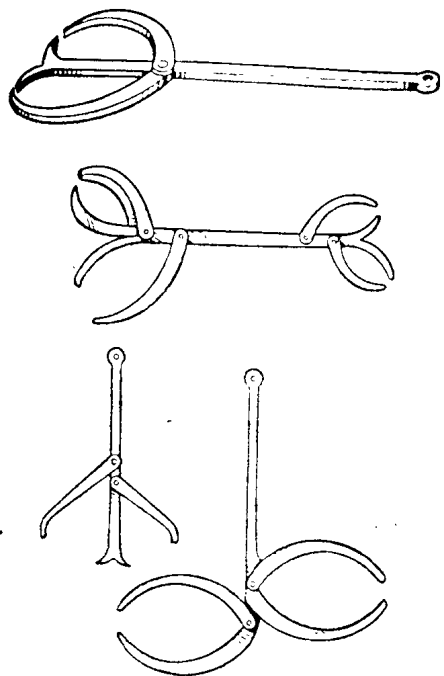


Рис. 59. Кузнечные кронциркули

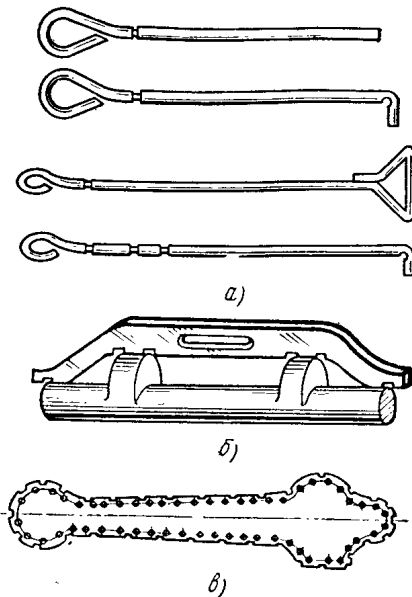


Рис. 60. Кузнечные шаблоны:
а — прутковые, б — профильные, в — контурные

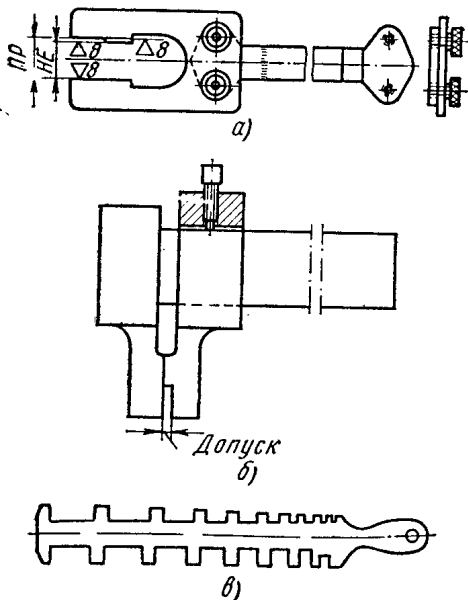


Рис. 61. Предельные калибры для замеров горячих поковок:
а — сменная скоба на державке, б — регулируемая скоба, в — гребенка

Контурными шаблонами (рис. 60, в) пользуются для проверки фигурных поковок сложной формы с различными сопряжениями поверхностей, как например, грузовой крюк подъемного крана. На всех видах шаблонов контрольные зарубки определяют размеры поковки и предельные припуски на обработку заготовки.

Предельные калибры. Для замера толщины горячих поковок в процессе их формообразования применяют быстросменные предельные скобы, укрепляемые на специальных державках (рис. 61, а) и регулируемые скобы (рис. 61, б).

При ручной ковке для контроля размеров ряда последовательных переходов при протяжке материала на квадратный или прямоугольный профиль издавна применяется калибр-гребенка (рис. 61, в).

Малки. Для контроля взаимного расположения концов поковок под заданными углами согласно требованиям чертежа применяют малки с различным расположением малой стороны по отношению к привалочной (от которой считается угол). Изготавливают малки ковкой с последующей механической обработкой рабочих поверхностей.

Угольники. Для проверки углов в различных цехах применяют угольники с постоянными углами 30, 45 и 90°.

Линейки металлические усадочные имеют цену деления на 1—1,5% больше обычных (на величину усадки металла при охлаждении поковки). Такие усадочные линейки применяют для установки кронциркулей, нутромеров и прутковых шаблонов при измерениях горячих поковок на переходахковки.

§ 29. Приборы для определения твердости металлов

Твердость — это способность металла сопротивляться введению в него другого более твердого тела. Твердость определяют специальными приборами, которые по способам приложения в них нагрузки делятся на статические и динамические. Наиболее распространенными видами статического определения твердости металлов и их сплавов являются методы Бринелля и Роквелла, а динамическое — методы Шора, Польди и др.

Определение твердости по Бринеллю (рис. 62) заключается в том, что в плоскую, зачищенную абразивным кру-

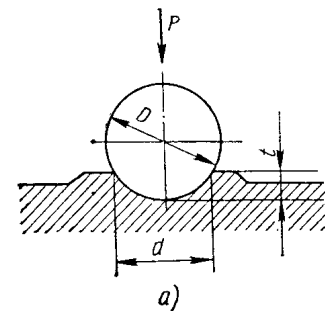
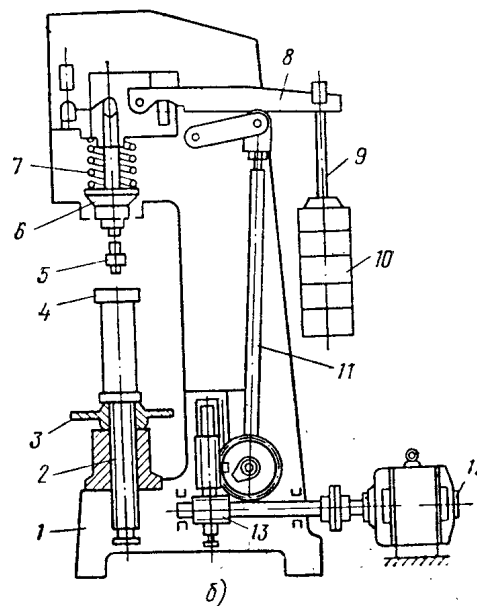


Рис. 62. Определение твердости металла по Бринеллю — ТШ (твердомер шариковый):

а — схема испытания, б — схема прибора; 1 — станина, 2 — винт подъема, 3 — маховик, 4 — столик, 5 — шарик, 6 — шпиндель, 7 — пружина, 8, 9, 10 — рычажная система с гири, 11 — шатун, 12 — электромотор, 13 — червячная передача



гом, поверхность испытуемого металла под воздействием определенной силы P вдавливается в течение определенного времени стальной закаленный шарик диаметром D . В результате в металле образуется отпечаток в виде лунки (рис. 62, а) диаметром d . Размер сферического отпечатка измеряют специальной лупой с делениями.

Твердость по Бринеллю (НВ) выражается формулой

$$HB = \frac{P}{F} \text{ кГ/мм}^2.$$

где P — нагрузка, кГ, F — площадь проекции лунки, мм². Чем мягче материал, тем больше диаметр отпечатка.

В зависимости от твердости и толщины испытуемого материала установлены стандартные условия, по которым выбирают диаметры D шарика и нагрузку P .

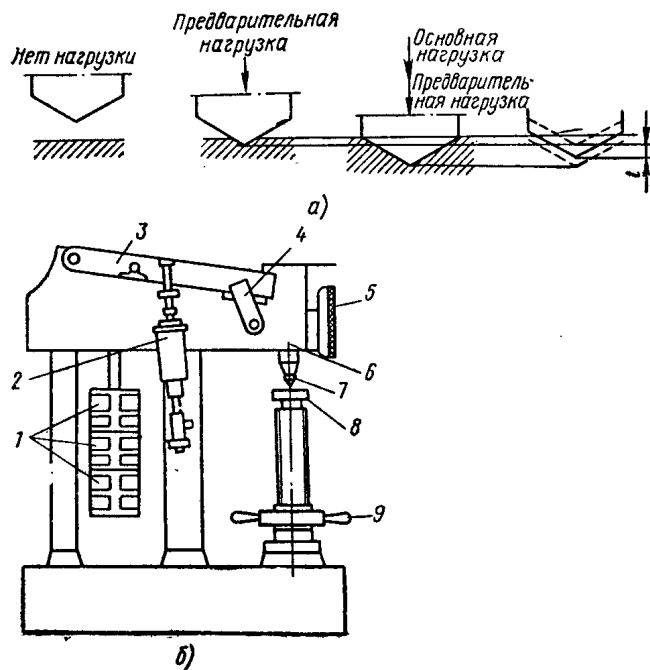


Рис. 63. Определение твердости металла по Роквеллу: — ТК (твердомер конусный):

а — схема испытания, б — схема прибора; 1 — гири основных нагрузок (40, 60 и 50 кг), 2 — амортизатор, 3 — рычаг, 4 — рукоятка включения основной нагрузки, 5 — индикатор, 6 — пружина предварительной нагрузки, 7 — конус алмазный, 8 — столик предметный, 9 — маховик

Практически число твердости по Бринеллю определяют по диаметру отпечатка (лунки) d при помощи вспомогательных таблиц, рассчитанных для всех условий соотношения нагрузки P и диаметра D шарика. Показатель твердости по Бринеллю НВ предусматри-

вает определенные стандартные условия испытания. При отступлении от стандартов обязательно указываются особые условия испытания: так, например, НВ 10/3000/15 означает, что испытания проводились шариком $D=10$ мм при нагрузке $P=3000$ кГ и с выдержкой под нагрузкой в течение 15 с.

Метод Бринелля применяют для определения твердости не более 450 единиц, потому что при более твердых материалах из-за деформации шарика искажаются показания размеров отпечатка. Для испытания более твердых материалов применяются приборы с алмазными наконечниками.

Определение твердости по Роквеллу (рис. 63) заключается в том, что алмазный конус с углом при вершине 120° при испытании твердых материалов или стальной закаленный шарик диаметром 1,587 мм для относительно мягких (до 200 единиц по Бринеллю) вдавливают в испытуемый материал в два приема.

Первая предварительная нагрузка ($P_0=10$ кГ) прикладывается при поджатии образца к наконечнику, после чего устанавливается нулевое положение шкалы поворотом обода индикатора, а затем дается вторая основная нагрузка (60, 100, 150 кГ), которая после выдержки 5—8 с снимается. Разность глубин проникновения алмазного конуса (или шарика) при двух нагрузках (см. рис. 63, а) является характеристикой твердости испытуемого материала. Число твердости по Роквеллу (HR) выражается отвлеченными числами на циферблате индикатора, имеющего 100 делений, соответствующих глубине вдавливания; на циферблате две шкалы — черная и красная. По черной шкале отсчитывают показания испытаний алмазным конусом при нагрузках 60 и 150 кГ и обозначают HRA и HRC, а по красной — показания испытаний стальным шариком при нагрузке 100 кГ и обозначают HRB.

Образцы, подвергаемые испытанию на твердость по Роквеллу, должны иметь плоскую, хорошо зачищенную поверхность и плотное прилегание опорной поверхности к предметному столику 8 прибора.

Для ориентировочного определения твердости металла пользуются переносным прибором Полюди (рис. 64), работающим от удара ручным молотом (рис. 64, а). Твердость испытуемого материала 1 определяется сравнением диаметров отпечатков от шарика, полученных одновременно на образце (заготовке или эталоне с известной уже твердо-

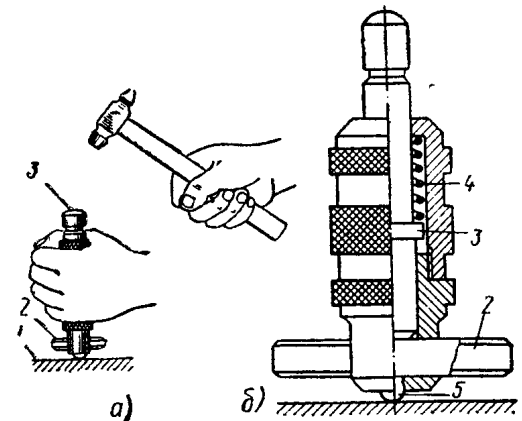


Рис. 64. Переносной прибор Полюди: а — схема испытания, б — схема прибора; 1 — испытуемый металл, 2 — эталон, 3 — боек, 4 — пружина, 5 — шарик

стью, в результате одного удара. Между шариком 5 и бойком 3 находится эталон 2, который прижат к бойку пружиной 4. Сравнивая площади отпечатков на испытуемой заготовке и на эталоне по специальным таблицам находят ориентировочную твердость испытуемого металла.

ГЛАВА V КУЗНЕЧНЫЕ ОПЕРАЦИИ

§ 30. Отрубка

Отрубкой называется кузнечная операция, с помощью которой происходит отделение части заготовки по незамкнутому контуру путем внедрения в заготовку деформирующего инструмента. Отрубку применяют для разделения слитка или сортового проката на заготовки требуемых размеров; ее используют при изготовлении фигурных заготовок или поковок и для удаления излишков с концов поковок. При ручной ковке применяют в основном две операции — надрубку и отрубку.

Надрубкой называется такая операция, при которой внедрение деформирующего инструмента происходит на неполную толщину заготовки. При незначительной глубине надрубки эта операция называется наметкой. Надрубка как предварительная операция применяется при выполнении ряда кузнечных операций. Надрубку и наметку осуществляют незначительным внедрением инструмента в заготовку с тем, чтобы дальнейшее углубление надрубки осуществлять с помощью пережимок во избежание перерезывания волокон металла в местах переходов от большего сечения к меньшему.

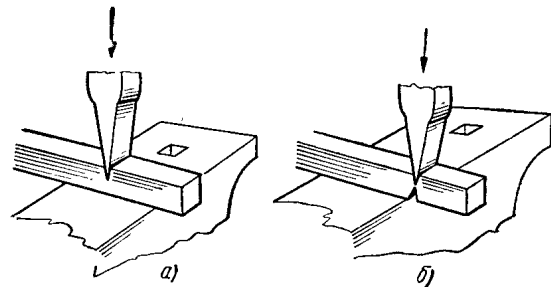


Рис. 65. Схема рубки прутка на наковальне: а — надрубка, б — момент последнего удара по заготовке

нии требует значительно больших усилий и времени, увеличивая при этом износ рубящего инструмента. Поэтому такая отрубка допускается при работе только с тонкими и узкими полосами из мягкой стали.

Заготовку (пруток) при отрубке плотно укладывают на наковальне, а зубило устанавливают строго вертикально. Надрублен-

ная с одной стороны заготовка (рис. 65, а) кантуется на 180°. Зубило устанавливают против надрубки и несколькими ударами отрубывают часть заготовки, намеченную к удалению. Перед последним легким ударом по зубилу заготовку перемещают на кромку наковальни (рис. 65, б).

При отрубке металла средней твердости число надрубов в зависимости от толщины увеличивается до четырех, заготовка при этом кантуется через каждые 90°.

Толстые и широкие полосы рубят в горячем состоянии. Металл нагревают в горнах или печах до светло-вишневого цвета каления, т. е. до температуры 700°С. Полосовой материал обычно рубят двумя квадратами (рис. 66, а).

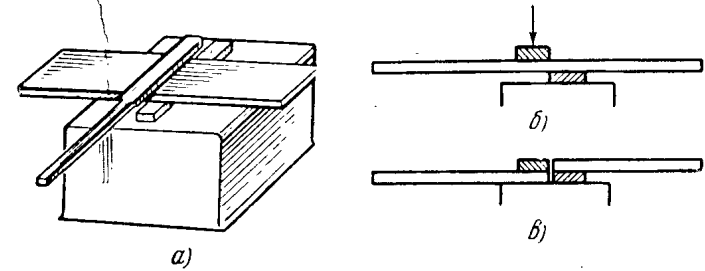


Рис. 66. Схема разрубки полосы квадратами: а, б — установка квадратов, в — положение квадратов после разрубки

Отрубка двумя квадратами. На нижний боек укладывают квадрат, а на него нагретую заготовку. На заготовку устанавливают второй квадрат параллельно нижнему (рис. 66, б, в) так, чтобы между рубящими кромками квадратов имелся зазор, затем по верхнему квадрату наносят удар. Отрубка квадратами холодного материала запрещается.

Специальные и легированные стали рубят только в горячем состоянии, так как в местах отрубки на торцах заготовок возникают большие напряжения, приводящие при недостаточном нагреве к образованию трещин. При отрубке заготовку из этих сталей, нагретую до температуры не ниже 850°С, укладывают на подсечку, а против подсечки устанавливают кузнечное зубило (рис. 67). Ударами кувалды по зубилу рубящие части инструментов сближают, оставляя между ними небольшую перемычку. Надрубленную таким образом заготовку устанавливают на край наковальни и легким ударом окончательно разделяют на две части.

При отрубке металла в горячем состоянии рубящую кромку зубила периодически замачивают в холодной воде для сохранения твердости и стойкости.

Отрубку материала в горячем состоянии осуществляют по одному из следующих трех способов.

Первый способ — разрубка с двух сторон без перемычки. На нагретую заготовку, уложенную на наковальню, устанавливают двусторонний топор. Под ударами молота лезвие топора врезается

в заготовку (рис. 68, а) и вытесняет металл в сторону меньшего сопротивления, т. е. в сторону короткого конца. Надрубив заготовку до половины ее высоты, топор снимают, кантуют заготовку на 180° и легким ударом молота выравнивают. Затем, установив топор против надрубленного места (рис. 68, б), осуществляют окончательную отрубку, в результате чего на торце остается заусенец (рис. 68, в), который удаляется в зависимости от размеров поковки с помощью обсеки (квадрата), кузнечного зубила или одностороннего топора (рис. 68, г, д).

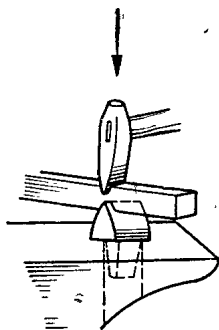


Рис. 67. Схема разрубки специальных и легированных сталей

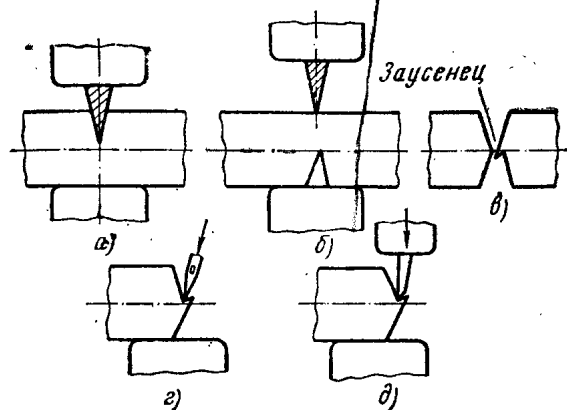


Рис. 68. Схема разрубки под молотом с двух сторон без перемычки:

а — врезание лезвия топора в заготовку, б — установка топора против надрубленного места, в — разрубка осуществлена, г, д — удаление заусенца

Второй способ — разрубка с одной стороны с перемычкой. Нагретую заготовку рубят двусторонним топором почти на всю высоту, оставляя небольшую перемычку, равную ширине обуха топора (рис. 69, а). Затем, вынув топор, заводят под надрубленный участок заготовки квадрат (рис. 69, б) и ударом молота по металлу разрубают заготовку на части.

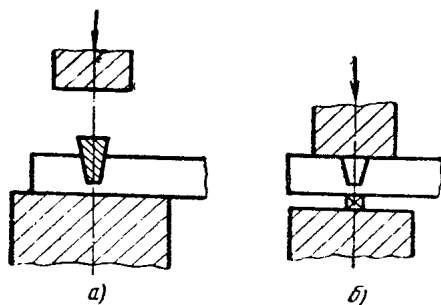


Рис. 69. Схема разрубки под молотом с одной стороны с перемычкой:
а — надрубка топором, б — разрубка на квадрате

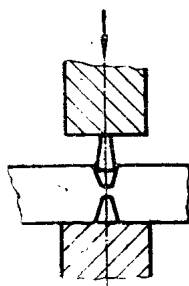


Рис. 70. Схема разрубки под молотом с двух сторон с перемычкой

Третий способ — разрубка с двух сторон с перемычкой (рис. 70). Нагретую заготовку, уложенную на наковальню, надрубает топором с одной стороны, а после кантовки — с противоположной стороны, оставляя между надрубками незначительную перемычку. Затем топор заводят в надруб обухом вниз и ударами молота по лезвию топора прорубают перемычку.

Наиболее безопасным является второй способ, поэтому его чаще всего применяют.

При отрубке металлов необходимо выполнять следующие правила техники безопасности:

в холодном состоянии рубить только тонкие заготовки и поковки с применением ограждений, задерживающих отлетающие части материала;

при отрубке зубилом и подсечкой положение зубила должно быть строго вертикальным, а рубящие кромки обоих инструментов должны находиться в одной плоскости;

заготовку укладывают плотно на наковальню, а зубило или топор устанавливают на заготовке или поковке строго вертикально; последние удары по зубилу или топору наносят с особой осторожностью и как можно легче;

категорически запрещается стоять во время отрубки металла против торца отрубаемой части заготовки;

на ударной части зубила или обуха топора поверхность должна быть чистой, без забоин и расклепа, чтобы избежать при ударах по ним появления осколков, которые могут причинить серьезные травмы.

§ 31. Осадка

Осадкой называется такая кузнечная операция, при которой достигается увеличение площади поперечного сечения заготовки за счет уменьшения ее высоты.

Осадка является одной из самых распространенных кузнечных операций и применяется:

для получения поковки или отдельного участка на ней с большим поперечным сечением, чем сечение исходной заготовки;

для подготовки слитка или заготовки к выполнению в ней отверстий прошивкой;

для повышения степени укова и улучшения механических свойств металла при последующей протяжке (вытяжке);

для получения в поковках структуры с радиальным направлением волокон с целью повышения механических свойств металла, для увеличения равномерности прочностных характеристик металла поковки во всех направлениях.

Радиально направленные волокна равномерно осаженой заготовки повышают механические свойства поволоков для изделий типа зубчатого колеса. Перепутанные волокна, обеспечивающие большую равномерность механических свойств поковки по всем направ-

лениям в кубиках для кузнечных штампов, повышают их износостойчивость.

Нагрев заготовок для осадки должен быть максимально допустимым для данной марки стали и равномерным как по сечению, так и по всей длине заготовки или ее части, подвергающейся осадке. Для успешного осуществления осадки длина заготовки должна быть равна или меньше $2 \div 2,5$ ее диаметра или стороны квадрата. При осадке заготовки из стали с низкой пластичностью высота ее не должна превышать двух диаметров или сторон квадрата. Для равномерного осаживания металла заготовку в процессе осадки поворачивают вокруг ее вертикальной оси. Если длина заготовки равна или больше 2,5 ее диаметра, то при осаживании из-за продольного изгиба она может искривиться. Чтобы не допустить зажима (закованной складки, полученной при осадке), искривленную заготовку тут же правят. Зажим является непоправимым дефектом, поковка с ним идет в брак.

Осадка при ручной ковке. Для выполнения осадки при ручной ковке применяют набор кузнечных инструментов, состоящий из наковальни, молота (кувалды), клещей, ручника, гвоздильни и ряда подкладных приспособлений, с помощью которых производится отделка поковки после осадки: гладилки, обжимки, подбойки и др.

Для полной осадки (рис. 71, а) нагретую заготовку устанавливают вертикально на наковальне и после удаления окалины наносят удары кувалдой по центральной части верхнего торца. Для равномерной осадки заготовку после каждого удара поворачивают на некоторый угол вокруг вертикальной оси.

Разновидностью осадки является неполная осадка — высадка — увеличение поперечных размеров части заготовки с одновременным уменьшением продольных размеров этой части. Высадке подвергают как концы, так и среднюю часть заготовки. При ручной ковке для высадки концевой части заготовки ее нагревают, а остальная часть остается холодной. Кузнец берет заготовку клещами, держа их в левой руке, и

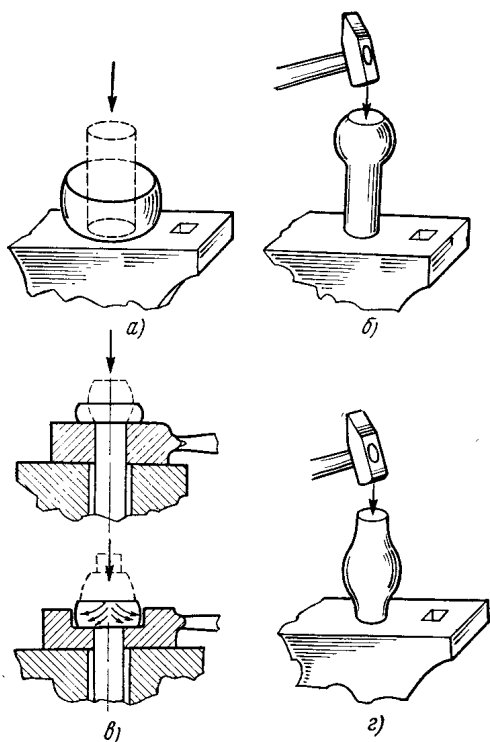


Рис. 71. Схема осадки и высадки при ручной ковке:

а — полная осадка, б — высадка нагретого торца, в — осадка в гвоздильне, г — высадка нагретой средней части заготовки

устанавливает ее на наковальне нагретым концом вверх. Ручным молотком он указывает молотобойцу места очередных ударов кувалдой, в результате которых происходит высадка нагретого торца заготовки на требуемую величину (рис. 71, б). Для осуществления концевой высадки на относительно длинных заготовках при ручной ковке применяют гвоздильни, устанавливаемые над отверстием в хвостовой части наковальни. Нагретая в горне торцовая часть заготовки при осадке в гвоздильне заполняет ее полость и получает соответствующую форму и размеры (рис. 71, в).

Для получения утолщения на удаленной от торцов средней части заготовки эту часть нагревают в горне. По установленной вертикально на наковальне заготовке, поддерживаемой клещами, ударяют кувалдой по верхнему холодному торцу, в результате чего нагретая средняя или любая другая промежуточная часть заготовки утолщается (рис. 71, г).

Дефекты при осадке появляются в результате нарушения технологии.

Косогранность появляется по следующим причинам: длина осаживаемой части заготовки была больше 2,5 ее диаметра или стороны квадрата; удары кувалды, бойка молота или пресса наносились не по средней части торца, а по его краям; заготовка при осаживании не поворачивалась вокруг своей оси и не правилась при появлении незначительного продольного изгиба.

Зажимы (закованные складки) могут появиться от продольного изгиба при осадке, если его не ликвидировать в самом начале. Запоздалой правкой изогнутой при осадке заготовки не всегда удается избежать зажима.

Трещины могут появиться из-за расслоения волокон, если заготовка была нагрета недостаточно равномерно.

§ 32. Протяжка и пережим металла

Протяжкой называется кузнечная операция, при которой увеличение длины исходной заготовки происходит за счет уменьшения площади ее поперечного сечения. Протяжку выполняют следующими один за другим ударами молота с подачей заготовки вдоль оси протяжки и поворотами ее вокруг этой оси.

Два последовательных обжатия с промежуточной кантовкой на 90° называют переходом. При каждом ударе молота заготовка становится тоньше, увеличиваясь в длину и незначительно в ширину. При повороте заготовки на 90° удары молота приходятся уже по расширившейся части, вследствие чего происходит дальнейшее увеличение длины заготовки с незначительным увеличением ее ширины. Чем большая часть металла заготовки при каждом ударе или обжатии перемещается в длину и чем меньшая часть перемещается при этом в ширину, тем интенсивнее, быстрее осуществляется процесс протяжки заготовки и тем меньшее количество переходов потребуется для протяжки ее на заданную длину.

Интенсивность протяжки возрастает до определенного предела с увеличением ширины бойка или подачи (если ковка осуществляется не полной шириной бойка, а частью его, т. е. подача представляет собой ту часть заготовки, которая подается при каждом ударе). Чем выше качество поверхности бойков, тем меньше будет трение и тем интенсивнее протяжка. По сравнению с ковкой на плоских бойках интенсивность протяжки значительно возрастает в случаековки в вырезных и ра-

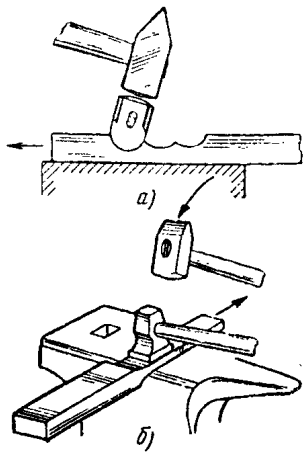


Рис. 72. Схема протяжки прутка на наковальне:

а — разгонка полукруглой раскаткой, *б* — проглаживающие плоской гладилкой

заготовки. Чем выше качество поверхности бойков, тем меньше будет трение и тем интенсивнее протяжка. По сравнению с ковкой на плоских бойках интенсивность протяжки значительно возрастает в случаековки в вырезных и ра-

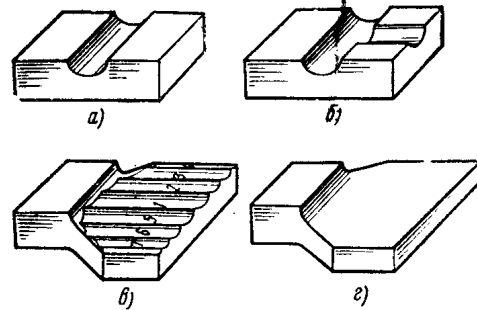


Рис. 73. Схема разгонки (расплющивания):

а — пережим, от которого ведут разгонку, *б* — начало перемещения металла раскаткой, *в* — последовательность ударов при перемещении металла, *г* — проглаженная плоской гладилкой поверхность

диусных бойках, а так же в обжимках, которые препятствуют уширению металла заготовки.

Приемы протяжки. Для протяжки заготовки и в длину и в ширину по нагретой заготовке, уложенной на наковальни, наносят ряд ударов молотом (кувалдой). Если требуется выполнить интенсивную протяжку только в длину, без уширения, пользуются узкими кувалдами со скругленными носками или подкладным инструментом: подбойками, плоскими или полукруглыми раскатками, круглыми пережимками, так как под воздействием узкого инструмента процесс протяжки идет быстрее (рис. 72, *а*). После этого поверхность поковки проглаживают плоской гладилкой (рис. 72, *б*).

Если необходимо осуществить протяжку в ширину больше, чем в длину, применяют операцию разгонки. Нагретую заготовку укладывают на наковальне и делают пережим ее по месту, от которого хотят начать разгонку (рис. 73). Затем, установив тонкую раскатку под углом 90° к сделанному пережиму, начиная от центра заготовки, ударами по раскатке перемещают металл от середины к краям в порядке, обозначенном цифрами (рис. 73, *б*, *в*). Неровную поверхность проглаживают затем плоской гладилкой под ударами кувалды (рис. 73, *г*).

Ниже приведены примеры протяжки при ручной ковке.

Первый пример. Протянуть часть заготовки прямоугольного сечения на полосу с резко выраженным уступом.

Нагретую до температуры началаковки заготовку (рис. 74, *а*) подают клещами на наковальню и удерживают левой рукой. При помощи линейки или кузнечного кронциркуля устанавливают место перехода от бруска исходного сечения на полосу. На место перехода кузнец правой рукой устанавливает перебивку (верхник), а молотобоец легкими ударами кувалды внедряет ее в тело бруска на глубину уступа (рис. 74, *б*).

Далее, очистив наковальню от окалины, отделившейся от заготовки при пережиме, кузнец устанавливает правой рукой подбойку на оттягиваемую часть заготовки. Молотобоец наносит частые и сильные удары по подбойке, которую кузнец перемещает от места пережима к концу оттягиваемой части заготовки. При протяжке заготовка все же несколько уширяется, поэтому необходимо периодически после двух-трех ударов кантовать заготовку и проковывать ее на ребро легкими ударами, не допуская при этом изгиба протянутой части заготовки, а при появлении «желобчатости» немедленно править ее. Протянутая таким способом заготовка примет вид, изображенный на рис. 74, *в*.

Неровности поверхности проглаживают плоскими гладилками, устанавливаемыми на заготовку, по которым наносят легкие удары, так как для выравнивания поверхности требуются небольшие усилия. Окончательно отделанная поковка получает вид, показанный на рис. 74, *г*.

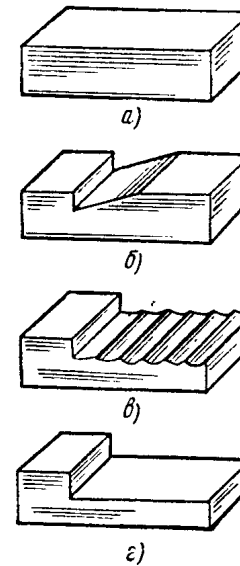


Рис. 74. Схема вытяжки на полосу с односторонним уступом:

а — нагретая заготовка, *б* — уступ, выполненный перебивкой, *в* — протянутая подбойкой заготовка, *г* — окончательно отделанная плоской гладилкой заготовка

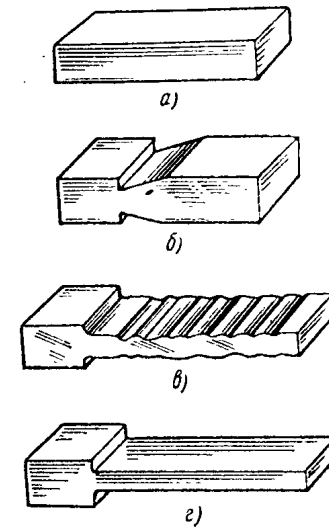


Рис. 75. Схема вытяжки на полосу с двусторонним уступом:

а — нагретая заготовка, *б* — уступы, выполненные одновременно двумя перебивками, *в* — протянутая подбойкой с двух сторон заготовка, *г* — окончательно отделанная плоской гладилкой заготовка

Второй пример. Протянуть часть заготовки прямоугольного сечения на полосу с резко выраженным двусторонним уступом.

Нагретую до ковочной температуры заготовку (рис. 75, *а*) подают клещами на нижний перебивку, установленный хвостовиком в квадратное отверстие наковальни, и удерживают левой рукой. Правой рукой кузнец устанавливает верх-

ник перебивки строго вертикально над лезвием нижника, и молотобоец легкими ударами внедряет одновременно обе перебивки в тело заготовки на требуемую глубину. Заготовка принимает вид, изображенный на рис. 75, б.

Уложенную на наковальне горячую заготовку протягивают, как описано в первом примере, сначала с одной стороны, а затем после поворота на 180° с помощью подбойки — с другой стороны. Через каждые два-три удара заготовку кантуют на 90° и проковывают на ребро легкими ударами кувалды. После двусторонней протяжки заготовка получает вид, показанный на рис. 75, в. В результате проведенной двусторонней протяжки заготовка остыла и требует подогрева. После подогрева поверхность заготовки, тщательно очищенная от окалины, подвергается отделке с помощью плоской гладилки, и поковка принимает вид, показанный на рис. 75, г.

Третий пример. Протянуть конец заготовки квадратного сечения на меньший размер.

Как и в предыдущем примере, перебивку заготовки (рис. 76, а) осуществляют с двух сторон, затем кантуют заготовку на 90° и перебивают третью и четвертую стороны на глубину уступа (рис. 76, б).

Последующую протяжку осуществляют подбойкой от места пережима к концу оттягиваемой части заготовки с поворотом после каждого удара на 90° (рис. 76, в).

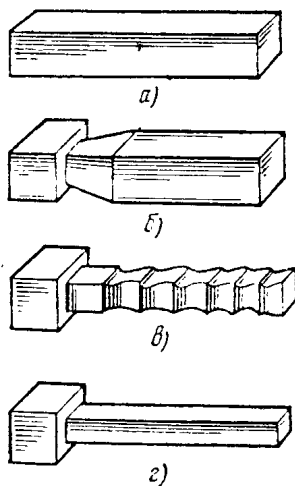


Рис. 76. Схема вытяжки на квадратное сечение: а — нагретая заготовка, б — уступы, выполненные перебивкой, в — протянутая подбойкой последовательно с четырех сторон заготовка, г — окончательно отделанная плоской гладилкой заготовка

Подогретую и тщательно очищенную от окалины заготовку проглаживают плоской гладилкой с кантовкой через каждые два-три удара. Вид поковки после отделки показан на рис. 76, г.

Четвертый пример. Протянуть часть квадратной заготовки на круглое сечение.

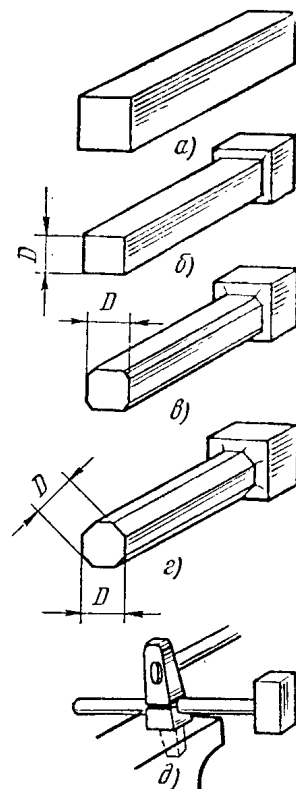


Рис. 77. Схема вытяжки квадрата на круглое сечение: а — нагретая заготовка, б — вытянутая на квадрат со стороной D , равной диаметру круга, заготовка, в, г — получение восьмигранника на протянутой части, д — подкатка заготовки круглой обжимкой

Ковка ведется с квадрата на квадрат меньшего сечения со стороны, равной диаметру требуемого круга (или на 2—3% меньше его). Выполняется ковка так же, как и в предыдущем примере (рис. 77 а, б).

Подогретую заготовку, зажатую в клещах и очищенную от окалины, подают на наковальню, и после установки ее ребром на наковальне молотобоец частыми и сильными ударами кувалды сбивает углы (рис. 77, в). Заготовку кантуют на 90° через каждые два-три удара, так что все четыре угла протянутой части заготовки постепенно сбиваются. Сечение протянутой части заготовки становится восьмигранником (рис. 77, г).

Далее снова подогретую заготовку, зажатую в клещах, очищают от окалины и укладывают на нижник круглой обжимки, установленной в квадратное отверстие наковальни. Кузнец накладывает на заготовку верхник круглой обжимки, а молотобоец наносит легкие удары кувалды по верхнику. При подкатке кузнец все время поворачивает левой рукой заготовку вокруг ее оси по винтовой, т. е. с постепенной подачей вперед до тех пор, пока поковка по всей длине не примет соответствующие размеры и форму (рис. 77, д).

Перед началом некоторых операций на заготовке наносят разметочные углубления. Протяжку выполняют круглыми раскатками. Вслед за протяжкой осуществляют пережим (перебивку) металла, с помощью которого намеченные углубления увеличиваются до размеров уступов или выемок. Пережим определяет место и объем металла, подлежащий перемещению, и производится с одной или нескольких сторон заготовки.

Пережим для протяжки прямоугольной заготовки на меньшее сечение выполняется в такой последовательности. Сначала делают протяжку с двух противоположных сторон, а затем пережим по намеченным местам до требуемой глубины. После этого, размечают остальные две стороны и выполняют пережимы. При пережиме обычно происходит утяжка металла по месту внедрения пережимки с некоторым местным понижением высоты заготовки. Учитывая это явление, размеры поперечного сечения заготовки до пережима надо брать с некоторым завышением. Для выравнивания углов у мест пережима применяют последующую разгонку металла с помощью полукруглых и клиновых раскаток.

Правила техники безопасности. При выполнении операции протяжки и ее разновидностей кузнец обязан:

если позволяет процесс ковки, надевать на рукоятки клещей зажимные кольца или полукольца (шпандыри), держать клещи сбоку от себя и следить за тем, чтобы не было ударов по губкам клещей;

укладывать заготовку на наковальне всей плоскостью, чтобы избежать при ударе резкого подбрасывания клещей с заготовкой. Для получения надежного прилегания протягиваемой заготовки к наковальне необходимо до ковки наложить молот на заготовку легким ударом;

при пользовании подкладным инструментом — подбойками, перебивками, пережимками, раскатками, обжимками и др. — устанавливать его на заготовку строго вертикально, чтобы избежать отбрасывания инструмента при ударе;

оборудование для правки поковок должно быть оснащено (на случай выброса поковки) ловушками, устройствами для зажима поковки или иметь надежное ограждение опасной зоны.

§ 33. Гибка, раскатка и скручивание

Гибкой называется операция, при которой заготовке или поковке придается требуемая кривизна контура путем изгиба в заданном направлении. В качестве заготовок для гибки часто используют прокат прямоугольного, круглого и фасонного сечения.

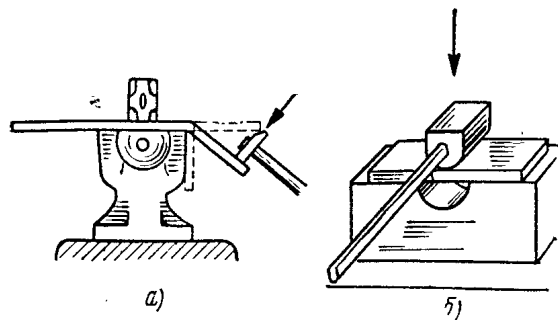


Рис. 78. Приемы гибки при ручной ковке:
а — при помощи ручника, б — в подкладном нижнике

Гибка заготовок при ковке может осуществляться на наковальне с помощью ручника (рис. 78, а) или в подкладном нижнике (рис. 78, б).

В первом случае заготовку укладывают на наковальне, прижимают кувалдой и ударами по свободному концу изгибают на кромке наличника или на роге наковальни. Для

гибки большой партии заготовок применяют подкладные приспособления. Инструментом для гибки служат скобы, оправки, колодки.

При гибке происходит изменение первоначальной формы и некоторое уменьшение площади поперечного сечения заготовки (рис. 79). В зоне гибки между плоскостями *ab* и *bc* происходят следующие изменения: волокна металла, которые находятся выше линии *Н—Н* — растягиваются, ниже линии *Н—Н* — сжимаются. Чем дальше волокна находятся от линии *Н—Н*, тем больше они растягиваются или сжимаются. Волокна металла, расположенные по линии *Н—Н*, не испытывают ни растяжения, ни сжатия, они образуют нейтральный слой заготовки.

В зависимости от профиля исходного прутка сечение заготовки в зоне изгиба изменяется и принимает овальную форму при круглом (рис. 79, б) и форму трапеции при квадратном прутке (рис. 79, в).

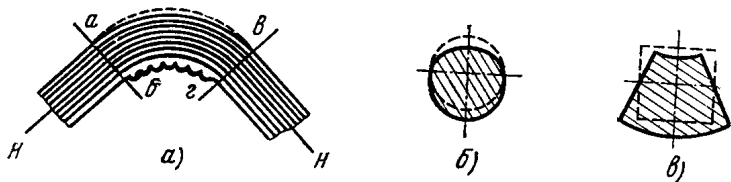


Рис. 79. Схема изменения волокон (а) и формы поперечного сечения (б, в) заготовки при гибке

Для того чтобы устранить искажение формы поперечного сечения и не допустить уменьшения площади поперечного сечения поковки в месте изгиба, применяют различные способы.

Способ предварительной подготовки (рис. 80, а) заключается в том, что внешнюю сторону изгибаемой заготовки прямоугольного сечения делают толще на величину уменьшения сечения при гибке. Такое утолщение может быть получено, например, при протяжке концов заготовки.

Способ последующей высадки применяют при гибке коротких заготовок (рис. 80, б). В этом случае подсадку, т. е. набор металла в зоне изгиба, ведут после выполнения гибки путем нанесения ударов по короткому торцу.

Наиболее широко при ручной ковке применяется способ попеременной высадки и гибки (рис. 80, в). Этот способ заключается в том, что после изгиба на незначительный угол заготовку подвергают осадке с последующим чередованием гибки и высадки до тех пор, пока не будет достигнут заданный угол изгиба. При этом заготовку нагревают только на том участке, который подвергается изгибу.

Для того чтобы получить после гибки заготовки прямые и острые внешние углы, пользуются методом перемещения предварительно набранного металла в направлении вершины угла. Этот при-

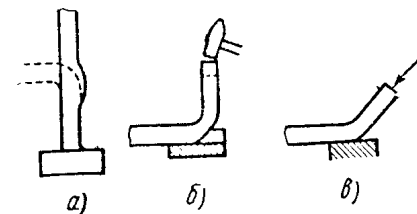


Рис. 80. Способы устранения явлений утяжки при гибке:

а — утолщение внешней стороны изгибаемой заготовки, б — последующая высадка короткой заготовки, в — попеременные высадка и гибка

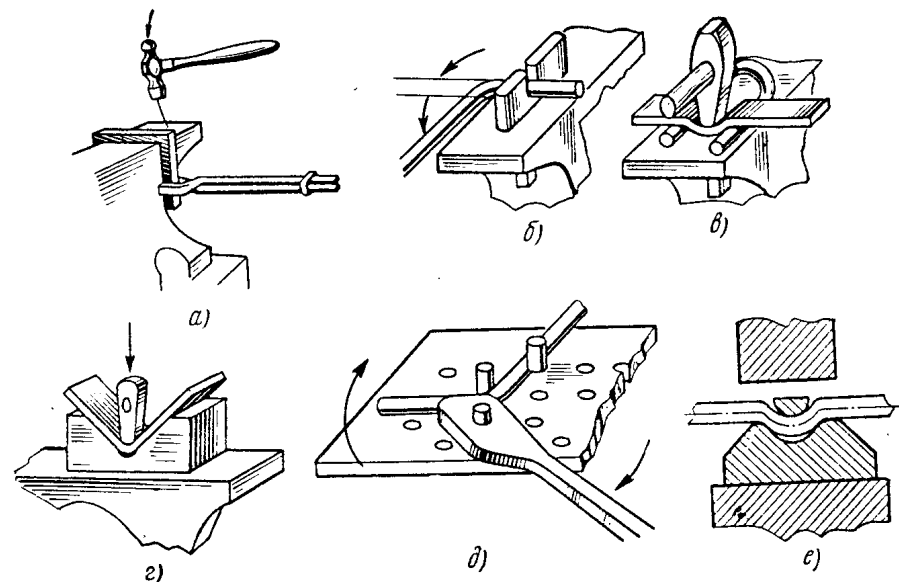


Рис. 81. Способы предварительной гибки и оформления внешних углов:
а — протяжка угла; гибка; б — в вилке, в — на скобе, г — в угловом нижнике, д — на плите с помощью переставных шпилек и рычага, е — в подкладном приспособлении раскаткой

ем называют «протянуть угол» и осуществляют на наковальне ручником и кувалдой (рис. 81, а). Ударами ручника и кувалды производят «протяжку» в направлении вершины угла, как показано на рисунке стрелкой, благодаря чему металл перемещается (течет) в требуемом направлении. Таким же приемом с попеременными подсадкой и протяжкой осуществляют гибку в поковках с острыми внешними углами.

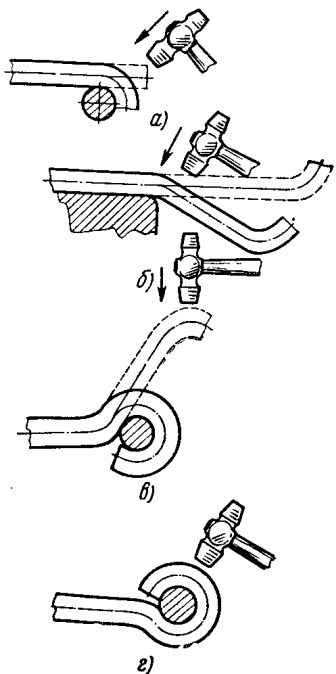


Рис. 82. Переходы при гибке ушка на круглом прутке: а — подгибка конца, б — отгибка в противоположную сторону, в — догнибка ушка, г — отделка ушка

Для выполнения предварительных гибочных операций при обработке заготовок из круглого и полового материала применяют различные приспособления: вилки, угловые нижники, плиты для гибки, ролики и др. Схемы гибочных работ, осуществляемых на этих приспособлениях, показаны на рис. 81, б, в, г, д.

Круглые прутки небольших сечений гнут в вилке с квадратным хвостовиком, которую устанавливают на наковальне (рис. 81, б). В некоторых кузнечных цехах предварительную гибку пруткового материала

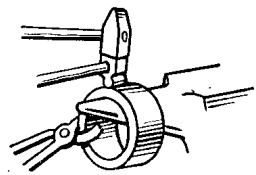


Рис. 83. Схема раздачи (дальнейшего увеличения диаметра) кольца

ла и гибку отдельных участков поковок осуществляют на плите с большим количеством отверстий с помощью переставных шпилек и рычага (см. рис. 81, д).

Для гибки фасонных профилей применяют колодки — шаблоны, устанавливаемые на наковальне, по которым изгибают угольник под прямой, острый или закругленный по радиусу угол. Перед изгибом под прямой и острый угол одну из полок угольника соответственно вырубает.

Для получения гибких кольцеобразных поковок при ручной ковке пользуются рогом наковальни — круглой его частью. Так как последняя имеет коническую форму, то, располагая заготовку в разных местах рога, можно получить закругление или кольцо соответствующего радиуса.

Операцию гибки ушка небольшого размера на конце круглого прутка выполняют на роге у самого носка наковальни с помощью ручника. Нагретую с торца заготовку укладывают поперек носка наковальни и ударами ручника подгибают конец (рис. 82, а). Затем укладывают прутки на ребро наковальни и конец, равный развернутой длине ушка, отгибают в противоположную сторону под угол 45—60° (рис. 82, б). Изогнутую заготовку накладывают (перекапывают ее на 180°) поперек носка наковальни и догибают ушко (рис. 82, в). Отделку ушка (рис. 82, г) ведут, накинув заготовку на носок наковальни, легкими ударами ручника, чтобы сохранить размер исходной заготовки. Всю операцию гибки ушка проводят в быстром темпе с одного нагрева.

При гибке полосового материала пользуются скобами, устанавливаемыми на наковальне, или подкладными угловыми нижниками. Гибка полосы на скобе показана на рис. 81, в. Схема гибки полосы на угловом нижнике показана на рис. 81, г. Полосовую заготовку для гибки укладывают строго перпендикулярно рабочим ребрам скобы или углового нижника, а верхник устанавливают строго против вершины угла нижника.

Брак при гибке. При гибке могут появляться следующие виды брака: разрыв металла, утяжка металла, неточность размеров.

Разрыв металла. В местах максимального растяжения волокон, наиболее удаленных от нейтральной оси, из-за недостаточной пластичности происходит разрыв материала (трещины). Причиной появления трещин может быть недостаточный нагрев заготовки или остывание заготовки при недостаточном темпе работы кузнецов.

Утяжка металла. В результате изгиба уменьшается размер сечения внешней от нейтрального слоя зоны сечения заготовки. Брак появляется из-за необеспеченности зоны изгиба предварительным набором металла путем подсадки или же из-за неправильного ведения операции.

Неточность размеров. Поковка не получилась из-за нехватки металла или, наоборот, имеет большие излишки металла на концах. Причина дефекта — неправильный расчет длины заготовки.

Раскатку кольцевых поковок по диаметру применяют как средство получения цельнокованных так называемых бесшовных колец, венцов, обечаек и др. Получение бесшовных колец методомковки состоит из следующих переходов:

заготовку, нагретую до температуры началаковки, предварительно осаживают и подкапывают на круглое сечение;

прошивают или пробивают отверстие по центру осаженой заготовки с некоторой потерей металла на выдру;

при помощи набора бочкообразных оправок — калибров (рис. 55, в) отверстие расширяют, при этом происходит выравнивание внутренней поверхности и некоторое утончение стенок кольца.

Если заданные размеры готового кольца требуют дальнейшего

увеличения диаметра поковки, то при ручной ковке кольцо надевают на рог наковальни и ударами кувалды по подбойке (рис. 83) или непосредственно по металлу куют до требуемых размеров. Во времяковки кольцо поворачивают на роге наковальни, как на оправке, равномерно в одном направлении.

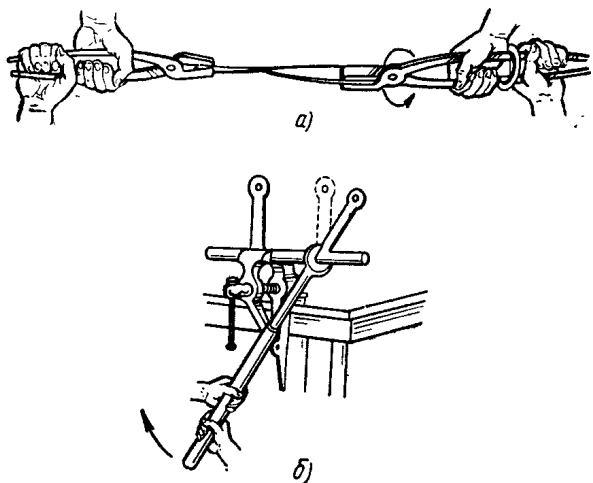


Рис. 84. Приемы закручивания при ковке мелких, средних и крупных поковок:
а — ручной при помощи клещей, б — ручной при помощи тисков, в — при помощи подъемного крана; 1 — вилка, 2 — вал, 3 — бойки, 4 — противовес

Скручиванием называется операция, при которой одна часть заготовки поворачивается по отношению к другой на некоторый угол вокруг общей продольной оси. Применение скручивания позволяет отковывать все части поковки в одной плоскости.

Скручивание может сочетаться с операциямиковки или может выполняться после

окончательного изготовления поковки. Скручивание производится с зажимом заготовки в клещах и тисках.

Нагретую до высокой температуры плоскую полосовую заготовку, зажав в клещах, можно скрутить на один, два и более оборотов (рис. 84), получив таким образом из плоской заготовки поковку спирального вида. Таким способом кузнецы изготавливают спиральные сверла и детали декоративных изделий.

При изготовлении передаточных валов с развилками и подобных им деталей небольших размеров, ковку ведут в одной плоскости, а затем с помощью тисков и ключа с надставкой скручивают (рис. 84, б) поковку на требуемый угол.

§ 34. Пробивка и прошивка отверстий

Пробивку и прошивку применяют для получения в заготовке или поковке сквозного отверстия.

Пробивкой называется кузнечная операция, при которой с помощью прошивки на подкладном кольце получают в поковке сквозное отверстие.

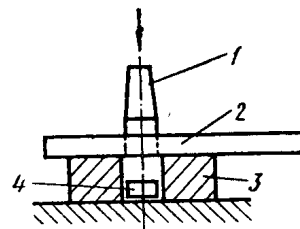


Рис. 85. Схема прошивки отверстия при ручной ковке:

1 — прошивень, 2 — полоса, 3 — подкладное кольцо, 4 — выдра

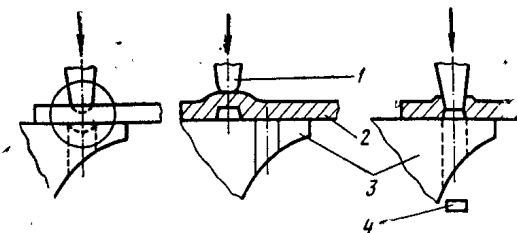


Рис. 86. Схема пробивки отверстия при ручной ковке:

1 — бородок, 2 — полоса, 3 — наковальня, 4 — выдра

Прошивень проходит насквозь через всю высоту заготовки (рис. 85). При этом металл очень незначительно раздается в стороны, не искажая существенно формы заготовки. В заготовках и поковках отверстия пробивают сплошными или пустотелыми прошивнями (см. рис. 53) в зависимости от размера отверстия.

Прошивкой называется кузнечная операция, при которой отверстие в заготовке или поковке получают без применения подкладного кольца. Сквозное отверстие образуется в два приема с возвратом пробойника (рис. 86). При первом приеме пробойник внедряют в тело нагретой заготовки примерно до половины ее толщины и удаляют пробойник из образовавшегося углубления. Затем заготовку кантуют на 180° и, установив пробойник на слегка потемневшую часть металла, над сделанным углублением производят окончательное пробивание отверстия. Выдра (пробиваемая часть металла), удаляемая в отходы, выпадает через окно в наковальне.

При прошивании отверстия металл из-под пробойника раздается в стороны, вследствие чего форма поковки или заготовки искажается. Поэтому операцию прошивки отверстий применяют в самой начальной стадииковки, т. е. задолго до окончательного формирования поковки.

Пробойник, которым пользуются при ручной ковке, называется бородком. Рабочая часть бородка в зависимости от назначения — круглая, квадратная, овальная и др. (см. рис. 48). Хорошая заточка бородка обеспечивает высококачественную поверхность прошитых отверстий. Конусность рабочей части бородка позволяет прошивать одним и тем же бородком отверстия разных размеров и облегчает извлечение бородка из металла.

На рис. 87, а показана прошивка овального отверстия в заготовке прямоугольного сечения, для чего пользуются соответствующей формы пробойником для предварительной прошивки отверстия в прутке с последующей отделкой отверстия на прямоугольной оправке после отделения (отрубания) заготовки от прутка.

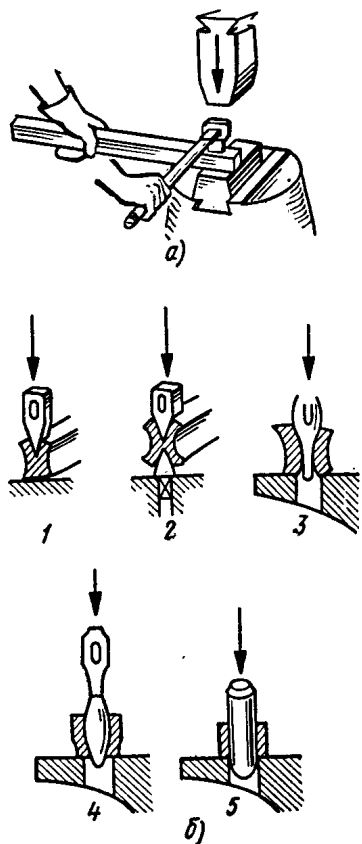


Рис. 87. Схема пробивки и отделки отверстий у заготовок с недостаточно устойчивой опорой:

а — предварительная пробивка овального отверстия, б — пробивка отверстия в заготовке узкого бруска

отверстий возникает из-за неправильной установки пробойника или бородка после кантовки заготовки на 180°.

Заусенцы на выходе прошивня или бородка при прошивке отверстия на подкладном кольце или над отверстием в наковальне могут появиться от того, что диаметр отверстия в подкладном инструменте намного больше диаметра пробиваемого в заготовке отверстия.

Появление рвани и трещин по кромкам прошиваемых

На рис. 87, б приведена схема прошивки отверстия в заготовке узкого бруска с малой неустойчивой опорной поверхностью. Зубилом или бородком с заостренной рабочей частью в нагретой заготовке, поставленной на наковальне малой стороной, пробивают до середины высоты бруска первое углубление (рис. 87, положение 1). Затем заготовку кантуют на 180° и первым углублением устанавливают на нижник перебивки или подсечку (рис. 87, положение 2). Установленную таким образом заготовку прошивают насквозь бородком, и, сняв с подсечки, легко раздают над отверстием в наковальне тем же бородком (рис. 87, положение 3). Расширив (раздав) полученное отверстие с помощью калибра (рис. 87, положение 4), поковку насаживают на оправку требуемого размера (рис. 87, положение 5) и проковывают на ней внешнюю поверхность прошитой части бруска или отделяют ее в полукруглых обжимках.

Дефекты прошивки и пробивки. При прошивке и пробивке отверстий в поковках могут возникнуть дефекты, главными из которых являются следующие.

Сильно затянутые края отверстия получаются при прошивке толстой заготовки без предварительного заглабления прошивки, а сразу на всю толщину.

Смещение осей пробитых

и пробиваемых отверстий на мелких и средних поковках и заготовках объясняется недостаточным нагревом заготовок перед прошивкой или выполнением прошивки остывшей заготовки.

Отклонение прошивня от оси слитка наблюдается при неравномерном нагреве слитка и непараллельности торцов слитка после его осадки перед прошивкой.

Во время пробивки и прошивки отверстий при ручной ковке необходимо соблюдать следующие правила техники безопасности:

бородки и пробойники устанавливать на горячий металл строго вертикально;

первый удар по бородку и пробойнику должен быть легким для незначительного внедрения инструмента в металл, а по мере заглабления бородка силу ударов можно наращивать.

§ 35. Кузнечная сварка

Кузнечной сваркой называется операция соединения пластическим деформированием нескольких заготовок, нагретых до сварочной температуры.

В настоящее время кузнечная сварка на машиностроительных заводах вытесняется более прогрессивными способами сварки и применяется сравнительно редко. Для успешного и высококачественного выполнения кузнечной сварки необходимо знать ряд правил, выполнение которых предопределяет прочность и надежность получаемого соединения.

Кузнечная сварка состоит из следующих этапов: подготовка свариваемых концов; нагревание концов до сварочной температуры; осуществление сварки; ковка и отделка сварного шва.

Подготовка концов к сварке заключается в наборе возможно большего объема металла у торцов и в придании им выпуклой формы, при которой шлаки и окалина легко удаляются наружу. Набор металла у торцов необходим для сохранения после сварки и проковки размера исходного сечения соединяемых частей. Форма подготовленных концов зависит от выбранного способа сварки.

Нагревание свариваемых концов до высокой температуры осуществляют в горнах или в сварочных печах. Лучшим топливом при нагреве под сварку является древесный уголь и кокс, так как в них отсутствует сера, ухудшающая качество сварки.

Для сварки мягкую сталь нагревают до температуры 1350—1370°С, которую определяют оптическим пирометром или на глаз по цвету каления: у мягкой стали нагретые до этой температуры концы имеют ослепительно белый цвет. При таких высоких температурах возможно интенсивное окисление, а при длительной выдержке — пережог металла. Чтобы избежать этого, свариваемые концы нагревают вначале до температуры 950—1050°С и посыпают их флюсом — порошком, состоящим из мелкого просеянного кварцевого песка, буры и поваренной соли, и продолжают нагрев до сварочной температуры. Флюсы растворяют окалину и образо-

выдают шлак в виде силикатной пленки, которая обволакивает поверхность нагреваемых концов и предохраняет их от окисления при дальнейшем повышении температуры.

Успешное проведение кузнечной сварки во многом зависит от того, как будет осуществлен нагрев концов заготовок, подлежащих сварке. Кроме правильного нагрева, необходимо обеспечить хорошее качество поверхностей свариваемых частей металла. На них не должно быть окалины и шлака, наличие которых мешает тесному соприкосновению и взаимному проникновению частиц металла при сварке.

Сварку выполняют в быстром темпе и при высокой температуре. Когда концы заготовки доведены до требуемой температуры, их выдают из горна, сбивают хрупкий шлак молотками, скребками и ударами о наковальню или о нижний боек. Затем, быстро приложив друг к другу подлежащие сварке зачищенные места, проковывают место соединения сначала легкими частыми, а потом сильными ударами до исходных размеров сечения свариваемых частей. При нанесении легких ударов происходит вытеснение оставшихся шлаков с выпуклых поверхностей и взаимное проникновение частиц металла свариваемых концов. Последующая интенсивная проковка создает условия для более глубокого взаимного проникновения частиц металла свариваемых концов. Кроме того, проковка утолщенных концов сильными ударами молота приводит к измельчению крупных зерен, выросших во время нагрева металла до сварки. Сварной шов отделяют с помощью обжимок, гладилок и подбоек в зависимости от формы и сечения шва.

Склонность металлов к свариваемости различна. Не все стали одинаково хорошо свариваются. Чем меньше в составе стали вредных примесей — серы и фосфора, тем она лучше сваривается. С увеличением содержания углерода в конструкционных сталях свариваемость их ухудшается. Хром, вольфрам, медь и некоторые другие элементы понижают свариваемость сталей. При увеличении содержания марганца до 0,6—0,8% свариваемость стали улучшается. Высококачественная кузнечная сварка может быть осуществлена при следующих предельных количествах в стали (%): углерода 0,20—0,30, марганца 0,60—0,80, кремния не более 0,20, фосфора и серы не более 0,05.

Подготовку концов свариваемых частей и их сварку осуществляют разными способами, основные из которых показаны на рис. 88.

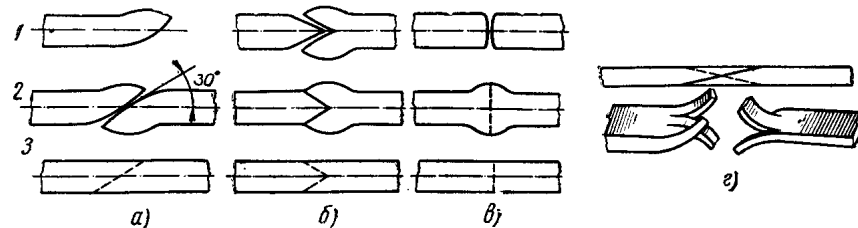


Рис. 88. Схема кузнечной сварки:
а — внахлестку, б — вразруб, в — встык, г — вращеп

Сварка внахлестку (внапуск) (рис. 88, а) является самым распространенным способом, обеспечивающим увеличенную площадь соприкосновения свариваемых частей. Подготовка концов к сварке этим способом (рис. 88, а, 1) сводится к набору металла на торцах и вытяжке, так называемых лацканов, поверхность которых в местах соприкосновения при сварке удобна для удаления из шва оставшихся шлаков. Концы нагревают до 950—1000°С и после подачи на их поверхность флюсов доводят температуру до ярко-белого свечения металла. Затем очищенные от шлака поверхности лацканов накладывают один на другой и прижимают легкими ударами друг к другу (рис. 88, а, 2). Место сварки проковывают и отделяют (рис. 88, а, 3).



Рис. 89. Схемаковки топора с наваренным лезвием:

а — пережим и протяжка одностороннего выступа, б — ияметка, пережим и ковка односторонних выемок и концов для сварки «в лапу», в — гибка по обуху и подгонка клина, г — проковка после сварки, вытяжки, расплющивания и отделки

Сварка вразруб (в замок или в лапу) (рис. 88, б) применяется при сварке различных составов сталей. Один конец высаживают и разрубают с разворотом, а второй конец оттягивают на клин (рис. 88, б, 1). После нагрева очищенные от шлака концы заводят один в другой (рис. 88, б, 2), сваривают, проковывают и отделяют (рис. 88, б, 3).

Сварка встык применяется для соединения коротких концов изделий, когда трудно увеличить площадь соприкосновения свариваемых концов и получить лацканы, поверхности которых удобны для выжимания шлаков. При полном отсутствии возможности высадки торцы могут быть лишь слегка закругленными (рис. 88, в, 1); при небольшом наборе металла (рис. 88, в, 2) допускается последующая проковка утолщенной части свариваемого места (рис. 88, в, 3).

Сварка вращеп применяется для соединения деталей из полосового материала (рис. 88, г). Ниже приведены примерыковки с применением кузнечной сварки.

Сварка прямолинейных участков. Плотничный топор может быть изготовлен сварным. В этом случае полотно топора и его обушок куют из низкоуглеродистой стали, а рубящую часть — из инструментальной. Обе части топора соединяют кузнечной сваркой. Ковку заканчивают вытяжкой и расплющиванием полотна с отделкой всей поверхности (рис. 89). Так как материалом свариваемых частей являются различные марки стали, то сварку выполняют вразруб (в лапу). Лапу делают в заготовке из низкоуглеродистой стали, а клиновидный конец — из инструментальной.

Последовательностьковки топора следующая: от полосы сечением 60×35 из Ст3 отрубают заготовку, нагревают до температуры 1190°С, намечают средний выступ и протягивают оба конца на полосы (рис. 89, а). После подогрева заготовку пережимают по обе стороны выступа для оформления отверстия под топориче, утончают концы лап (рис. 89, б) и изгибают обушковую часть топора (рис. 89, в). Заготовку из инструментальной стали У7 для лезвия топора нагревают до температуры 1150°С и опускают на клин. Клиновую и замковую части подгоняют одну к другой до полного совпадения и после нагрева до необходимой температуры сваривают.

Тщательно очищенные от шлаков свариваемые поверхности вводят в замочное соприкосновение и частыми ударами сжимают, после чего сильными ударами боевых молотов проковывают место сварки. Одновременно со сваркой куют на окончательные размеры, а затем отделяют (рис. 89, г). Для улучшения свариваемости на поверхность клиновидной части вместе с флюсами подают опилки или сетку из тонкой низкоуглеродистой проволоки с целью получения более обезуглероженного поверхностного слоя металла.

Сварка колец. При небольшом сечении стенки кольца работу ведут ручной ковкой на наковальне. Вид кузнечной сварки принимают внахлестку — напласко. Отрубленную по расчетным размерам полосовую заготовку подвергают первому этапу — подготовке свариваемых концов. Концы полосовой заготовки поочередно нагревают и протягивают «напласко» на клин. Затем всю заготовку нагревают и изгибают на роге наковальни, пригоняя оттянутые концы один к другому. После этого разводят концы, чтобы обеспечить доступ к их поверхности при подаче флюсов и возможность очистки их от шлаков. Подготовленную заготовку закладывают в горн и разогревают до сварочной температуры, предохраняя от окисления флюсами. Тщательно очищенную от шлаков заготовку надевают на рог наковальни и шов проковывают (рис. 90, а).

Качество сварки и контроль. Качество сварки определяется прочностью сварного шва. Если прочность его составляет не менее 85% прочности основного металла, то сварка считается хорошей. Качество сварки пруткового и полосового материала проверяют изгибом по месту сварного шва. Если при изгибе на шве не появятся трещины, то сварка считается удовлетворительной.

Дефекты сварки. К дефектам сварки относятся: непровар, неточность размеров и пережог металла.

Непровар может появиться вследствие окисления свариваемых поверхностей, вызываемого недоброкачественной обработкой флюсами в процессе нагрева.

Неточность размеров получается от того, что при подготовке концов к сварке не было обеспечено достаточное утолщение их. В результате этого сечение в месте сварки после проковки окажется меньше исходного.

Пережог является дефектом неисправимым, он появляется при чрезмерно высокой температуре нагрева заготовок под сварку.

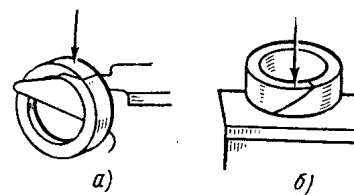


Рис. 90. Схема кузнечной сварки колец из полосового материала:

а — проковка шва на роге наковальни, б — проковка «на ребро» под бойками молота

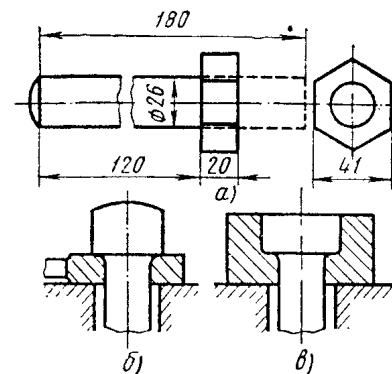


Рис. 91. Схема фасоннойковки с применением подкладного штампа: а — эскиз поковки болта, б — оформление перехода головки к стержню, в — формовка головки болта

§ 36. Фасоннаяковка

Если для получения поковки сложной конфигурации применяют все или почти все основные кузнечные операции с использованием не только универсального и кузнечного инструмента, но и специальных приспособлений и подкладных штампов, то такаяковка называется фасонной.

Примером фасонной ручнойковки может служить изготовление заготовки болта с шестигранной головкой (рис. 91, а). Такие болты изготавливают обычно из круглого материала, диаметр которого соответствует диаметру стержня болта. Определив объем головки болта и зная длину стержня, режут пруток на заготовки. Отрезанную заготовку нагревают на длине 70 мм, после чего высаживают конец до высоты головки и придают ей вручную приблизительную форму. После этого, пользуясь гвоздильней (рис. 91, б), оформляют переход стержня к головке болта. Окончательно головку оформляют в подкладном штампе (рис. 91, в).

Ковку концов соединительных тяг (или вилок) небольших размеров осуществляют вручную на наковальне, применяя набор кузнечного инструмента. Нагретую до температуры началаковки мерную заготовку квадратного сечения (рис. 92, а) пережимают на требуемой длине в парных подбойках и сбивают на торце углы по плоскостям пережима, как показано на рис. 92, б. Затем при помощи пробойника (круглого или овального) пробивают сквозное отверстие

тие как можно ближе к перебивке и закругляют конец заготовки парными обжимками; нанеся мету длины головки, выбивают полукруглыми подбойками (верхником и нижником) уступы на всех четырех гранях заготовки, как показано на рис. 92, в. Прорубают головку (от отверстия до торца) при помощи узкого кузнечного зубила, при этом разрубленные половинки несколько разводят в стороны (рис. 92, г).

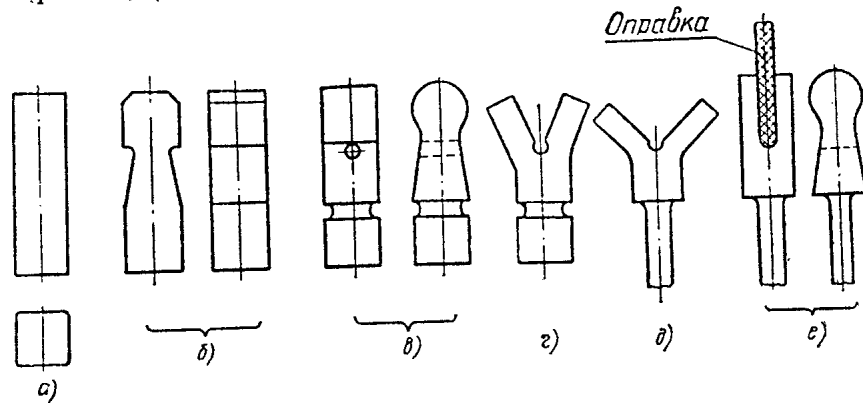


Рис. 92. Схемаковки концев соединительной тяги:
а — исходная заготовка, б — е — переходы

Каждую половинку головки тяги проковывают на ребре наличника наковальни и проглаживают плоской гладилкой, а по выбитым уступам осуществляют протяжку хвостовой части тяги до требуемого сечения (рис. 92, д) и подкатывают ее в обжимках до необходимого размера (диаметра).

Правят и калибруют зев (между щеками) головки тяги (или перьями вилки) на оправке (см. рис. 92, е) при помощи плоской гладилки, уложив поковку на наличник наковальни.

Качество полученных фасонной ковкой поволоков зависит от многих факторов. Чаще всего дефекты поволоков вызываются следующими причинами: неправильно выбранным способомковки; неправильным нагревом заготовки; неправильным температурным режимомковки; недоброкачественным материалом заготовки; неправильным режимом охлаждения поволоки послековки (слишком быстрым или неравномерным).

Основные виды дефектов и способы их устранения. Основные дефекты — это засечки, зажимы и складки, маломерность поковки.

Засечки. При наметке металла топором может получиться излишне глубокое надрубание, в результате чего появляется опасный дефект — засечка. Во избежание этого дефекта топором выполняют незначительную прошивку, затем осуществляют пережимы с помощью трехгранной пережимки.

Зажимы и складки. Зажимы образуются в результате того, что некоторые части заготовок осаживаются неравномерно,

сползают на основную массу металла и не свариваются с ним. Зажимы на поковках появляются при малых захватах металла бойками во время протяжки (вытяжки), при неисправности бойков (износа краев), от перекоса или слабого закрепления бойков клиньями.

Маломерность поковки. Причинами маломерности поковки являются неправильный расчет заготовки, неточная отрезка металла или излишние нагревы заготовки в процессековки, вызвавшие повышенные потери на угар. Этот дефект выражается в том, что размеры поковки получаются меньше чертежных, и приводит к тому, что после механической обработки на некоторых участках детали остается «чернота». При значительных отступлениях от чертежных размеров поковка бракуется.

Передовые методы фасоннойковки развиваются в направлении изготовления точных поволоков, требующих меньшей последующей обработки на металлорежущих станках. Опыт кузнецов-новаторов показывает, что технология ручнойковки развивается в направлении широкого использования подкладного инструмента, специальных приспособлений и подкладных штампов.

§ 37. Правка

При отделке поверхности поволоков и заготовок применяют операцию правки, с помощью которой устраняют неровности, кривизну и прочие недостатки. Чаще всего правке подвергают заготовки и поковки, изготовленные из листового металла, из полосы, из сортового проката, а также сварные поковки различных конструкций.

Различают правку ручную и машинную. Ручную правку выполняют на наковальне или на правильных плитах при помощи ручников и кувалд. Правку машинную осуществляют под молотами или прессами, а плоские равной толщины полосовые и листовые поковки правят на специальных правильных вальцах. Правку полосового материала вручную осуществляют на наковальне ручником и кувалдой, нанося удары по заготовке сферической частью бойка.

Заготовка, изогнутая по плоскости полосы (рис. 93, а), требует простейшей правки. Укладывают заготовку на наличнике наковальни выпуклой частью полосы вверх и придерживают левой рукой, а правой наносят сильные удары ручника и молота по примыкающим к наличнику краям выпуклости и постепенно по мере выправления полосы приближают удары к середине выпуклой части. Чем больше толщина полосы и кривизна заготовки, тем сильнее должны быть на-

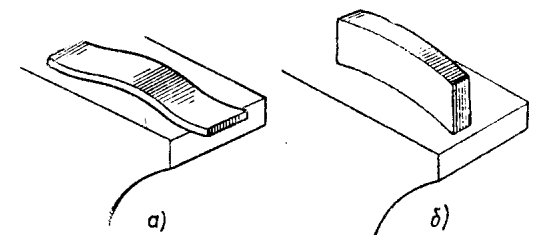


Рис. 93. Правка полосового материала:
а — по плоскости, б — по ребру

носимые удары. По мере того, как выправляется заготовка, надо ослаблять силу ударов, заканчивая правку легкими ударами.

Заготовка, изогнутая по ребру полосы (рис. 93, б), требует деформации растяжения части металла путем правки, когда сильные удары наносят носками ручника и кувалды с целью односторонней растяжки или удлинения места изгиба. В дальнейшем сильные удары бойком наносят от мест растяжки на плоскости к краям полосы-заготовки, постепенно ослабляя силу ударов. При таком способе нижнее сжатое при изгибе ребро заготовки вытягивается больше, чем верхнее растянутое, благодаря чему полосовая заготовка-поковка выравнивается.

Иногда в полосовой заготовке-поковке имеются оба из указанных выше видов изгиба — по плоскости и по ребру. Чтобы править такую заготовку, ее укладывают на напильник наковальни изогнутой (по плоскости) частью кверху и ведут правку, как указано выше, от краев к середине выпуклости и периодически в процессе правки поворачивают полосу с одной плоскости на другую. Когда правка вчерне закончена, приступают к удалению изгиба по ребру. Эту операцию ведут, как указано выше, и заканчивают окончательной правкой, поворачивая поковку после одного-двух ударов с одного ребра на другое.

Правка листовой заготовки более сложна, так как она зависит от вида деформаций, действовавших на листовой металл в процессе прокатки, во время раскроя на мерные заготовки, при резке листа или при вырубке заготовки по контуру и т. п.

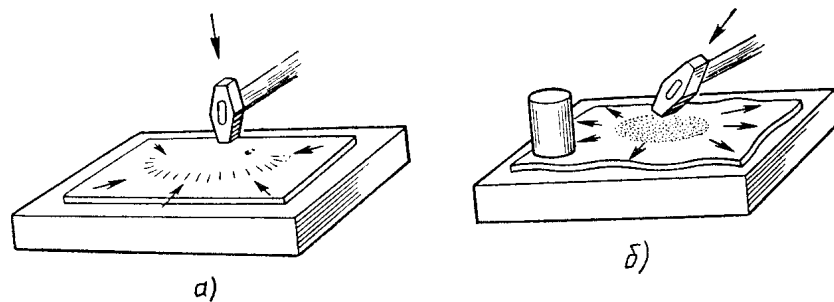


Рис. 94. Правка листовых заготовок:

а — правка выпуклости в середине, б — правка волнистых краев заготовки

Все неровности, требующие устранения в заготовках, можно разделить на три вида дефектов. К первому виду относят выпуклости или впадины в средней части листовой заготовки-поковки. Вторым видом дефекта характеризуется волнистостью краев — кромок заготовки-поковки. К третьему виду относятся случаи наличия одновременно и выпуклости в средней части и волнистости кромок заготовки. Такой вид дефекта называют смешанным или сложным.

Правку листовой заготовки с дефектом первого вида производят следующим образом. Лист кладут на правильную плиту выпук-

лостью вверх и отмечают мелом границы выпуклой части (рис. 94), кромки листа при этом ложатся на плиту. Затем, поддерживая листовую заготовку левой рукой, правой наносят удары кувалдой от краев листа по направлению к выпуклости. На рис. 94, а точками показаны места нанесения ударов, а стрелками — направления ударов. Под действием ударов ровная часть листа, прилегающая к правильной плите, будет вытягиваться, а выпуклость станет постепенно выпрямляться. Если на листе имеется несколько выпуклостей, то удары следует наносить в промежутках между выпуклостями, в результате чего лист растягивается и выпуклости сводятся в одну общую, которую правят указанным выше методом.

Необходимо знать, что если листовая заготовка-поковка с выпуклостью не прилегает плотно к плите, то вытяжки металла по краям листа при ударах молота не получится. Поэтому лист следует прижимать кромками к наковальне или правильной плите, плотно уложив на выпуклую часть заготовки груз, и только при этом вести правку ударами сферической стороной бойка рабочего молота.

Выправив листовую заготовку-поковку с обеих сторон, следует установить, насколько уменьшилась выпуклость. Если она осталась еще значительной, то необходимо повторить правку ударами молота в том же порядке, но с меньшей силой до получения требуемой прямолинейности листовой поковки по всей ее плоскости.

Правка листовой заготовки-поковки, имеющей дефект в виде волнистости по краям, но с ровной средней частью, показана схематически на рис. 94, б.

Перед правкой, уложив заготовку-поковку на правильную плиту, устанавливают солидный груз на одну из волнистых кромок, а другую кромку прижимают левой рукой к плите и наносят удары молотом по ровной средней части заготовки (точками на рис. 94, б показаны места ударов, стрелками — направление ударов). В результате произойдет вытяжка в средней ровной части, а волнистости по кромкам станут исчезать. Перевернув листовую заготовку-поковку на другую сторону, следует продолжать правку по такой же схеме до получения требуемой прямолинейности плоскости заготовки-поковки.

Правка покоробленных уголков с нарушением перпендикулярности полков (малок) производится следующим методом. Если уголок имеет завал полков с нарушением перпендикулярности сторон, т. е. угол между полками меньше 90° , то правку ведут нанесением ударов ручником или кувалдой у вершины внутреннего угла (рис. 95, а). Если уголок покороблен наружу и угол между полками больше 90° ,

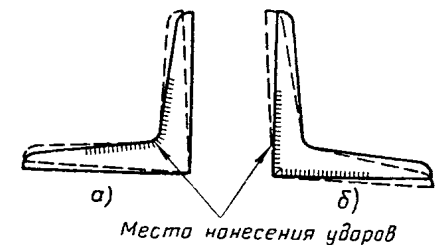


Рис. 95. Прием правки углового проката:

а — у вершины внутреннего угла, б — наружного угла

то правку надо вести нанесением ударов ручником или кувалдой (в зависимости от размера уголка) у вершины наружного угла (рис. 95, б).

ГЛАВА VI

СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

§ 38. Строение металлов и виды деформации

Изменение формы и размеров заготовки под действием внешних и внутренних сил называется деформацией.

Внешние силы прикладываются в виде ударов молота или нажатия прессы. Под действием внешних сил, а также при неравномерном нагреве и охлаждении в металле возникают внутренние силы.

Различают упругие деформации и деформации пластические. Если после снятия внешней нагрузки формы и размеры деформированного тела полностью восстанавливаются, то такая деформация называется упругой или обратимой. Если же после разгрузки форма тела не восстанавливается, то деформацию называют пластической или необратимой или остаточной.

Пластическая деформация происходит тогда, когда величина напряжений от внешней силы превышает предел упругости металла. Следует отметить, что пластическая деформация всегда сопровождается упругой. В подавляющем большинстве случаев обработки металлов давлением пластические деформации значительно превышают упругие, и поэтому последние часто не учитывают. Однако, например, в случае холодной гибки полосового материала когда упругие деформации соизмеримы с пластическими, пренебрежение упругими деформациями является грубой ошибкой.

Количественно деформация заготовки, например при осадке (рис. 96), определяется степенью деформации:

$$\varepsilon_i = \frac{H_0 - H_i}{H_0} \cdot 100\%,$$

где H_0 , H_i — высота заготовки до и после пластической деформации.

Силовое воздействие на заготовку определяется напряжением

$$\sigma_i = \frac{P_i}{F_i} \text{ кГ/мм}^2,$$

где P_i — усилие в момент деформирования заготовки до высоты H_i , кГ; F_i — площадь поперечного сечения заготовки в момент действия силы P_i , мм².

При обработке давлением металл противодействует внешним силам. Это противодействие является характеристикой металла, равно напряжению σ_i и называется сопротивлением металла деформированию. Эта величина зависит от природы металла, условий деформирования, химического состава сплава и т. д.

В случае растяжения деформация определяется как

$$\varepsilon_i = \frac{L_i - L_0}{L_0} \cdot 100\%,$$

где L_0 и L_i — соответственно длина заготовки до деформации и в момент действия силы P_i .

Сопротивление деформированию при растяжении определяется аналогично случаю осадки.

Скорость деформирования совпадает со скоростью движения деформирующего инструмента, например, при ковке — с величиной скорости движения верхнего бойка молота.

Скорость же деформации равна степени деформации, деленной на время деформирования:

$$\varepsilon_i' = \frac{\varepsilon_i}{\Delta t} \frac{1}{c}.$$

Пластической деформации могут подвергаться металлы, которые обладают свойством пластичности. Пластичность — это способность металлов под действием внешних сил необратимо изменять свою форму без разрушения.

Различные металлы имеют различные пластические свойства. Свинец значительно пластичнее железа, железо пластичнее чугуна. Количественно пластичность определяется максимально допустимой для данного металла величиной степени деформации. При сжатии степень деформации

$$\delta_{\text{сж}} = \frac{H_0 - H_k}{H_0} \cdot 100\%;$$

при растяжении

$$\delta = \frac{L_k - L_0}{L_0} \cdot 100\%,$$

где H_0 и L_0 — высота и длина заготовки до деформации; H_k и L_k — высота и длина заготовки в момент появления трещин в металле или в момент разрыва.

Пластичность металлов зависит от многих факторов: температуры деформирования, химического состава сплава, скорости деформирования, схемы нагружения (растяжение или сжатие) и т. д.

Пластическая деформация — это сложный физико-химический процесс, природу которого можно понять, только зная строение металлов.

Металлы и сплавы, применяемые в технике, имеют поликристаллическое строение (рис. 97, б), т. е. состоят из отдельных прочно сросшихся друг с другом зерен или кристаллитов. Между кристаллитами располагаются неметаллические включения в виде различных

ных окислов, карбидов и других соединений. Каждый кристаллит (кристалл с неправильной внешней формой) представляет металлическое вещество кристаллического строения. Атомы кристаллических тел, находясь в непрерывном движении, под действием межатомных сил совершают колебательные движения относительно центров устойчивого равновесия и располагаются в строго определенном для каждого металла порядке. Кристаллическая структура схематично изображается кристаллической решеткой, которая представляет собой систему точек, изображающих центры устойчивого равновесия атомов. На рис. 98 представлены наиболее распространенные элементарные ячейки металлов и, как пример, кристаллическая решетка железа.

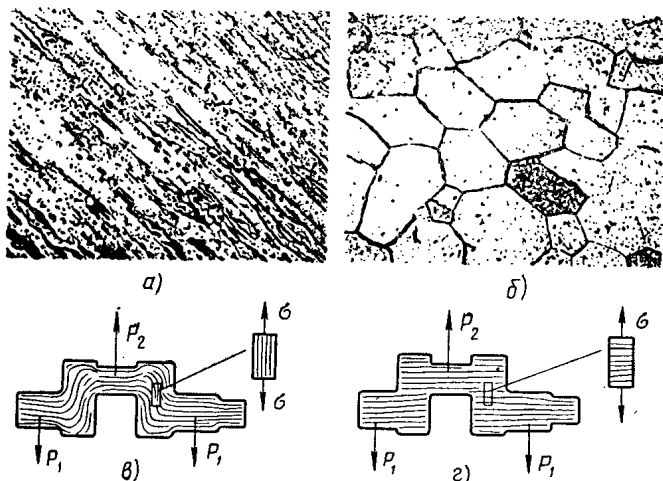


Рис. 97. Строение поликристаллического металла: а — строчечная структура после холодной деформации, б — структура после рекристаллизации, в, г — волокнистое строение металла

Путем непрерывного переноса элементарных ячеек строят кристаллическую решетку того или иного металла.

Объемно-центрированную кубическую решетку (ОЦК) (рис. 98, б) имеют железо при комнатной температуре, молибден, хром, вольфрам; гранецентрированную (ГЦК) (рис. 98, в) — алюминий, золото, серебро, свинец и др.; гексагональную плотноупакованную решетку (рис. 98, г) имеют магний, цинк, титан и др.

Если размеры зерен колеблются в пределах от сотых долей до единиц миллиметра, то ячейки измеряются величинами в несколько ангстрем (\AA)*.

От правильного расположения атомов в ячейках, от наличия различных дефектов в решетке, от типа решеток, от величины зерен, наличия примесей в зернах и по границам зависят механические, физические и химические свойства металлов.

* 1 Ангстрем = 10^{-8} см.

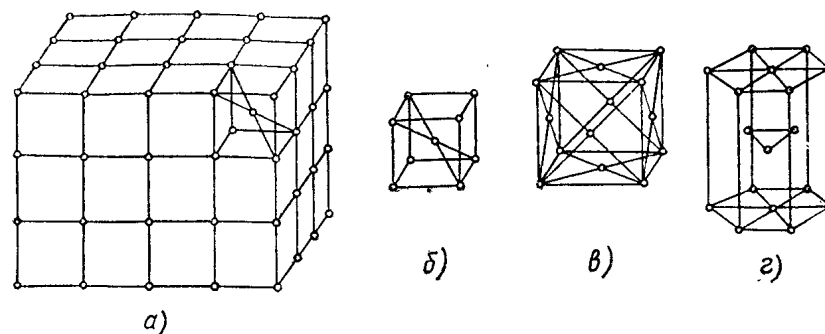


Рис. 98. Кристаллическая решетка и типы ячеек: а — пример кристаллической решетки, б — ОЦК, в — ГЦК, г — плотноупакованная гексагональная решетка

§ 39. Физическая сущность пластической деформации

Пластическая деформация в поликристаллическом металле в основном развивается за счет внутрикристаллитной и межкристаллитной деформации. Внутрикристаллитная деформация протекает за счет скольжения и двойникования.

Скольжение представляет собой относительное и поочередное смещение тонких слоев кристаллита по особым поверхностям (рис. 99, а), называемым плоскостями скольжения. Рассмотренный механизм пластической деформации является основным.

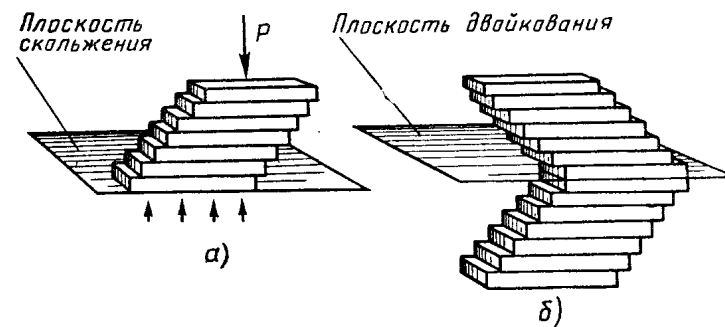


Рис. 99. Схема деформации кристалла: а — скольжение, б — двойникование

В отличие от скольжения двойникование (рис. 99, б) представляет некоторый поворот одной части кристаллита относительно другой по плоскости двойникования. Такое явление протекает обычно при ударных нагрузках и иногда при термической обработке.

В отличие от рассмотренной внутрикристаллитной деформации, когда зерна вытягиваются в направлении наибольшего течения ме-

талла, межкристаллитная деформация состоит из поворотов отдельных зерен относительно друг друга, из относительного смещения их по взаимным границам кристаллитов.

При комнатной температуре, когда прочность связей между зернами превышает прочность самих зерен, деформация протекает в основном за счет внутриверных сдвигов. При температурахковки и штамповки деформация протекает главным образом за счет скольжения зерен относительно друг друга, так как связь между ними становится слабее, чем прочность самих зерен.

В результате пластической деформации зерна металла раздробляются, ориентируются и вытягиваются в направлении наибольшей деформации, что ведет к образованию мелкозернистой строчечной структуры (рис. 97, а). Одновременно вытягиваются неметаллические включения, которые придают деформированному металлу волокнистое строение (рис. 97, в, г). Если строчечная структура может изучаться на специально подготовленных образцах только под микроскопом, то волокнистое строение можно наблюдать невооруженным глазом.

Строчечная структура и волокнистость приводят к анизотропии механических свойств, так как вдоль волокон прочность и пластичность выше, чем поперек. Рассмотренное явление следует уметь использовать при разработке технологии изготовления той или иной детали.

В зависимости от температуры деформирования и структурных явлений, происходящих в металле, деформация может быть горячей, неполной горячей и холодной.

При холодной пластической деформации в результате образования осколков зерен, некоторого искажения кристаллической структуры и возникновения остаточных внутриметалла напряжений прочность и твердость металла увеличиваются, уменьшаются пластичность, теплопроводность, сопротивление коррозии. Рассмотренное явление называют упрочнением или наклепом.

При небольшом нагреве в холодном деформированном металле происходит частичное восстановление искаженной кристаллической структуры и уменьшение остаточных напряжений при сохранении волокнистой и строчечной структуры. В результате частично восстанавливается прочность, пластичность и другие свойства наклепанного металла. Рассмотренное явление называется возвратом и происходит при температуре примерно: $T = 0,25 - 0,35 T_{пл}$ ($T_{пл}$ — абсолютная температура плавления).

При $T \geq 0,4 T_{пл}$ в деформированном металле протекает рекристаллизация — явление возникновения и роста новых зерен с неискаженной кристаллической структурой взамен деформированных (рис. 97, б). Рекристаллизация полностью уничтожает строчечную структуру холоднотемпературного металла, восстанавливает его механические и физические свойства. Температура, при которой начинается рекристаллизация, называется температурой рекристаллизации.

Если в процессе обработки давлением в металле протекает рекристаллизация, то такую деформацию называют горячей пластической деформацией.

Следует знать, что при горячей деформации волокнистое строение сохраняется, так как вытянутые при деформировании неметаллические включения рекристаллизации не подвергаются. В связи с тем, что вдоль волокон прочность выше, чем поперек, ковать или штамповать коленчатый вал следует с использованием гибки, чтобы направление волокон совпадало с направлением максимальных напряжений, возникающих в вале при его эксплуатации.

Однако в тех случаях, когда требуются заготовки с одинаковыми механическими свойствами во всех направлениях, исходный слиток сначала осаживают, а затем протягивают вдоль оси. Осадка и протяжка ориентируют волокна металла в разных направлениях, благодаря чему механические свойства поковки в поперечном направлении улучшаются. При этом, чем больше раздроблена литая структура слитка, тем более высокие механические свойства будет иметь поковка.

Ковка способствует также завариваемости внутренних дефектов слитка — трещин и газовых пузырей; завариваемость дефектов проиходит тем лучше, чем выше температура нагрева слитка и чем интенсивнее ведется ковка.

Величина деформации при протяжке определяется коэффициентом уковки $У$, который равен отношению площади поперечного сечения заготовки или слитка к площади поперечного сечения поковки, т. е.

$$У = \frac{F_0}{F},$$

где F_0 — площадь поперечного сечения заготовки или слитка; F — площадь поперечного сечения поковки.

Если слиток подвергают осадке, то при подсчете укова при протяжке его за F_0 принимают площадь поперечного сечения осаженого слитка.

При протяжке слитков механические свойства металла вдоль и поперек волокна значительно увеличиваются с достижением коэффициента уковки до 2,5—4. С дальнейшим повышением укова и относительное удлинение, и сужение, а также ударная вязкость вдоль волокон несколько возрастают, а поперек волокон уменьшаются. Установлено, что после уковки, равной $У = 10$, механические свойства существенно не изменяются. При ковке удлиненных слитков, отличающихся высоким качеством металла, уковку принимают равной 1,5—2. При изготовлении поволоков из проката величина уковки во время протяжки может составлять 1,1—1,3 для максимального сечения поковки.

Величина зерна, а следовательно, и прочностные свойства металла зависят от температуры конца обработки давлением. Чем выше температура металла в момент окончания деформирования, тем крупнее зерно и тем хуже механические свойства металла. По-

этому деформировать металл следует при такой температуре, чтобы измельченные в процессе деформирования зерна под действием еще высокой температуры и собственного тепла не выросли до недопустимых величин. Следует добавить, что после больших деформаций интенсивность роста зерен ниже, чем после малых деформаций. Характерным для большинства металлов является то, что при степенях деформаций порядка 8—5% в них начинается бурный рост зерен. Такая степень деформации называется критической.

Таким образом, установили, что пластическую деформацию следует проводить в определенном интервале температур: в интервале T_v (верхняя допустимая температура) и T_n (нижняя допустимая температура).

Обработка давлением при температуре ниже T_n ведет к упрочнению, снижению пластичности, к возможным разрушениям металла. Деформация металла при температуре выше T_v также нежелательна, так как приводит к образованию крупнозернистой структуры, исправление которой хотя и возможно, но требует дополнительных расходов. Помимо правильного выбора температуры, очень важным является и правильный выбор схемы деформирования, которая в значительной степени влияет на пластичность металла.

Рассмотрим сказанное на примере. При осадке заготовки плоскими бойками (рис. 96) центральная ее часть деформируется больше, чем участки заготовки под бойками. В результате из-за неравной деформации в заготовке появляются растягивающие дополнительные напряжения в плоскостях, параллельных поверхностям бойков. Чем выше в металле растягивающие напряжения, тем больше снижается пластичность металла и тем больше возможность появления в нем трещин. Поэтому следует стремиться к уменьшению растягивающих напряжений и к увеличению сжимающих. Наилучшей схемой деформирования является деформирование в условиях неравномерного всестороннего сжатия. Такая схема наблюдается при прессовании металла (рис. 1, в), когда удается значительно повысить пластичность металла заготовки. Снижения растягивающих напряжений при осадке можно достигнуть, используя соответствующий подкладной инструмент (вырезные бойки), обеспечивающий боковое давление своими вертикальными стенками. Следует добавить, что малопластичные сплавы, которые не допускают осадки плоскими бойками, деформируют в вырезных бойках. В современной технике для некоторых деталей из малопластичных сплавов заготовки получают только выдавливанием, так как другие методы деформирования сопровождаются ростом растягивающих напряжений и резким снижением пластичности.

§ 40. Основные законы пластической деформации

При ковке под действием бойков молота или пресса металл из-за уменьшения высоты заготовки течет в длину и ширину (рис. 100). Стрелками указано направление и величина перемещения частиц металла в начале деформации (рис. 100, а) и в конце ее (рис. 100, б).

Между металлом и поверхностью бойка возникают силы трения, которые препятствуют движению металла из центра очага пластической деформации к периферии.

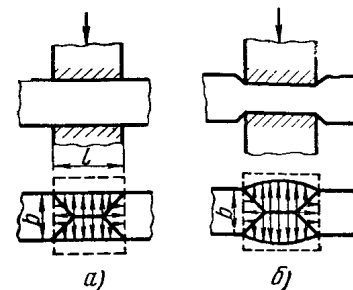


Рис. 100. Схема течения металла под действием удара молота: а — начало деформации, б — конец деформации; b — ширина заготовки, l — длина бойка

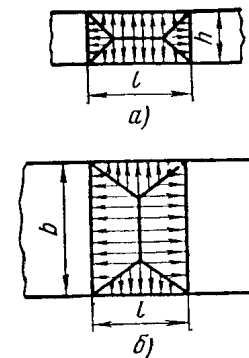


Рис. 101. Схема деформации (находящегося между бойками объема металла) в плане: а — длинный очаг, б — широкий очаг; b — ширина заготовки, l — длина бойка

Степень одновременного увеличения длины и ширины заготовок в процессе обжима зависит от формы и размера бойков. Чем шире бойки, тем больше заготовка уширяется и меньше вытягивается (рис. 101, б), а чем бойки уже, тем больше заготовка удлинится и меньше уширяется (рис. 101, а), так как металл течет в том направлении, где сопротивление движению меньше.

Закон наименьшего сопротивления гласит, что перемещение деформируемого материала возможно в различных направлениях, однако течет он главным образом в направлении наименьшего сопротивления. Поэтому протяжку металла выполняют на узких бойках, так как под воздействием удара бойка металл стремится уйти из-под него в направлении наименьшего сопротивления.

Установлено, что если свободно осаживать заготовку квадратного сечения, то наименьшее сопротивление течению металла будет в направлении, перпендикулярном к середине сторон квадрата. Поэтому по

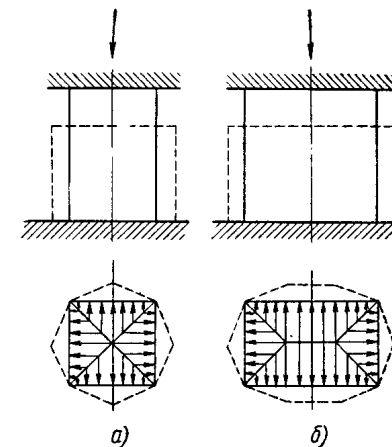


Рис. 102. Схема течения металла при свободной осадке образцов: а — квадратного сечения, б — прямоугольного сечения

мере осадки заготовка постепенно (рис. 102, а) превращается из квадратной в круглую.

При осадке заготовки прямоугольного сечения (рис. 102, б) прямоугольная заготовка будет приближаться к эллипсу, но так как в направлении малой оси сопротивление течению будет меньше, чем вдоль большой оси, металл устремляется в направлении малой оси, что приводит к выравниванию величин осей, а значит и сопротивления движению металла. Таким образом, любое поперечное сечение заготовки при достаточной осадке превращается в круглое. При осадке цилиндрической заготовки ее сечение будет оставаться круглым.

В осаживаемой цилиндрической заготовке по мере уменьшения ее высоты металл течет в стороны, но перемещение частиц контактного слоя у торцов значительно меньше, чем по образующей на боковой поверхности, так как в приконтактной области из-за наличия сил трения образуется зона затрудненной деформации (рис. 96). Поэтому цилиндрическая заготовка при осадке принимает бочкообразную форму — появляются зоны затрудненной деформации металла. На различных стадиях осадки заготовки интенсивное перемещение осуществляется за счет той части металла, которая находится вне зон затрудненной деформации (конусов скольжения) и испытывает наименьшее сопротивление течению.

Применяя закон наименьшего сопротивления, можно заранее определить, какие размеры и форму поперечного сечения примет заготовка в процессековки, что очень важно при проектировании технологических процессов и при выборе рационального сечения заготовки для конкретных случаев формообразования металла.

Закон постоянства объема заключается в том, что объем тела (заготовки) до деформации равен его объему после деформации. Значение этого закона в практике кузнечного производства заключается в том, что на его основе рассчитывают объемы, массу и размеры исходных заготовок, разрабатывают межоперационные переходы в технологии изготовления сложных поковок и определяют размеры штампов и специального подкладного инструмента.

Закон сдвигающих напряжений. Пластическая деформация, или необратимое изменение формы металла, может наступить лишь при условии превышения сдвигающими (касательными) напряжениями предела текучести данного металла. Это условие наступает при соответствующих температурах нагрева металла, скорости деформации и степени деформации.

Установлено, что наиболее вероятными плоскостями сдвига являются плоскости кристаллических ячеек, в которых находится наибольшее количество атомов.

Скольжение при пластической деформации кристалла может происходить либо по одному направлению для всех «пластинок», как показано на схеме (рис. 99, а), либо в симметрично противоположных направлениях, когда одна часть «пластинок» занимает зеркальное отображение другой части, как это показано на

рис. 99, б. Такой процесс изменения формы кристалла при пластической деформации называется, как об этом говорилось выше, двойникованием, а плоскость, относительно которой происходит симметричный поворот, называется плоскостью двойникования.

Сдвигающие напряжения вызывают пластическую деформацию, а при больших величинах — разрушение деформируемого тела. Так, при ковке под плоскими бойками квадратной заготовки по диагоналям ее сечения часто образуются трещины в результате действия больших сдвигающих напряжений. Другой пример: при всестороннем равномерном сжатии тела сдвигающие напряжения возникнуть не могут, и, следовательно, пластическая деформация отсутствует.

Закон сдвигающих напряжений является одним из главных в теории пластической деформации, на основе которого ведут расчеты потребных усилий при обработке металлов и сплавов давлением.

Закон подобия. Величины работ, требуемые для одинакового изменения формы геометрически подобных тел, имеющих одинаковое внутреннее строение, относятся между собой, как их объемы или массы. Это значит, что давления деформирования малых образцов и подобных им поковок одинаковы, а отношения деформирующих усилий равны квадрату отношения их линейных размеров.

Установив усилия, необходимые для деформации малых образцов, на основании закона подобия можно ориентировочно подсчитать усилия, необходимые для деформирования подобных им крупных поковок. На основе законов пластических деформаций разрабатывают режимы, обеспечивающие лучшие сочетания и схемы технологий изготовления поковок, и выбирают необходимое для этого ковочное оборудование.

Умело пользуясь знаниями режимов обработки металлов и законами пластических деформаций и соблюдая требуемые условияковки, опытный кузнец может обеспечить получение поковок надежного качества, отвечающих заданным техническим условиям как механических, так и физико-химических свойств.

§ 41. Влияние состояния поверхности бойков на течение металла при ковке

Перемещение металла под бойками по высоте деформируемой заготовки согласно закону наименьшего сопротивления так же равномерно, как и перемещение металла в длину и ширину.

При осадке невысокой цилиндрической заготовки металл течет в радиальном направлении интенсивнее в средней части по высоте и замедленнее у торцов, т. е. в местах соприкосновения заготовки с верхним и нижним бойками (рис. 96). Осаженная заготовка принимает бочкообразную форму.

Это явление объясняется двумя причинами: между торцами заготовки и бойками возникает трение, и при контакте относительно холодных бойков и нагретой заготовки у торцов металл охлаждает-

ся. Поверхностное трение, вследствие шероховатостей на плоскостях бойков, создает значительное сопротивление течению металла и приводит к образованию зон затрудненной деформации. По мере удаления от мест контакта с бойками, зон затрудненной деформации становится все меньше, и тем меньше их тормозящее действие на течение металла в радиальном направлении.

Чтобы снизить вредное влияние трения на течение металла, рабочие плоскости бойков тщательно обрабатывают: шлифуют, полируют, а иногда применяют специальные смазки. Охлаждающее действие бойков тоже влияет на интенсивность течения металла. Холодные бойки в местах контакта отнимают тепло от заготовки, и температура верхнего и нижнего торцов заготовки будет ниже, чем в отдаленных от них зонах. Поэтому пластичность, а следовательно, и подвижность частиц металла по высоте будет разной: чем дальше от торцов к средней части, тем выше. Разность температур по высоте заготовки также способствует увеличению неравномерности течения металла во время ковки и усиливает образование бочкообразности осаживаемой заготовки.

При ковке высоколегированных сталей охлаждающее действие бойков молота или прессы бывает особенно вредно из-за значительного понижения пластичности металла, что нередко приводит к образованию трещин в поковках. С целью уменьшения вредного влияния охлаждения металла бойками, последние перед ковкой подогревают нагретыми до высокой температуры обрубками или другими негодными для производства остатками металла.

ГЛАВА VII

СОСТАВЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖА ПОКОВКИ И СВЕДЕНИЯ О ДОПУСКАХ, ПРИПУСКАХ И НАПУСКАХ В КУЗНЕЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

§ 42. Составление чертежа поковки

Чтобы приступить к изготовлению поковки, необходимо создать первичный технологический документ, которым является чертеж поковки. По чертежу готовой детали и техническим условиям на ее изготовление технолог кузнечного цеха, намечая основные кузнечные операции, составляет чертеж поковки, назначая при этом припуски, допуски и напуски на все размеры в строгом соответствии с ГОСТами.

Припуском называется толщина слоя металла, оставляемая на поверхности поковки в месте, подлежащем механической обработке, для обеспечения заданных размеров и шероховатости поверхности готовой детали. Величина припуска определяется размером и массой детали, шероховатостью поверхности поковки, допускаемой глубиной обезуглероженного слоя, возможностью смещения осей, допускаемой разностенностью и требованием к шероховатости поверхности детали после обработки резанием.

Размеры готовой детали, увеличенные с каждой стороны на величину назначенного по таблицам ГОСТа припуска для механической обработки, являются номинальными размерами поковки. Эти размеры проставляют над размерными линиями поковки, а под ними в скобках проставляют чистовой размер детали. Однако в процессе ковки даже при самой тщательной работе и высокой квалификации кузнеца размеры поковок будут отклоняться в ту или иную сторону от номинального размера. Чтобы ограничить эти неточности, устанавливают величину верхних и нижних допустимых отклонений и допуски на размер поковки, т. е. допуски на кузнечную обработку.

Допуском на размер поковки называется допустимое поле отклонений размеров, т. е. разность между наибольшим и наименьшим допускаемыми размерами поковки. Допускаемые отклонения могут быть верхними, т. е. плюсовыми, и нижними, т. е. минусовыми. Величина допускаемого отклонения от номинального размера в сторону увеличения проставляется в чертеже со знаком плюс (+), а в сторону уменьшения — со знаком минус (—). Назначение припусков и допускаемых отклонений для поковок из углеродистых и легированных сталей производится по ГОСТ 7829—70 при ковке на молотах и по ГОСТ 7062—67 при ковке на прессах.

На рис. 103 приведена схема расположения припусков и допусков для наружного размера детали по ГОСТ 7062—67.

При изготовлении сложных деталей иногда приходится вводить упрощение конфигурации поковки с некоторым местным увеличением припуска, которое называют *напуском*. В напуски входят трудно выполнимые выступы, выемки, сквозные и несквозные отверстия, если их выполнение в поковке невозможно или нерентабельно.

Номинальные расчетные размеры поковок допускаются округлять до чисел, оканчивающихся на 5 или 0. Номинальные размеры округляют в меньшую сторону, если они оканчиваются на 1, 2, 6 и 7 и в большую сторону при окончании на 3, 4, 8 и 9. Так, например, наименьший поковочный размер 397 мм можно округлить до 395 мм, а 418 мм до 420 мм.

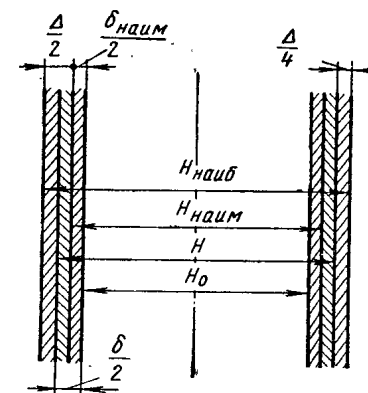


Рис. 103. Схема расположения припусков и допусков на наружный размер детали (ГОСТ 7062—67):

H_0 — обдирочный размер заготовки или номинальный размер детали, $H_{наим}$ — наименьший размер поковки, H — номинальный (расчетный) размер поковки, $H_{наиб}$ — наибольший размер поковки, $\delta_{наим}$ — наименьший припуск на размер, $\delta_{наиб}$ — наибольший припуск на размер, δ — номинальный припуск на размер, Δ — поле допуска, $\frac{\Delta}{2}$ — наибольшее отклонение от номинального размера поковки

Припуски и отклонения на размеры вдоль главной оси и на общую длину поковки (типа вала) с уступами назначаются от единой базы, исходя из полной длины вала и диаметра рассматриваемого сечения. За базу выбирают торец выступа наибольшего диаметра.

В типовых характеристиках поковок часто встречается название отдельных участков поковки: бурт, уступ, выступ и выемка.

Буртом называется участок поковки увеличенного поперечного сечения, у которого длина равна или меньше $0,3D$ (D — диаметр или большая сторона бурта прямоугольного сечения).

Уступ представляет собой участок поковки с меньшим поперечным сечением, чем смежный с ним участок.

Выступом называется участок поковки с большим поперечным сечением, чем смежный с ним участок.

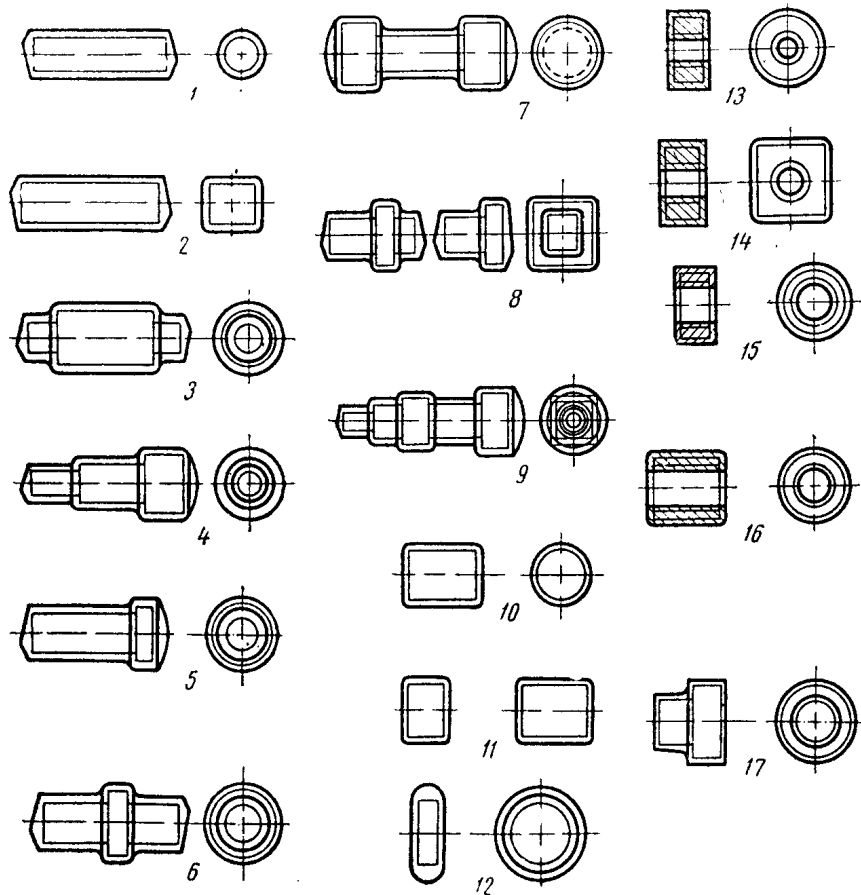


Рис. 104. Типы поковок:

1, 2 — гладкие круглого и прямоугольного сечений, 3, 4 — круглого сечения с уступом, 5 — круглого сечения с фланцем, 6 — круглого сечения с буртом, 7 — круглого сечения с выемкой, 8 — прямоугольного сечения с уступами разной конфигурации, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 — имеющие форму цилиндров, брусков, кубиков, пластин, дисков, дисков с отверстиями, пластин с отверстиями, колец цилиндров с отверстиями, втулок с уступами — сплошных и с отверстиями

Выемка — участок поковки, диаметр или сторона которого меньше диаметра или стороны двух смежных с ним участков.

Припуски назначаются на номинальные размеры детали для обработки поковки с двух сторон. Припуски должны быть достаточными для получения годной детали. Поковки в зависимости от величины припусков допускаемых отклонений и напусков, а также в зависимости от конструкции и сечения делятся на несколько типов. Типы поковок, приведенные на рис. 104, соответствуют по форме и по соотношению размеров поковкам, указанным в табл. 1 ГОСТ 7829—70.

Припуски на механическую обработку в поковках, благодаря допускаемым отклонениям, могут быть минимальными, номинальными и максимальными. При расчете объемов поковки и размеров заготовки в основу принимают номинальные припуски или номинальные поковочные размеры. Передовые кузнецы ведут ковку в пределах нижнего допускаемого отклонения, т. е. ведут ковку «по минусовым допускам». В результате этого значительно экономится металл и снижаются затраты на механическую обработку поковок.

§ 43. Примеры по определению размеров, припусков и допусков на поковку по рабочему чертежу детали

Пример 1. Составить чертеж поковки для детали с отверстием; размеры деталей (мм) (рис. 105): $D=400$; $H=175$; $d=150$. Поковка относится к типу 13 — диски с отверстиями. По вычерченному тонкими линиями контуру детали приступаем к подбору припусков на обработку и допусков на изготовление по табл. 7 (ГОСТ 7829—70), так как заданная деталь по форме и по соотношению размеров соответствует условию $H \leq 0,5D$ и $d \leq 0,5D$. Припуски a , b и c (см.

ГОСТ 7829—70) и отклонения $\frac{\Delta}{2}$ назначаются в зависимости от наружного диаметра D и высоты детали H . Для нашей поковки припуски и допуски будут соответственно, мм:

на диаметр $D=400$ припуск и допуск $a=17 \pm 6$;
на высоту $H=175$ припуск и допуск $b=15 \pm 5$;
на диаметр отверстия — припуск $c=23 \pm 6$.

Номинальные размеры поковки будут следующие (мм):

наружный диаметр $D_1 = D + a = 400 + 17 \pm 6 = 417 \pm 6$;

высота поковки $H_1 = H + b = 175 + 15 \pm 5 = 190 \pm 5$;

диаметр отверстия $d_1 = d - c = 150 - 23 \pm 6 = 127 \pm 6$

с уклоном 1:20 сверх припуска в отверстии (основание: примечание 3 к табл. 7, ГОСТ 7829—70).

На основании полученных результатов выполняем жирными линиями чертеж поковки и проставляем поковочные размеры и допуски (рис. 105, б).

Пример 2. Составить чертеж поковки для втулки с уступом и отверстием; размеры обработанной втулки (рис. 106, а), мм: $D=360$; $D_1=240$; $H=200$; $h=70$; $d=150$.

Поковка относится к типу 17 — втулка с уступом и отверстием. Вычерчиваем тонкими линиями контур детали и приступаем к подбору припусков и допусков на размеры поковки, изготавливаемой осадкой в подкладных кольцах. Согласно табл. 3 и 12 (ГОСТ 7829—70) назначение припусков и допусков надо вести по табл. 3 и 12 (ГОСТ 7829—70), так как деталь по форме и соотношению размеров соответствует условиям: $H \leq D$; $h < 0,75 H$; $D - D_1 \geq 0,2D$.

Основные и дополнительные припуски, а также предельные отклонения для повок этого типа назначают в следующей очередности и в соответствии с такими требованиями; основные припуски и предельные отклонения на размеры

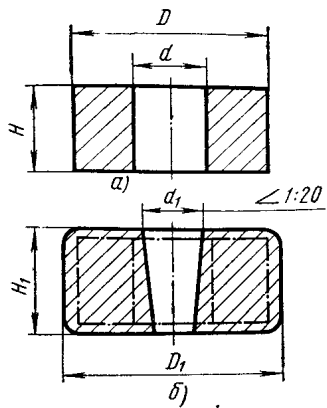


Рис. 105. Чертежи изделия с отверстием (а) и поковки этого изделия (б)

H , h , D и d назначают в зависимости от диаметра фланца и общей высоты детали по табл. 12; основные припуски и предельные отклонения на D_1 — диаметр ступицы назначают в зависимости от диаметра ступицы и общей высоты детали H также по табл. 12. Для рассматриваемой поковки основные припуски и допуски будут составлять, мм:

на диаметр фланца $D=360$ припуск и предельное отклонение $17+6$ (а);

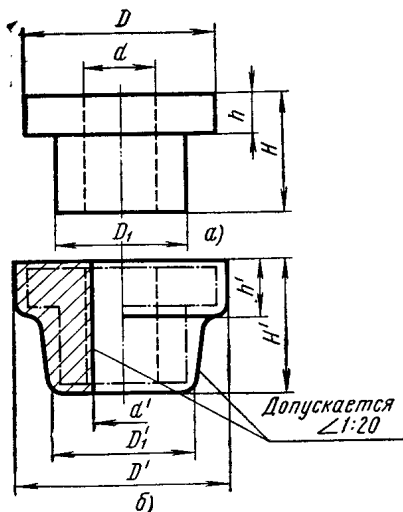


Рис. 106. Чертежи втулки (а) и поковки этой втулки (б)

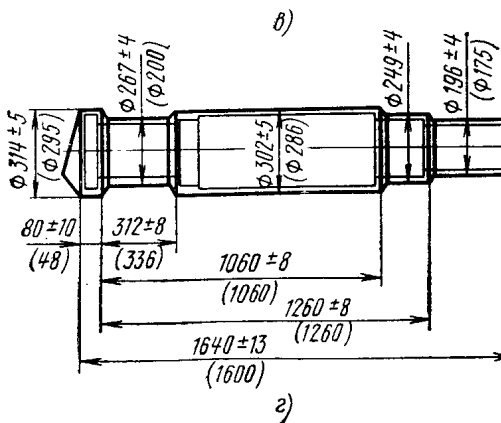
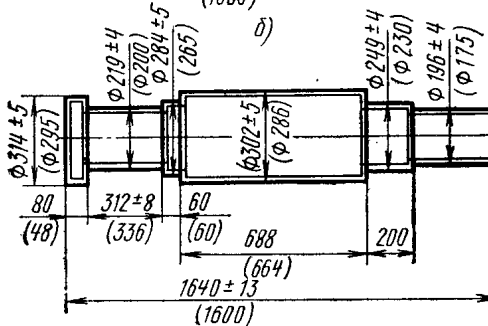
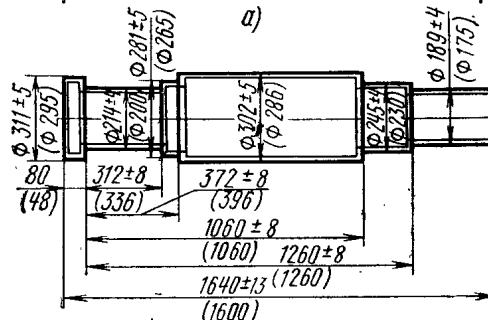
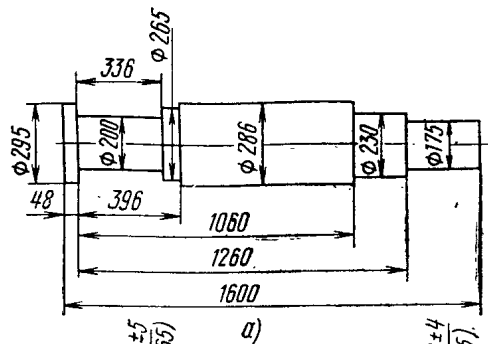


Рис. 107. Чертежи вала сплошного с уступами, выемкой и фланцем (а), с начисленными припусками и допусками (б, в) и напусками поковки (г)

на диаметр ступицы $D_1=240$ припуск и предельное отклонение 13 ± 6 (а);
на общую высоту $H=200$ » » » » 16 ± 5 (б);
на высоту фланца $h=70$ » » » » 16 ± 5 (б₁);
на диаметр отверстия $d=150$ » » » » 23 ± 5 (с).

Тогда номинальные размеры поковки с основными припусками и допусками будут равны:

диаметр фланца $D'=D+a=377\pm 6$;
диаметр ступицы $D'_1=D_1+a=253\pm 6$;
общая высота $H'=H+b=216\pm 5$;
высота фланца $h'=h+b=86\pm 5$;
диаметр отверстия $d'=d+c=173\pm 5$.

В случае изготовления повокки сложной формы, помимо основных припусков и допусков, назначают дополнительные припуски для компенсации возможной несоосности отдельных частей поковки, осей фланца и ступицы.

Дополнительные припуски (S) на диаметры назначают по табл. 3 (ГОСТ 7829—70), величины которых зависят от разности диаметров наибольшего и рассматриваемого сечений. Полученные дополнительные припуски прибавляют к назначенным ранее основным припускам. В данном случае разность диаметров наибольшего D и рассматриваемого D_1 сечения будет $377-253=124$, отсюда S_1 будет равен 7 мм (см. табл. 3, ГОСТ 7829—70).

Дополнительные припуски для других элементов поковки назначают, исходя из следующих условий:

если $D' \times h' > D'(H' - h')$, то дополнительный припуск S_1 назначают на диаметр ступицы;

если $D' \times h' \leq D'(H' - h')$, то дополнительный припуск S_1 назначают на диаметр фланца.

В данном случае $D' \times h' < D'(H' - h')$, т. е. $377 \times 86 < 253(216 - 86)$ или $32422 < 32890$, поэтому дополнительный припуск $S_1=7$ мм назначают на диаметр фланца.

Тогда чертеж поковки (рис. 106, б) будет иметь следующие окончательные размеры, мм: $D''=D'+S_1=377\pm 6+7=384\pm 6$;

$D'_1=253\pm 6$ с уклоном $1:20$ сверх припуска;

$H'=216\pm 5$;

$h'=86\pm 5$;

$d'=127\pm 5$.

Проверка возможности выполнения прошивки отверстия в поковке производится согласно примечанию 2 к табл. 12 сопоставлением отношения высоты поковки H' к диаметру прошиваемого отверстия d' , частное от которого не должно превышать 2,5:

$$\frac{H'}{d'} = \frac{216}{127} = 1,7 < 2,5.$$

Поковку изготовляют с обкаткой по фланцу с тем, чтобы ликвидировать бочкообразность формы, размеры которой контролируют на поковках, если отношение диаметра фланца к его высоте < 5 (основание — примечание 3 к табл. 6)

$$\frac{D_1}{h'} = \frac{384}{86} = 4,4 < 5.$$

Пример 3. Составить чертеж поковки для сплошного вала круглого сечения, изображенного на рис. 107, а.

Поковка относится к типу 3, 5, 7 и 9 повокки круглого сечения с уступами, выемкой и фланцем, отвечает требованиям по форме и соотношению размеров детали: $l > 0,3D$; $L > 1,5D$; $h > 5$,

где l — длина бочки, L — общая длина детали, h — высота уступа и D — диаметр бочки.

Припуски основные и дополнительные, а также допуски и напуски на поковку назначают согласно ГОСТ 7829—70 по табл. 2, 3, 4, 5 и 6.

Основные припуски и предельные отклонения на диаметры D_1 , D_2 , D_3 , D_4 и D_5 назначают в зависимости от диаметра рассматриваемого сечения и общей длины детали по табл. 2, мм:

на диаметр 295 припуск и предельное отклонение 16 ± 5

| | | |
|----------------|---------------------------------|--------|
| на диаметр 200 | припуск и предельное отклонение | 14 ± 4 |
| » » 265 | » » » » | 16 ± 5 |
| » » 286 | » » » » | 16 ± 5 |
| » » 230 | » » » » | 15 ± 4 |
| » » 175 | » » » » | 14 ± 4 |

Припуски и предельные отклонения на длину уступов и на общую длину детали назначают в соответствии с пунктом 15, причем длину уступов указывают от единой базы, за которую принимают торец выступа наибольшего сечения (в данном случае диаметра 295 мм), но не являющегося торцом поковки.

Ниже приведены припуски и предельные отклонения, мм:

| | | |
|-------------|---------------------------------|---------|
| на длину 48 | припуск и предельное отклонение | 32 ± 10 |
| » » 336 | » » » » | 24 ± 8 |
| » » 396 | » » » » | 24 ± 8 |
| » » 1060 | равен нулю | ± 8 |
| » » 1260 | равен нулю | ± 8 |
| » » 1600 | и предельное отклонение | 40 ± 13 |

Поковка с назначенными на нее основными припусками и предельными отклонениями показана на рис. 107, б.

Так как вал имеет уступы, то кроме основных припусков, назначают еще и дополнительные припуски на диаметры каждой ступени, так как при ковке трудно обеспечить совпадение осей уступов. Величины дополнительных припусков, зависящие от разности между наибольшим диаметром D_{max} и диаметром рассматриваемой ступени D_1, D_2, D_3 и т. д., определяют по табл. 3. Дополнительный припуск S назначают предварительно на все диаметры поковки, кроме (основного) пока наибольшего диаметра $D_{max} = 311$ мм:

| | | |
|----------------|---------------|---------------------|
| на диаметр 214 | (311—214=97) | припуск 5 (S_1) |
| » » 281 | (311—281=30) | » 3 (S_2) |
| » » 302 | (311—302=9) | » 3 (S_3) |
| » » 245 | (311—245=66) | » 4 (S_4) |
| » » 189 | (311—189=122) | » 7 (S_5) |

Основное сечение определяют в следующем порядке: так как данная поковка не имеет ступеней с необрабатываемой поверхностью, то для установления основного сечения рассчитывают площади продольных сечений ступеней $D_1 \times l'_1; D_2 \times l'_2; D_3 \times l'_3$ и т. д. и сравнивают их с площадью продольного сечения выступа с наибольшим $D'_{max} \times l'$ (буквы со штрихами означают размеры поковки с основными припусками).

Если все получаемые значения $D'_1 \times l'_1; D'_2 \times l'_2; D'_3 \times l'_3$ и т. д. меньше $D'_{max} \times l'$, то за основное сечение принимают выступ с наибольшим диаметром. Если есть значение $D'_1 \times l'_1; D'_2 \times l'_2; D'_3 \times l'_3$ и т. д. больше $D'_{max} \times l'$, то для тех значений, которые больше $D'_{max} \times l'$, рассчитывают величины $A_1 = S_1(D'_1 \times l'_1 - D'_{max} \times l')$; $A_2 = S_2(D'_2 \times l'_2 - D'_{max} \times l')$ и т. д. и за основное сечение принимают то, для которого величина A имеет наибольшее значение.

В данном случае, т. е. если за основное сечение принимается не выступ наибольшего диаметра $D'_{max} = 311$, а диаметр 302, то дополнительный припуск переносят с осевого сечения на выступ наибольшего диаметра.

Для определения основного сечения в рассматриваемой поковке рассчитаем площади продольных сечений ступеней, мм²:

$$D'_{max} \times l' = 311 \times 80 = 2,48 \times 10^4;$$

$$D'_1 \times l'_1 = 214 \times 312 = 6,67 \times 10^4;$$

$$D'_2 \times l'_2 = 281 \times (372 - 312) = 1,68 \times 10^4;$$

$$D'_3 \times l'_3 = 302 \times (1060 - 372) = 20,76 \times 10^4;$$

$$D'_4 \times l'_4 = 245 \times (1260 - 1060) = 4,9 \times 10^4;$$

$$D'_5 \times l'_5 = 189 \times (1640 - 1340) = 5,67 \times 10^4.$$

Как видно, необходимо рассчитывать величины для ступеней; $\varnothing 214, \varnothing 302, \varnothing 245$ и $\varnothing 189$ (за исключением $\varnothing 281$):

$$\text{для диаметра } 214 \quad A_1 = 5 \times (214 \times 312 - 311 \times 80) = 20,94 \times 10^4;$$

$$\text{» » } 302 \quad A_3 = 3 \times (302 \times 688 - 311 \times 80) = 54,86 \times 10^4;$$

$$\text{» » } 245 \quad A_4 = 4 \times (245 \times 200 - 311 \times 80) = 9,64 \times 10^4;$$

$$\text{» » } 189 \quad A_5 = 7 \times (189 \times 300 - 311 \times 80) = 22,27 \times 10^4.$$

Так как произведение A_3 является наибольшим, то за основное сечение поковки принимают ступень диаметром 302 мм.

В связи с тем что за основное сечение принят не ранее намеченный выступ с наибольшим диаметром $D_{max} = 311$ мм, а бочка $\varnothing 302$, то на размер 311 мм назначают дополнительный припуск 3 мм ($311 + 3 = 314$).

Поковка с назначенными на нее основными и дополнительными припусками показана на рис. 107, в.

После этих расчетов необходимо проверить выполнимость концевых и промежуточных уступов, фланца и выемки.

Приняв, что поковка изготавливается на ковочном молоте с бойками шириной $B_6 = 350$ мм, устанавливаем следующее:

промежуточный уступ диаметром 284 мм и длиной 60 мм не может быть выполнен, т. е. его длина меньше величины $l = 0,5 \times B_6 = 175$ мм, что регламентируется табл. 5. Если довести уступ до выполнимых размеров за счет напуска по длине, то при этом сократится длина прилегающей к нему выемки, что нецелесообразно, так как тогда выемка на поковке будет невыполнимой. Поэтому уступ $\varnothing 284$ ликвидируют за счет напуска по размерам соседнего выступа диаметром 302 мм; промежуточный уступ диаметром 249 мм и длиной 200 мм выполним, так как высота уступа $h' = 0,5 \times (302 - 249) = 26,6$ мм, что больше минимальной высоты 7 мм, регламентируемой табл. 4, а его длина больше минимальной длины $l' = 0,5 \times B_6 = 0,5 \times 350 = 175$ мм, регламентируемой табл. 5;

концевой уступ диаметром 196 мм и длиной 300 мм может быть выполнен, потому что высота его $h' = 0,5 \times (249 - 196) = 26,5$ мм больше минимальной высоты — 6 мм, регламентируемой табл. 4, а длина больше минимальной длины $l = 0,5 \times B_6 = 0,5 \times 350 = 175$ мм, регламентируемой табл. 5;

выемка диаметром 219 мм и длиной 312 мм не выполняема, так как согласно табл. 6 минимальная длина участка между насечками под выемку при установленных на молоте бойках будет равна $l''_2 = 0,72 \times B_6 = 0,7 \times 350 = 245$ мм, а минимальный диаметр D_{min} выполнимой выемки длиной 312 мм при засекании ее от диаметра $D_3 = 302$ мм (из условия постоянства объема ступени) должен быть равен

$$D_{min} = D_3 \sqrt{\frac{l_2''}{l_2'}} = 302 \sqrt{\frac{245}{312}} = 266,5 \approx 267 \text{ мм.}$$

Поэтому необходимо размеры выемки на поковке довести до выполнимых пределов за счет напуска по ее диаметру, приняв последний равным 267 мм.

Фланец диаметром 314 мм и длиной 80 мм при диаметре соседней выемки 267 мм выполним, потому что длина его (80) больше минимальной величины $314 \times 0,2 = 64$ мм.

Таким образом, после расчетов и назначения на поковку основных и дополнительных припусков и напусков, а также после проверки возможности выполнения ковки уступов, выемки и фланца на ковочной заготовке для заданной детали оформляют чертеж поковки (рис. 107, г).

§ 44. Определение размеров и массы заготовки

По чертежу поковки нетрудно определить ее объем и массу. Поковки, имеющие сложную форму, при подсчетах разделяют на ряд отдельных элементов с тем, чтобы каждый из них представлял простейшую геометрическую фигуру: цилиндр, шар или часть его, конус, призму и т. п.

Объем мелких и средних молотовых поковок вычисляют в кубических сантиметрах, а объем крупных поковок, изготавливаемых на прессах, — в кубических дециметрах. Масса поковок в граммах или килограммах получается как произведение объема поковки $V_{пок}$ на плотность ρ .

Объем исходной заготовки $V_{исх}$ определяется как сумма объемов поковки $V_{пок}$, потерь на угар $V_{уг}$ и потерь на обсечки $V_{об}$, т. е.

$$V_{исх} = V_{пок} + V_{уг} + V_{об}.$$

Потери металла на угар составляют в среднем 2—3% массы нагреваемого металла за каждый нагрев и 1,5—2% за каждый подогрев заготовки. Потери металла в виде отхода на выдру, обрубку концов, обсечку, вырубку и т. п. зависят от сложности поковки и схемы принятого технологического процесса. Потери определяют расчетом.

Объем выдры принимают равным $\frac{1}{3}$ объема отверстия без учета уклона.

Объем обрубаемых концов определяют по формулам. При молотовой ковке: для цилиндрических сечений диаметром d , $V_{об} = 0,23 d^3$; для прямоугольных сечений $V_{об} = 0,33 B^2 H$, где B — ширина, H — высота. При ковке на прессах: для цилиндрических сечений диаметром D , $V_{об} = 0,21 D^3$; для прямоугольных сечений $V_{об} = 0,28 B^2 H$, где B — ширина, H — высота.

Размер сечения катаной заготовки выбирают так, чтобы обеспечить необходимую уковку металла в наибольшем сечении поковки. Длина такой заготовки должна гарантировать достаточный объем металла.

В объем слитка $V_{сл}$, кроме перечисленных слагаемых, входят объемы прибыльной и донной частей, идущих в отход, т. е.

$$V_{сл} = V_{пок} + V_{пр} + V_{дн} + V_{уг} + V_{об}.$$

Объем прибыльной части слитка $V_{пр}$ составляет 20—25% его полного объема для углеродистой стали и 25—30% для легированной стали. Объем донной части слитка $V_{дн}$ составляет 5—7% полного объема для углеродистой стали и 7—10% для легированной стали. Таким образом, общий отход ($V_{пр} + V_{дн}$) для углеродистых сталей составляет 25—32%, а для легированных — 32—40%.

Размеры заготовки устанавливают после расчета ее объема и зависят от того, какой кузнечной операции — протяжке или осадке — она будет подвергнута.

Если заготовку подвергают протяжке, то сечение F (как катаной, так и слитка) определяют из условий возможности получения необходимой уковки по следующей формуле:

$$F_{сл. (исх)} = U_k \cdot F_{пок \max},$$

где U_k — уковка, $F_{пок \max}$ — наибольшее сечение поковки.

При работе со слитками из углеродистой стали для поволоков с фланцами и выступами сечение слитка выбирают по размерам гладкого участка, для которого уков обычно берут не меньше 3, и по фланцу, для которого уков не меньше 1,75. Таким образом, слиток выбирают по массе и по размеру поперечного сечения.

Поперечное сечение катаной заготовки рассчитывают из условий обеспечения укова для блюмса 1,3—1,5 и для обычного проката 1,1—1,3. Хотя при использовании проката необходимый уков обеспечен при прокатке, добавочный уков в кузнечном цехе необходим для устранения крупнозернистой структуры, вызванной нагревом металла перед ковкой.

Таким образом, для определения размеров заготовки конкретной

детали выполняют ряд последовательных расчетов, примеры которых приведены ниже.

Пример 1. Рассчитать заготовку для поковки, представленной на рис. 105, б (диск с отверстием), материал — сталь 45 (ГОСТ 1050—60). Объем поковки:

$$V_{пок} = V_{ц} - V_{у.к},$$

где $V_{ц}$ — объем цилиндра, т. е. полный объем поковки без отверстия; $V_{у.к}$ — объем усеченного конуса, т. е. объем отверстия.

Тогда

$$V_{пок} = \frac{\pi D^2}{4} H_1 - 0,262 H_1 (d^2 + dd_1 + d_1^2),$$

где d_1 — меньший диаметр отверстия. Так как уклон в отверстии 1 : 20, то

$$d_1 = d - 2 \cdot \frac{H}{20} = 124 - 19 = 105 \text{ мм} = 10,5 \text{ см}.$$

Окончательно получаем объем поковки

$$V_{пок} = \frac{\pi 42^2}{4} \cdot 19 - 0,262 \cdot 19 (12,4^2 + 12,4 \cdot 10,5 + 10,5^2) = 24337 \text{ см}^3.$$

Масса поковки

$$M_{пок} = V_{пок} \cdot \rho = \frac{24337 \cdot 7,75}{1000} = 191 \text{ кг}.$$

Подберем заготовку для данной поковки. Так как масса поковки (191 кг) относительно небольшая, то она может быть изготовлена из сортового проката осадкой. Потери металла на обсечку в виде выдры при пробивке отверстия составят

$$V_{выд} = V_{об} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{H}{3} = \frac{3,14 \cdot 12,4^2}{4} \cdot \frac{19}{3} = 760 \text{ см}^3.$$

Повокка будет изготовлена с одного нагрева, так что потери на угар составят 2% объема заготовки (т. е. $V_{уг} = 0,02 V_{заг}$). Масса заготовки принимается за 100%. Тогда объем металла, теряемого на угар, составит

$$V_{уг} = \frac{(V_{пок} + V_{выд}) \cdot 0,02}{1 - 0,02} = \frac{(24337 + 760) \cdot 0,02}{0,98} = 513 \text{ см}^3.$$

Находим объем заготовки

$$V_{заг} = V_{пок} + V_{уг} + V_{об} = 24337 + 513 + 760 = 25610 \text{ см}^3.$$

Размеры заготовки дляковки данной детали необходимо определять с учетом следующих условий:

во-первых, длина заготовки должна быть не более 2—2,5 ее диаметра, так как ковку ведут способом осадки;
во-вторых, выбранное сечение должно соответствовать ГОСТу на сортовой прокат.

Сообразуясь с перечисленными условиями, остановимся на сечении 240×240 (ГОСТ 4693—57). Тогда длина исходной заготовки определится следующим отношением:

$$L_{заг} = \frac{V_{заг}}{F_{заг}} = \frac{25610}{576} = 44,5 \text{ см} = 445 \text{ мм}.$$

Проверим, удовлетворяет ли выбранная заготовка первому условию:

$$\frac{L_{заг}}{B} = \frac{445}{240} = 1,85.$$

Таким образом, заготовка размером 240×240 при длине 445 мм удовлетворяет условиям изготовления поковки способом осадки.

Пример 2. Рассчитать заготовку для поковки ступенчатого вала согласно поковочному чертежу (рис. 108), материал Ст3.

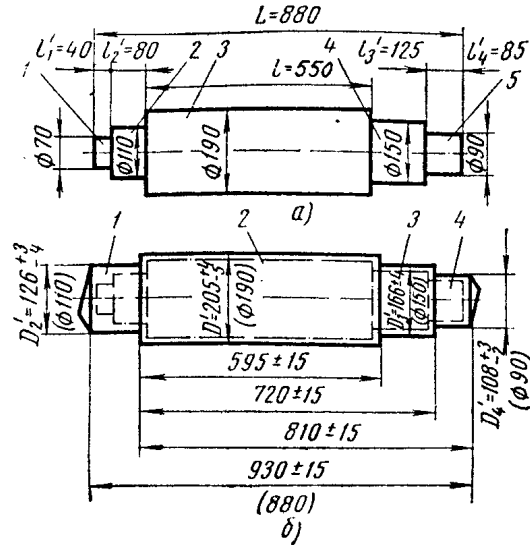


Рис. 108. Чертежи сплошного вала с уступами (а) и поковки этого вала (б)

Для подсчета объема поковки разбиваем ее на четыре части

$$V_{\text{пок}} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 \text{ см}^3, \text{ где}$$

V_1 — объем цилиндра длиной $l_1 = 12,0$ см и диаметром $D_1 = 12,6$ см; V_2 — объем цилиндра длиной $l_2 = 59,5$ см и диаметром $D_2 = 20,5$ см; V_3 — объем цилиндра длиной $l_3 = 12,5$ см и диаметром $D_3 = 16,6$ см; V_4 — объем цилиндра длиной $l_4 = 9,0$ см и диаметром $D_4 = 10,8$ см.

$$V_1 = \frac{\pi D_1^2}{4} \cdot l_1 = \frac{3,14 \cdot 12,6^2}{4} \cdot 12 = 1495 \text{ см}^3.$$

$$V_2 = \frac{\pi D_2^2}{4} \cdot l_2 = \frac{3,14 \cdot 20,5^2}{4} \cdot 59,5 = 19641 \text{ см}^3.$$

$$V_3 = \frac{\pi D_3^2}{4} \cdot l_3 = \frac{3,14 \cdot 16,6^2}{4} \cdot 12,5 = 2705 \text{ см}^3.$$

$$V_4 = \frac{\pi D_4^2}{4} \cdot l_4 = \frac{3,14 \cdot 10,8^2}{4} \cdot 9 = 824,5 \text{ см}^3.$$

Объем всей поковки

$$V_{\text{пок}} = 1495 + 19641 + 2705 + 824,5 = 24665,5 \text{ см}^3.$$

Масса поковки

$$M_{\text{пок}} = V_{\text{пок}} \cdot \rho = 24665,5 \cdot 7,85 = 194 \text{ кг}.$$

Объем заготовки $V_{\text{исх}} = V_{\text{пок}} + V_{\text{уг}} + V_{\text{об}} \text{ см}^3.$

Для определения отходов $V_{\text{об}}$, получаемых при отрубке концов поковки, необходимо установить технологию изготовления детали. Если ковать вал из за-

готовки, отрубаемой от штанги на одну поковку, то отходы появятся с обоих концов. Если ковать вал от штанги с последующей отрубкой его, то отход на обрубку конца поковки будет один.

Принимаем вариантковки вала из заготовки, отрубленной на один вал. Объем отходов на обрубку концов вала, ковку которого ведем под молотом, считываем по формуле

$$V_{\text{об}} = 0,23d^3 \text{ см}^3,$$

где d — диаметр обрубаемого конца. Тогда объем отходов с отрубаемыми концами будет равен:

$$\text{для левого конца вала } V'_{\text{об}} = 0,23 \cdot 12,6^3 = 460 \text{ см}^3;$$

$$\text{для правого конца вала } V''_{\text{об}} = 0,23 \cdot 10,8^3 = 290 \text{ см}^3;$$

$$V_{\text{об}} = V'_{\text{об}} + V''_{\text{об}} = 460 + 290 = 750 \text{ см}^3.$$

Принимаем, что ковка проводится с одного нагрева, поэтому потери от уга металла будут не более 2% объема заготовки. Массу заготовки принимаем за 100%, тогда объем металла, который теряется на угар,

$$V_{\text{уг}} = \frac{(V_{\text{пок}} + V_{\text{об}}) \cdot 0,02}{1 - 0,02} = \frac{(24665 + 750) \cdot 0,02}{1 - 0,02} = 518,7 \text{ см}^3.$$

Объем заготовки составит

$$V_{\text{заг}} = V_{\text{пок}} + V_{\text{уг}} + V_{\text{об}} = 24665 + 518,7 + 750 = 25933,7 \text{ см}^3.$$

Масса исходной заготовки

$$M_{\text{заг}} = \frac{25933,7 \cdot 7,85}{1000} = 203,5 \text{ кг}.$$

При такой небольшой массе заготовку можно взять из обжатых заготовок и вести ковку протяжкой, чтобы обеспечить высокое качество поковки с уклоном 1,3—1,5.

Наибольший диаметр поковки 205 мм (см. рис. 108, б) и площадь максимального сечения будет

$$F_{\text{пок}} = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 20,5^2}{4} = 330 \text{ см}^2.$$

Площадь поперечного сечения исходной заготовки должна быть:

$$F_{\text{заг}} = F_{\text{пок. ук}} = 330 \cdot 1,5 = 495 \text{ см}^2.$$

Такому сечению соответствует обжатая заготовка (блюмс) со стороны квадрата 220 мм (ГОСТ 4692—57). Длина заготовки определяется следующим соотношением:

$$L_{\text{заг}} = \frac{V_{\text{заг}}}{F_{\text{заг}}} = \frac{25933 \cdot 7}{484} = 53,5 \text{ см} = 535 \text{ мм}.$$

Таким образом, размер заготовки для кованого вала должен быть сечением 220×220 и длиной 535 мм, что удовлетворяет требуемым условиям при изготовлении из обжатой заготовки заданной поковки способом протяжки.

§ 45. Понятие о коэффициенте использования металлов

Себестоимость любого изделия машиностроительного завода состоит из ряда затрат, главными из которых являются затраты на основные материалы, на заработную плату производственным рабочим и накладные расходы.

Расходы на основной материал составляют значительную часть себестоимости, поэтому на каждое мероприятие в технологии производства, направленное на уменьшение расхода металла, сразу же сказывается на уменьшении себестоимости изделия. Известно, что

пути к экономному расходованию металла в производстве лежат в направлении всемерного сокращения потерь. Потери, в свою очередь, состоят из потерь на брак, потерь на угар при нагреве заготовок, потерь на технологические отходы (обсечки, выдра при пробивке отверстий, стружка при обработке поковок в механических цехах и др.). Оценку расходования металла в кузнечно-прессовых цехах ведут по показателю «выход годного». Этот показатель есть выраженное в процентах отношение массы поковки к массе затраченного на ее изготовление металла по кузнечно-прессовому цеху.

Передовые рабочие и инженерно-технические работники, новаторы производства, ведут энергичную работу по снижению непроизводительных затрат и отходов металла для повышения коэффициента «выход годного». Однако, несмотря на улучшение этого показателя в кузнечном цехе, расход металла по заводу в целом остается высоким, так как в механических цехах, где обрабатывают поковки резанием, потери велики из-за больших припусков и напусков. Очевидно, что для снижения потерь металла по заводу необходимо в основу технологических процессов кузнечного производства закладывать прогрессивные процессы металлообработки, позволяющие увеличить коэффициент использования металла.

К мерам по снижению потерь и повышению коэффициента использования металла относятся:

применение новых экономических конструкций слитков: мало-прибыльных, удлиненных, пустотелых и слитков с повышенной конусностью, а также применение проката специального профиля в соответствии с геометрией поковок;

выбор оптимального развеса слитка;

механизация всех операцийковки и применение подкладных штампов, позволяющих вести ковку по более совершенным схемам и сократить число нагревов;

применение безокислительного нагрева в пламенных печах, использование электронагрева и оставшегося тепла в металле неостывших после отливки слитков и в концековки для первичной термической обработки поковок;

использование отходов, полученных при ковке.

ГЛАВА VIII

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ, ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ И ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

§ 46. Электробезопасность

Воздействие электрического тока на организм человека может иметь серьезные последствия. Действие электрического тока может быть тепловым (ожог), механическим (разрыв тканей, повреждение костей), химическим (электролизное действие). Кроме того, ток действует биологически, нарушая процессы, происходящие в живой материи.

Поражение всего организма, вызванное прохождением электри-

ческого тока, принято называть электрическим ударом. В отличие от этого вида электрического удара местные поражения, такие, как ожог, разрыв тканей и др., носят общее название электротравм.

Ожоги происходят из-за теплового воздействия тока и образования электрической дуги. При высокой частоте тока могут иметь место ожоги внутреннего характера, без заметного повреждения кожной поверхности.

Для безопасности обслуживания электрических установок большое значение имеет окружающая среда. Высокая температура, влага, пыль и газы от неполного сгорания топлива не только вредно воздействуют на организм человека, но также разрушительно влияют на электроизоляцию токоведущих участков.

В связи с этим все производственные помещения промышленных предприятий по степени опасности поражения электрическим током делят на три категории: помещения без повышенной опасности, с повышенной опасностью и особо опасные.

К помещениям без повышенной опасности относятся сухие отапливаемые помещения с полами из дерева или других токонепроводящих материалов.

К помещениям с повышенной опасностью относятся помещения механических, сборочных и инструментальных цехов.

Кузнечно-прессовые цехи со своими отделениями для термической обработки, правильными помещениями и другими участками, работающими на завершающих, зачистных операциях, относятся к высокоопасным.

Поэтому каждый работающий на предприятии, и особенно в кузнечных цехах, должен знать и соблюдать ряд правил техники безопасности.

Ограждению подлежат электроопасные токоведущие части оборудования. Эти ограждения должны надежно предупреждать возможность случайного прикосновения к частям, находящимся под опасным напряжением электрического тока. Надежность таких ограждений заключается в том, что даже при снятии его с опасной зоны благодаря блокировке происходит автоматическое обесточивание, и тем самым исключается опасность поражения электрическим током.

Поражение электрическим током возможно от прикосновения к токоведущим частям электротехнических устройств: электрокабелям, проводам с поврежденной изоляцией, к клеммам контактов электроаппаратуры. Помимо этого, при неисправностях, загрязнении или увлажнении токоведущих частей электрических устройств напряжение с них может передаваться на металлические станины и корпусы станков, на ограждения, на резервуары или ванны, на металлоконструкции и колонны. Не подозревая об опасности, прикоснувшись к этим предметам, человек подвергается тяжелому поражению током, вызывающим электрический удар и ожоги.

Поэтому все части электрических устройств, находящиеся под напряжением, ограждаются таким образом, чтобы они были недоступны для случайного прикосновения.

Все металлические части машин, подъемно-транспортных устройств, металлические колонны зданий и тому подобные конструкции, которые могут оказаться под напряжением при повреждении изоляции, необходимо заземлять соответственно схеме питающей сети.

При работе ручными (переносными) электромашинами, электродрелями, машинками для обработки шарошками и абразивными кругами, электропилами, паяльниками, гайковертами и др. необходимо следить за исправностью механизма и токоведущей части его. Электробезопасность в смысле защитного заземления корпусов таких машин и инструментов должна быть надежно обеспечена: провод заземления должен иметь отличительную расцветку или обозначение, а контакт включения вилки в розетку штепсельного соединения должен иметь опережающее включение «на землю». Питательные машины при работе нужно напряжением выше 36 В, при необходимости производства работ под напряжением выше 36 В выдача машинок в комплекте с защитными средствами (резиновые перчатки и коврик) должна производиться только специально обученным и допущенным к работе на них людям.

При работах внутри металлических резервуаров, емкостей, внутри машин, станин и других металлических полостей категорически запрещается питать машинки и инструменты напряжением свыше 36 В и с освещением свыше 12 В. Переносные трансформаторы для ламп 12 В освещения должны размещаться вне полостей, в которых ведутся работы.

§ 47. Производственный инструктаж по технике безопасности и правила поведения в цехах

Одним из основных условий успешной борьбы с производственным травматизмом и профессиональными заболеваниями является обучение рабочих основам гигиены труда и техники безопасности.

Поступающий на предприятие рабочий независимо от того, на каком участке он будет работать, проходит первый этап обучения, получая вводный инструктаж. Его знакомят с основными мерами по охране труда и с правилами поведения самого рабочего на территории завода в отношении соблюдения правил безопасности и гигиены труда. В цехе при производственном обучении вновь принятый рабочий получает основной инструктаж, подробно знакомящий его с условиями труда и обучающий технике безопасности и промышленной санитарии по данной профессии, с показом безопасных приемов труда на рабочем месте. В дальнейшем, по истечении сроков, устанавливаемых службой отдела техники безопасности и комиссией охраны труда, проводятся занятия по повышению уровня знаний техники безопасности и повторный инструктаж.

§ 48. Первая помощь при несчастных случаях

При несчастном случае необходимо обращаться в медпункт. Если пострадавший не в состоянии сам обратиться к врачу, то его от-

правку в медпункт должны организовать товарищи по работе. Если по каким-либо причинам этого сделать нельзя, то немедленно надо вызвать в цех врача и одновременно приступить к оказанию пострадавшему первой помощи.

Необходимые медикаменты для оказания неотложной помощи должны находиться в аптечке санитарного поста производственного участка.

Основные приемы первой доврачебной помощи: при небольшом ранении следует произвести перевязку чистым бинтом из индивидуального пакета, предварительно смазав иодом места порезов. При большом кровотечении необходимо остановить его, для чего выше места ранения наложить жгут, т. е. туго перетянуть платком или полотенцем, и на рану положить повязку. Раны и порезы промывать водой нельзя.

Ушибы на наружных частях тела необходимо охлаждать накладыванием компресса из марли, смоченной холодной водой. При тяжелых ушибах внутренних органов пострадавшего необходимо осторожно уложить на носилки или в постель, освободить его от стесняющей одежды и вызвать врача. До прибытия врачебной помощи на место ушиба следует класть холодные компрессы.

При легком ожоге пораженное место необходимо обрабатывать слабым раствором марганцево-кислого калия или смазывать стрептоцидовой эмульсией. При тяжелых ожогах надо осторожно снять или разрезать одежду или обувь, не касаясь места ожога, наложить на обожженный участок стерильный бинт из индивидуального пакета и направить пострадавшего на носилках в медпункт для оказания ему квалифицированной помощи.

При тепловом ударе от перегрева тела у пострадавшего наступает обморочное состояние. В этом случае необходимо положить больного в прохладное место без сквозняков, расстегнуть его одежду, опрыскать холодной водой лицо и грудь и вызвать врача. Если больной не дышит, следует обязательно применить искусственное дыхание.

При поражении электрическим током необходимо немедленно освободить пострадавшего от действия тока, выключив рубильник или прервав электрический ток любым инструментом с сухой деревянной ручкой. Спасаящий должен надеть резиновые калоши и перчатки, а если их под рукой нет, то встать на сухой деревянный обрубок или на сухие камни во избежание поражения током, так как становиться на землю, особенно сырую, без изоляции нельзя. Если пострадавший потерял сознание, необходимо уложить его на спину, расстегнуть одежду и применять искусственное дыхание, обеспечив доступ свежего воздуха. Искусственное дыхание необходимо делать непрерывно до прибытия врачебной помощи.

При переломах конечностей необходимо немедленно уложить пострадавшего на носилки и отправить его в медицинский пункт для оказания квалифицированной медицинской помощи.

§ 49. Противопожарные мероприятия в цехе

Техника безопасности органически связана с противопожарной техникой. Пожарная профилактика должна обеспечивать предупреждение пожаров, пресечение путей распространения огня, быструю и безопасную эвакуацию людей и имущества из помещений, а также развертывание технических средств и четкую организацию тактических действий пожарных команд при ликвидации пожара.

Причинами возникновения пожаров в кузнечно-прессовых цехах могут быть воспламенения, появившиеся от нарушения правил складирования горячих поковок, от неисправности электрических систем, вызванных перегрузкой электросети и электрической части оборудования, от небрежного пользования открытым пламенем вблизи легковоспламеняющихся материалов при обогреве застывших трубопроводов внутри цеховых магистралей. Нарушения противопожарных правил при розжиге печей, работающих на жидком и газообразном топливе, могут привести к взрывам, так как топливо обладает способностью образовывать при соединении с воздухом взрывчатую смесь. Поэтому камеры печей и дымоходы перед розжигом должны быть тщательно провентилированы, а газовый и воздушный трубопроводы продукты через «свечи» — отводные трубы.

При удалении поверхностных дефектов на кузнечных слитках, при разрезке слитков и обжатых блюмсов на мерные заготовки в заготовительном отделении цеха пользуются кислородно-ацетиленовым пламенем. Несоблюдение мер пожарной безопасности при хранении, погрузке и разгрузке, транспортировании и эксплуатации баллонов с горючими газами и со сжатым кислородом может привести к воспламенению и взрыву.

Меры борьбы с возникновением пожаров в цехе ведутся по ряду направлений, главными из которых являются профилактические и организационно-административные.

Суть противопожарной профилактики состоит в выборе огнестойких материалов, применяемых при постройке зданий, сооружений и для настила полов в кузнечно-прессовых цехах, в правильном расположении производственных помещений, складов, оснащенных соответствующим оборудованием, и подъездов к ним, обеспечивающих безопасность передвижения в случае пожара.

К организационным мерам относится противопожарный режим в цехе, который должен обеспечивать строгое соблюдение технологических и административных указаний, касающихся правил пожарной безопасности. Так, хранение огнеопасных горючих и смазочно-обтирочных материалов в специально отведенном для них помещении и в металлической закрывающейся таре предупреждает возникновение пожара при самовозгорании промасленных обтирочных материалов (концов и ветоши).

Особенно важна организация складов хранения наполненных сжатым кислородом, ацетиленом и другими газами баллонов. Полы в этих помещениях должны содержаться в надлежащей исправности и чистоте. Обязательно должно быть устройство стеллажей и барьеров, предохраняющих баллоны от падения и ударов.

Строго запрещена переноска баллонов на руках или плечах без специально приспособленных носилках или тележек.

В одном складе недопустимо хранить баллоны с ацетиленом (или его заменителями) и кислородные баллоны.

Категорически запрещена совместная транспортировка наполненных и порожних кислородных и ацетиленовых баллонов на всех видах транспорта, за исключением специальной ручной тележки на два баллона, предназначенной для перевозки их к рабочему месту.

Эти указания вносят строгий порядок в ведение баллонного хозяйства и являются серьезной мерой пожарной безопасности в цехе.

К числу технологических и административных указаний, обязательных к исполнению при эксплуатации газорезательной аппаратуры, необходимо отнести следующие правила пожарной безопасности.

На каждом баллоне для прикрытия вентиля навернут предохранительный колпак, который должен легко отвертываться от руки. Категорически запрещается снимать предохранительный колпак с баллона с помощью ударов зубилом и молотком, чтобы не вызвать искру, угрожающую воспламенением.

Вентиль на кислородном баллоне необходимо открывать и закрывать медленно, без рывков во избежание загорания прокладки от резкого изменения скорости струи сжатого газа.

При выполнении газопламенной резки металла с помощью жидкого топлива (керосина, бензина или их смеси) наполнять бачок горючим разрешается не более чем на 0,75 его емкости.

Шланги при работе на жидком топливе должны быть бензо-, маслостойкими. Заправка горючим должна производиться в специально оборудованном для этого помещении, в котором обеспечена пожарная безопасность. Во время работы бачок с горючим должен находиться не ближе 5 м от баллона с кислородом и от места резки металла или других источников открытого огня.

Категорически запрещается подходить с зажженным резаком к бачку для подкачивания воздуха. Во время подкачки (повышения давления в емкости горючего) резак с обязательно перекрытым вентилем режущего кислорода должен находиться вдали от бачка на специальной подставке или подвеске. Давление кислорода на входе в резак должно быть всегда выше, чем давление в бачке.

При прекращении работы воздух из бачка должен быть спущен, однако выпускать его можно только после того, как погашено пламя резака. По окончании работ весь комплект — резак со шлангом и бачок к нему — должны быть сданы в кладовую, где эта аппаратура хранится с соблюдением правил пожарной безопасности.

Категорически запрещается выполнение газопламенных работ на жидком и газообразном топливе лицам в промасленной или пропитанной бензином (керосином) одежде. Нельзя допускать к работе у кислородных баллонов и арматуры к ним рабочих с замасленными руками, одеждой и инструментом.

Воспламенившееся горючее необходимо гасить с помощью огнетушителя, песка или плотным накрыванием пламени брезентом.

Тушить водой горящий бензин, керосин и их смеси воспрещается.

Проезды и переходы в цехах должны быть четко обозначены, очерчены белыми линиями или другими знаками; их нельзя загромождать, так как они являются путями эвакуации людей и имущества из опасного в пожарном отношении участка.

Для безопасного продолжения работы на аварийном режиме и для спокойного выхода работающих из производственных помещений при внезапном прекращении подачи электроэнергии оборудуются аварийное освещение, светильники которого присоединены к линии, не зависящей от цеховой сети.

При возникновении пожара в цехе надлежит действовать решительно, четко и без промедления сообщить о случившемся пожарной охране завода, пользуясь извещателем специальной пожарной сигнализации или телефоном. Выключив вытяжную и приточную вентиляцию, перекрыв на вводе в цех главный топливный трубопровод и другие энергетические устройства, цеховая специально обученная добровольная пожарная дружина организует локализацию пламени, разрывная имеющиеся пожарные средства, включая стационарные огнегасительные установки и применяя пену химических огнетушителей, песок и другие способы в зависимости от характера воспламенившегося материала.

Руководители завода и производственных участков цеха помогают членам цеховой пожарной дружины и подразделениям пожарной охраны завода в тушении пожара, организуют эвакуацию людей и материальных ценностей из опасной зоны.

ГЛАВА IX

ПОДГОТОВКА ИСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

§ 50. Материалы, обрабатываемые в кузнечном производстве

В кузнечных цехах обрабатываются металлы и сплавы, обладающие пластическими свойствами. К ним относятся различные стали, а также цветные металлы и их сплавы. Стали относятся к группе черных металлов и представляют собой сплав железа (Fe) с углеродом (C) и с целым рядом других элементов, таких, как кремний, марганец, хром, никель и др.

Черные и цветные сплавы в зависимости от химического состава обладают различными свойствами, главными из которых являются физические, механические и технологические.

К физическим свойствам сталей и других сплавов относятся: плотность (удельный вес), теплоемкость, теплопроводность, электропроводность и др. Первые три из перечисленных свойств имеют важное значение в кузнечно-штамповочном производстве.

Плотность стали — это масса 1 см³ стали в граммах. Она изменяется в зависимости от химического состава стали и сплава, и в среднем для стали равна 7,86 г/см³.

Теплоемкостью называется количество тепла, необходимое

для нагревания одного грамма металла на 1° С. Она влияет на проникновение тепла при нагревании от поверхности заготовки к ее сердцевине.

Теплопроводностью называется свойство материалов передавать тепло от одной части к другой, менее нагретой. Знание этого свойства передачи тепла в заготовке необходимо при определении продолжительности нагрева металла перед ковкой.

К механическим свойствам металлов и сплавов относятся: прочность, твердость, вязкость, пластичность, упругость и выносливость.

Прочностью называется способность металлов сопротивляться разрушению при воздействии внешних сил. Удельной прочностью называется отношение предела прочности различных металлов к их удельному весу.

Твердостью называется способность металлов сопротивляться внедрению в него другого, более твердого тела.

Ударная вязкость — это способность металла оказывать сопротивление ударным нагрузкам. Она определяется количеством механической энергии, поглощенной металлом при разрушении ударом, отнесенной к единице площади поперечного сечения образца.

Пластичностью называется способность металла или сплава изменять без разрушения свою форму и размеры под воздействием внешних сил и сохранять принятую новую форму и размеры после прекращения действия внешних сил.

Упругостью называется свойство материалов изменять форму под действием внешних сил и возвращаться к первоначальной форме после разгрузки.

Выносливостью называется способность материалов выдерживать, не разрушаясь, различные эксплуатационные многократные нагрузки, в том числе и знакопеременные, т. е. нагрузки, непрерывно меняющиеся по величине и направлению.

К технологическим свойствам металлов и сплавов относятся: ковкость, обрабатываемость резанием, термическая обрабатываемость, свариваемость и др.

Ковкостью называется свойство металлов и сплавов изменять в широких пределах свою форму и размеры без разрушения при малой величине сопротивления деформированию. Хорошей ковкостью обладает свинец, нагретая сталь, плохой — чугун.

Обрабатываемостью резанием называется свойство металлов и сплавов изменять форму и размеры под воздействием режущего инструмента. Обрабатываемость резанием зависит от твердости, прочности и пластичности металла. С понижением пластичности обрабатываемость резанием обычно улучшается.

Обрабатываемостью термической (тепловой) называется способность металлов и сплавов при соответствующем нагреве и охлаждении, сохраняя химический состав, приобретать требуемые механические и физические свойства. Основные виды термической обработки сталей описаны в главе X.

Свариваемостью называется способность металлов при определенных температурах и деформационных условиях соединяться в одно неразъемное изделие. Свариваемость металлов и сплавов различна и зависит от их химического состава.

§ 51. Марки сталей

Сталью называется сплав железа и углерода, в котором содержание углерода не превышает 2%.

С повышением содержания углерода С увеличивается твердость и закаляемость стали, но снижаются пластичность, ковкость и теплопроводность. Снижение теплопроводности увеличивает время нагрева стали под ковку.

Кроме углерода, в состав сталей входят марганец, кремний, сера, фосфор и другие элементы. Они оказывают различное влияние на свойства сталей, улучшая или ухудшая их качество.

Марганец Mn увеличивает твердость, прочность, сопротивление истиранию и удару, уменьшает вредное влияние серы, снижает теплопроводность. В конструкционных сталях марганца содержится до 1%.

Кремний Si повышает прочность и упругость, но снижает вязкость и свариваемость. В конструкционных сталях кремний содержится в пределах от 0,17 до 0,37%.

Сера S. При содержании серы более 0,045% сталь становится красноломкой, т. е. хрупкой при нагреве ее до красного каления.

Фосфор P при содержании более 0,05% делает сталь хладноломкой, т. е. хрупкой в холодном состоянии. Таким образом, сера и фосфор являются вредными примесями и допускаются в качественных сталях не выше 0,03%, а в обычных марках сталей — не выше 0,05%.

Стали с незначительным содержанием кремния, марганца и других элементов называются углеродистыми сталями. Эти стали подразделяются на низкоуглеродистые (содержание углерода до 0,25%), среднеуглеродистые (от 0,25% до 0,6% углерода) и высокоуглеродистые (от 0,6 до 1,7% углерода).

Легированными называются стали, в которые входят специальные легирующие элементы, придающие сплаву желаемые свойства. Влияние легирующих добавок на улучшение качества сталей следующее.

Никель Ni повышает прочность и вязкость стали. Ковкость никелевых сталей хорошая.

Хром Cr увеличивает прочность и твердость, но снижает вязкость и теплопроводность стали. Ковкость хромистых сталей хорошая, но обрабатывать их давлением необходимо в строгом и узком температурном интервале.

Вольфрам W повышает твердость, прочность и выносливость сталей, применяемых для изготовления деталей, работающих при высоких температурах. Вольфрам снижает теплопроводность стали, поэтому нагрев заготовок из вольфрамовой стали необходимо

вести медленно и заканчивать ковку при строго определенной температуре.

Ванадий V повышает прочность, снижает величину зерна и улучшает ковкость сталей.

Молибден Mo придает сталям мелкозернистое строение, повышает прочность, вязкость и пластичность. Молибден снижает теплопроводность, поэтому время нагрева под ковку удлиняется, а поковки из молибденовой стали необходимо охлаждать медленно.

Титан Ti препятствует росту зерна, повышает прочность и прокаливаемость сталей (способность закаливаться на определенную глубину).

Таким образом видно, что механические, физические и технологические свойства сталей в значительной степени зависят от их химического состава.

В современном машиностроении применяются различные стали, которые классифицируются по способу производства, по химическому составу и по назначению.

По способу производства стали разделяют на мартеновскую (основную и кислую), выплавляемую в мартеновских печах; бессемеровскую и томасовскую, получаемую в конверторах; электросталь, выплавляемую в дуговых или высокочастотных печах; в последние годы получил распространение способ производства высококачественной стали путем электрошлакового и вакуумно-дугового переплава.

По химическому составу стали подразделяются на углеродистые и легированные.

По назначению стали различаются как конструкционные и инструментальные.

В свою очередь конструкционные стали, применяемые для производства поковок, подразделяются на углеродистую обыкновенного качества, углеродистую качественную и легированную.

Инструментальные стали подразделяются на инструментальную углеродистую и инструментальную легированную.

Сталь углеродистая обыкновенного качества (ГОСТ 380—71) выплавляется в конверторах и мартеновских печах и поставляется либо по механическим свойствам (сталь группы А), и тогда химический состав ее не проверяется, либо по химическому составу (сталь группы Б), при этом не проверяются ее механические свойства.

Маркируются стали группы А буквами Ст и цифрами от 0 до 7. При маркировке сталей группы Б, кроме букв Ст и цифры, впереди ставятся буквы М или Б, обозначающие способ получения сталей: мартеновский или бессемеровский. Например: марка МСтЗ означает мартеновскую сталь номер 3, марка БСт5 означает бессемеровскую сталь номер 5.

Из углеродистых сталей обыкновенного качества в кузнечном производстве изготавливают поковки для деталей, работающих с незначительными нагрузками.

Углеродистая качественная конструкционная сталь (ГОСТ 1050—60*) выплавляется с нормальным (группа I) и повышенным (группа II) содержанием марганца в мартеновских и электрических печах, а также в основных конверторах с продувкой кислородом сверху. Применяют ее при изготовлении поковок для более нагруженных деталей машин и механизмов. Углеродистая качественная конструкционная сталь по сравнению с углеродистой обыкновенного качества более однородна по химическому составу и содержит в меньших количествах такие примеси, как сера и фосфор. Марка углеродистой качественной конструкционной стали состоит только из двух цифр, означающих среднее содержание углерода в сотых долях %. Например, марка 25 означает, что сталь содержит в среднем 0,25% углерода; марка 60 в среднем 0,60% углерода и т. д.

ГОСТ 1050—60* предусматривает выплавку углеродистых качественных конструкционных сталей с повышенным содержанием марганца. Марка этих сталей дополнительно содержит цифру 1, указывающую на содержание в стали марганца. Например, марка 50 1 означает, что сталь содержит 0,50% углерода и около 1% марганца. Стали углеродистые качественные конструкционные 25 и 30, которые примерно соответствуют по механическим свойствам Ст4, а также 35, 40 и 45, которые по механическим свойствам примерно соответствуют Ст5, широко применяются для получения поковок.

Сталь низколегированная конструкционная (ГОСТ 5058—65) обладает лучшими механическими свойствами, чем сталь углеродистая конструкционная. Низколегированные конструкционные стали содержат не более 2,5% легирующих элементов. Например (в %): до 0,37 углерода, от 0,40 до 1,10 кремния, от 0,30 до 1,80 марганца, до 0,9 хрома, до 1,30 никеля и до 0,80 меди.

Сталь легированная конструкционная (ГОСТ 4543—71). Поковки из конструкционной стали для ряда деталей современных машин должны обладать высокими механическими свойствами: прочностью, вязкостью и сопротивлением усталости. Углеродистая качественная конструкционная сталь иногда не удовлетворяет этим требованиям, так как прочность и твердость растут с повышением содержания углерода в стали, но одновременно с этим уменьшается пластичность и вязкость, повышается хрупкость. Поэтому поковки для ответственных деталей изготавливают из легированных сталей, обладающих повышенными механическими свойствами. Марки низколегированных и легированных конструкционных сталей обозначаются по буквенно-цифровой системе. Для маркировки этих сталей принято легирующие элементы обозначать буквами: Х — хром, Н — никель, Г — марганец, С — кремний, М — молибден, В — вольфрам, Ф — ванадий, К — кобальт, Т — титан, Ю — алюминий. Марганец и кремний являются легирующими, если содержание в стали первого более 1% и второго — не менее 0,8%.

Первые две цифры в марках этих сталей обозначают среднее содержание углерода в сотых долях процента, цифры, следующие

за буквами, обозначают количество данного легирующего элемента в процентах, округленных до целого числа. Если цифра с правой стороны буквы отсутствует, то это значит, что содержание легирующего элемента в стали меньше или равно 1%. Буква А в конце марки означает высококачественную сталь с уменьшенным содержанием вредных примесей серы и фосфора. Например, марка 40Х означает, что сталь содержит до 0,4% углерода и до 1% хрома. Марка 18ХГТ означает, что в стали содержится до 0,18% углерода, до 1% хрома, до 1% марганца и до 1% титана. Марка 20ХГА означает, что сталь содержит 0,20% углерода, до 1% хрома, до 1% марганца и сама сталь является высококачественной.

Сталь инструментальная углеродистая (ГОСТ 1435—74) выплавляется в мартеновских и электрических печах. В этой стали содержится (%): углерода от 0,6 до 1,3; марганца 0,15—0,60; кремния 0,15—0,35; серы до 0,030 и фосфора до 0,035. Углеродистые инструментальные стали применяются для изготовления рубящего и режущего инструмента, подвергающегося ударным нагрузкам, для мерительного и деформирующего металла инструмента, рабочие части которых должны обладать высокой твердостью и износостойкостью.

Инструментальные углеродистые стали выпускаются марками У7, У8, У9 и т. д. до У13. Буква У означает, что сталь углеродистая, цифра, следующая за ней, указывает на содержание углерода в десятых долях процента. В обозначении высококачественной инструментальной стали с пониженным содержанием серы и фосфора добавляется в конце марки буква А. Так сталь инструментальная высококачественная с содержанием углерода 0,95—1,04% обозначается У10А.

Стали инструментальные легированные (ГОСТ 5950—73), применяемые для изготовления штампов пресс-форм для литья под давлением, режущего и измерительного инструмента, обладают высокой твердостью, хорошо сопротивляются износу и ударным нагрузкам при повышенных и высоких температурах. Кроме этого, стали, идущие на изготовление инструмента высокой точности, должны обладать незначительной деформацией при термической обработке. Этим требованиям удовлетворяют современные легированные стали, в состав которых, кроме железа, углерода, марганца и кремния, входят также легирующие элементы: хром, вольфрам, ванадий, молибден, никель.

§ 52. Сплавы цветных металлов

Медь, алюминий, магний, цинк, титан и другие цветные металлы в машиностроении сравнительно редко применяются в чистом виде. Способность большинства цветных металлов растворяться один в другом при определенных температурах и образовывать твердые растворы позволяют создавать цветные сплавы с заранее заданными физическими, механическими и технологическими свойствами.

В зависимости от основного металла, входящего в состав промышленного сплава, цветные сплавы разделяются на медные, алюминиевые, магниевые и другие.

По плотности (удельному весу) основного металла промышленные сплавы цветных металлов делятся на легкие и тяжелые. К первым относятся алюминиевые, магниевые, титановые, ко вторым — медные, никелевые и др.

В зависимости от способа производства заготовок для деталей и по методу обработки сплавы цветных металлов делятся на литейные и деформируемые.

Деформируемые сплавы, т. е. сплавы, применяемые для обработки их давлением, должны обладать достаточной прочностью и высокой пластичностью, обеспечивающей хорошую ковкость.

Медные сплавы. Значительное место в промышленном производстве находят деформируемые сплавы на медной основе с добавлением таких элементов, как цинк, кремний, марганец, алюминий, олово, железо, свинец и другие. В зависимости от компонентов, входящих в состав, медные сплавы разделяются на латуни и бронзы.

Обыкновенные (деформируемые) латуни, так называемые двойные латуни, представляют собой сплавы меди с цинком, к ним относятся латуни Л90, Л80, Л68, Л62 и другие. Цифры означают процентное содержание меди.

Специальные (деформируемые) латуни представляют собой медно-цинковые сплавы, в состав которых введены добавки свинца, марганца, алюминия, кремния и других элементов. К таким латуням относятся широко применяемые в кузнечно-штамповочном производстве латунь ЛС59-1, состоящая из 57—60% меди, 39—42% цинка и 0,8—1,9% свинца. В число специальных латуней, подвергаемых ковке и штамповке, входят ЛМцА 57-3-1 с марганцем и алюминием; ЛАН59-3-2 с алюминием, никелем и др.

Оловянистые (деформируемые) бронзы являются сплавом меди с оловом, например БрОЦ4-3, в состав которой входит олово (3,5—4,0%) и цинк (2,7—3,3%).

Безоловянистые (деформируемые) бронзы представляют собой сплавы на медной основе с легирующими добавками — алюминием, кремнием, железом, марганцем и другими элементами.

Наибольшее распространение в кузнечно-штамповочном производстве получили алюминиевые бронзы БрАЖ9-4 и БрАЖН10-4-4, в состав которых входят медь, алюминий, железо, а в последнюю и никель. Эти бронзы хорошо куются и штампуются.

Алюминиевые сплавы. В состав алюминиевых сплавов, помимо основного компонента (алюминия), входят: медь, кремний, магний, марганец и другие элементы, значительно повышающие механические свойства сплавов.

Сочетание высоких механических свойств с небольшим удельным весом являются характерной особенностью алюминиевых спла-

вов. Удельная прочность многих алюминиевых сплавов превышает удельную прочность углеродистых сталей. Алюминиевые сплавы обладают высокой пластичностью, коррозионной стойкостью и хорошей обрабатываемостью резанием и давлением.

Дюралюминий Д-1, представляющий собой сплав алюминия с медью (3,8—4,8%), магнием и марганцем (0,4—0,8% каждого), широко применяется в кузнечно-штамповочном производстве.

Особое место среди деформируемых алюминиевых сплавов занимают многокомпонентные сплавы АК, широко применяемые при изготовлении поковок и штампов сложных тяжело нагруженных деталей. К этой группе относятся сплавы (АК-2 и АК-4) средней и относительно повышенной жаропрочности.

Магниевые сплавы находят все большее применение в технике и современном машиностроении как конструкционные материалы. Небольшая плотность $1,8 \text{ г/см}^3$, высокие механические свойства, допускающие большие ударные нагрузки, стойкость по отношению к щелочам, минеральным маслам и топливу, хорошая обрабатываемость выгодно отличают магниевые сплавы даже от алюминиевых. В состав магниевых сплавов входят, кроме основного элемента (магния), алюминий, кремний, марганец, церий и цинк с незначительным количеством других элементов.

Сплавы МА2 и МА3 применяют главным образом при изготовлении поковок для деталей сложной формы, а сплавы МА3, МА4 и МА5 — для ответственных и высоконагруженных деталей.

Титановые сплавы. На заводах отечественного машиностроения освоенаковка, штамповка и прессование деформируемых титановых сплавов, состоящих из титана и его сплава с алюминием, железом, хромом, молибденом, ванадием и другими элементами. Эти сплавы отличаются ценными физико-механическими свойствами и высокой коррозионной стойкостью. Титановые сплавы применяются для изготовления поковок и штампов ответственных деталей современных двигателей и механизмов, работающих с высокими нагрузками в агрессивных условиях и средах при высоких и очень низких температурах, доходящих до минус 200°C . Титан представляет собой металл плотностью $4,5 \text{ г/см}^3$, он тяжелее алюминия, но легче железа. Титан и его сплав отличаются высокой удельной прочностью при нагревании его до 500°C и коррозионной стойкостью, не уступающей нержавеющей стали и платине, поэтому очень широко применяются при изготовлении сложных и весьма ответственных медицинских установок и хирургического инструмента.

Деформируемые титановые сплавы ВТ3, ВТ3-1, ВТ8 применяют дляковки и штамповки заготовок и деталей, воспринимающих и несущих при эксплуатации тяжелые нагрузки при высоких и сверхнизких температурах. Титановые сплавы кууют и сваривают в защитной среде и в вакууме.

Однако получение титана путем прямого извлечения его из руд пока еще практически невозможно из-за чрезвычайной активности металла. В расплавленном и даже разогретом (до температур началаковки) состоянии титан реагирует со всеми огнеупорами, жад-

но поглощает кислород, азот, водород, углерод и другие элементы. Поэтому при плавлении и разливке металла в слитки, при охлаждении слитков и при нагревании заготовок дляковки или сварки, титановые сплавы не должны иметь контакта с воздухом, а все перечисленные процессы необходимо осуществлять в вакууме или под защитой инертных (нейтральных) газов, аргона или гелия.

§ 53. Приемка и хранение металла

Исходные материалы, завезенные на склад кузнечного цеха, укладываются в стеллажах различных видов в определенном порядке, обеспечивающем свободный доступ к каждому профилю сталей и удобное маневрирование при подъеме и перемещении прутков и штанг подъемно-транспортными средствами. Поступающие на цеховой склад партии исходного проката сопровождаются сертификатами (накладными), в которых перечисляются: марка стали, номер плавки, масса партии, химический состав или механические свойства в соответствии с ГОСТом и клеймо приемщика ОТК.

Катаные прутки (штанги) размером сечения более 30 мм завод-поставщик должен заклеить, соответственно данным сертификата: номер плавки, марка стали, клеймо ОТК. Клейма располагают по торцу штанги или на боковой поверхности ее, вблизи торца. Кроме клейма, каждый конец штанги окрашивается определенными цветами краски в соответствии с маркой стали. Окрашивают торец или поверхность одного из концов штанги кольцами. В табл. 5 приведены условные цвета окраски некоторых марок углеродистых сталей.

Таблица 5

Условные цвета окраски некоторых углеродистых сталей

| Марка стали | Цвет | Марка стали | Цвет |
|--|-------------------|-------------|-------------------------|
| <i>Сталь обыкновенного качества</i> | | | |
| Ст0 | Красный и зеленый | Ст4 | Черный |
| Ст1 | Белый и черный | Ст5 | Зеленый |
| Ст2 | Желтый | Ст6 | Синий |
| Ст3 | Красный | Ст7 | Красный и коричневый |
| <i>Сталь углеродистая качественная</i> | | | |
| 10 | Белый и черный | 50 | Белый и красный |
| 15 | Белый и синий | 15Г | Коричневый и синий |
| 20 | Белый и зеленый | 45Г2 | Коричневый и розовый |
| 25 | Белый и зеленый | 50Г | Коричневый и красный |
| 30 | Белый и желтый | 55Г2 | Коричневый и красный |
| 35 | Белый и желтый | 60Г | Коричневый и фиолетовый |
| 40 | Белый и розовый | 65Г | Коричневый и фиолетовый |
| 45 | Белый и розовый | | |

Катаный прутковый материал хранится в вертикальном или горизонтальном положении. При вертикальном хранении и складировании металла применяют стеллажи чаще всего стоечного типа или зонтичные стеллажи. На каждом стеллаже навешивается бирка, на которой четко обозначена марка уложенной в нем стали и записано оставшееся количество металла.

При горизонтальном хранении металла применяют стеллажи стоечные, клеточные, елочные или в виде специальных скоб, изготовленных из швеллерного проката. Ширина этих скоб делается не более одного метра, высота — от 0,5 до 2,5 м. Укладку металла в них рекомендуется доводить высотой не более двух метров. Хранить исходный металл необходимо в закрытом помещении или же под навесом. Поступивший на цеховой склад металл контролируется по внешнему виду для выявления трещин, закатов, плен и других дефектов. По химическому составу и механическим свойствам металл проверяют выборочным порядком в центральной заводской лаборатории.

Для приближенного контроля по содержанию углерода и некоторых других легирующих элементов, как хром, вольфрам и др., применяют на складах «пробу на искру», которая заключается в том, что испытуемый пруток стали осторожно прижимают к быстро вращающемуся абразивному кругу и получают пучок искр. В зависимости от содержания углерода и специальных примесей в стали пучок искр приобретает различную форму, а искры — различную толщину и окраску. Стали с содержанием углерода 0,12% дают пучок прямых искр с двумя утолщениями на конце — светлым и темным, а весь пучок искр светлый и длинный. При содержании углерода 0,5% пучок искр светлый, но короче и шире, причем от первого утолщения искры начинают разделяться звездочками. Сталь с содержанием углерода около 1,0% образует светлый короткий и широкий пучок искр с отделением от первого утолщения снопа звездочек. Хромистая сталь при этом определении образует длинный пучок красноватых искр иногда с разрывом и разделяющимися звездочками. Хромовольфрамовые стали образуют двойную искру: красную — толстую и длинную — и темно-красную — тонкую и короткую. Вольфрамовая сталь образует прерывистую темно-красную искру со светлым утолщением на конце.

Этим способом обычно пользуются опытные работники с большим навыком при разборе и определении марок перепутанных на складе прутков сталей.

§ 54. Подготовка исходного металла дляковки

Прутки сортового проката, применяемые в кузнечном производстве, разрезают или разрубают на складе или в заготовительном отделении цеха на мерные заготовки, длина которых определяется в зависимости от намеченной технологии. В зависимости от масштабов производства и сортов сплавов, идущих в ковку, применяют различное оборудование для разделительных операций: пресс-

ножницы с устанавливаемыми на них специальной конструкции ножами и прижимающих суппортов; кривошипные прессы с устанавливаемыми на них штампами; механические ножовки, дисковые пилы и другие установки.

Пороки, обнаруженные в процессековки у готовых поковок, в значительной мере связаны с качеством исходного материала заготовок. Обнаруживаемые при операционном контроле и на окончательной приемке пороки поковок в виде трещин, волосовин, закатов, плен и других поверхностных дефектов являются унаследованными от качества слитка, из которого получен прокатанный металл и отрубленные от него заготовки.

Для своевременного выявления перечисленных пороков заготовки подвергают при необходимости предварительной очистке. Поверхность заготовок очищается различными методами: травлением, галтовкой, дробеструйными и дробеметными способами, обдиркой (точением) и др.

Обнаруженные таким образом на поверхности заготовок дефекты удаляются вырубкой, обдиркой, обточкой и зачисткой абразивными кругами.

ГЛАВА X

СВЕДЕНИЯ О СТРУКТУРНЫХ ПРЕВРАЩЕНИЯХ В СПЛАВАХ ПРИ НАГРЕВЕ И КОВКЕ

§ 55. Строение сплавов

В главе VI было установлено, что металлы имеют зернистое строение. Зернистое строение образуется в результате затвердевания жидкого расплава одновременно из большого числа центров кристаллизации. Металлические зерна кристаллического строения растут, сталкиваются, а неметаллические включения, имеющие более низкую температуру затвердевания, выжимаются на границы зерен и располагаются между ними.

Если при затвердевании чистого металла образуются зерна одинакового химического состава и кристаллического строения, то при кристаллизации сплава зерна различаются между собой как по составу, так и по своему строению (структуре). Следует добавить, что в кузнечном производстве чистые металлы практически не обрабатываются, так как для изготовления деталей в технике используются сплавы, которые наилучшим образом отвечают эксплуатационным требованиям, предъявляемым к этим деталям.

Структура сплава зависит от многих факторов: от химического состава, температуры, скорости охлаждения, от режимов обработки давлением и др. Сплавы могут представлять собой твердые растворы, химические соединения, механические смеси твердых растворов и химических соединений.

Твердые растворы разделяют на твердые растворы внедрения и твердые растворы замещения. В твердых растворах внедрения в кристаллическую решетку основного металла

внедряется один или несколько атомов другого компонента сплава. Такой раствор образуют железо и углерод: атомы углерода внедряются в решетку железа.

В твердых растворах замещения один или несколько атомов кристаллической решетки основного металла замещаются атомами другого. Например, сплавы железа с никелем образуют твердый раствор замещения.

При определенных для каждого сплава температурах, называемых критическими, происходит изменение температуры сплава, при этом могут изменяться как тип кристаллической решетки, так и ее параметры. Такие изменения называются аллотропическими превращениями. Так, например, при температуре 723°C объемноцентрированная кубическая решетка железа переходит в гранецентрированную и, наоборот, при охлаждении гранецентрированная кубическая решетка переходит в объемно-центрированную.

Структурные превращения в сплавах описываются диаграммами состояния сплавов. *Диаграмма состояния* — это графическое изображение состояния сплава, показывающее его строение и состав в зависимости от температуры и концентрации компонентов сплава. Например, на рис. 109 представлена диаграмма состояния железо — углерод, относящаяся к сталям. На диаграмме по оси ординат откладываются температуры сплава, по оси абсцисс — содержание углерода в сплаве. Кривые линии на диаграмме означают критические температуры, при которых происходят аллотропические превращения и другие изменения в сплаве.

Свойства сплавов в значительной степени зависят от их структуры. Сказанное особенно относится к легированным сталям, сплавам на никелевой основе, титановым и другим. Так, неправильный выбор температуры нагрева под обработку давлением, времени нагрева, режимов ковки приводит к браку по структуре и к снижению прочностных характеристик сплава.

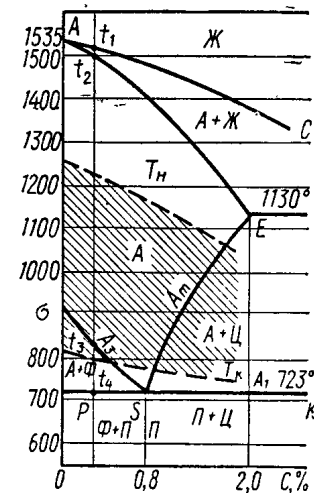


Рис. 109. Диаграмма состояния железо — углерод для сталей:
Ж — жидкость, А — аустенит, Ф — феррит, Ц — цементит, П — перлит, T_n — температура начала ковки, T_k — температура конца ковки

§ 56. Структурные составляющие в сталях

Стали представляют собой сплав железа с углеродом, в котором углерод может содержаться в количестве до 2%. В зависимости от процентного содержания углерода, от температуры, от скорости охлаждения в сталях могут находиться следующие составляющие.

Феррит — твердый раствор углерода в α -Fe (в железе с объемно-центрированной кубической решеткой). В феррите может содержаться до 0,02% углерода. Феррит имеет небольшую твердость и прочность и высокую пластичность.

Аустенит — твердый раствор углерода в γ -Fe (в железе с гранецентрированной кубической решеткой). Предельная концентрация углерода в аустените при $t=1145^\circ\text{C}$ составляет 2%. С понижением температуры до 723°C растворимость углерода уменьшается до 0,08%. При более низкой температуре γ -Fe переходит в α -Fe, а избыток углерода, выделяясь из аустенита, образует с железом химическое соединение — цементит Fe_3C .

Цементит — химическое соединение с содержанием углерода 6,67%. Это соединение является очень твердым и хрупким.

Перлит — механическая смесь феррита с цементитом — образуется при медленном охлаждении аустенита, содержащего 0,8% С. Перлит прочнее феррита, но мало пластичен при комнатной температуре. Стали, содержащие 0,80% С, называются *эвтектоидными* или *перлитными*. При меньшем содержании углерода стали называются *доэвтектоидными*, при большем, — *заэвтектоидными*.

На рис. 110 представлены микроструктуры различных сталей при увеличении в 200 раз.

На рис. 110, а — сталь, состоящая из зерен феррита. На рис. 110, б — доэвтектоидная сталь, содержащая 0,2% С и состоящая из зерен феррита и перлита. Чем больше в стали углерода,

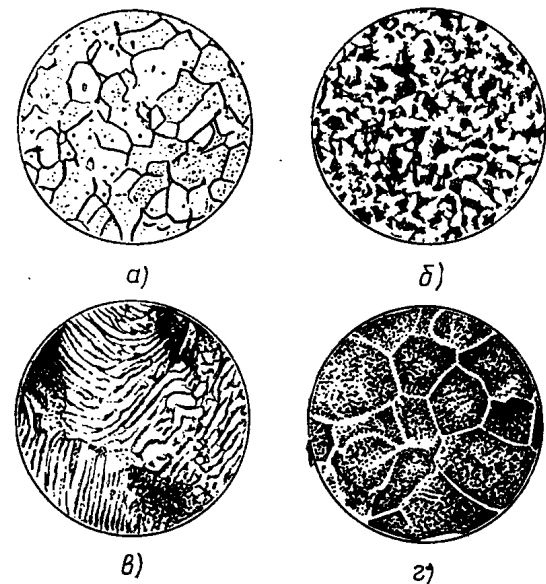


Рис. 110. Микроструктуры углеродистых сталей после медленного охлаждения:
а — феррит, б — доэвтектоидная сталь (С=0,45%),
в — эвтектоидная сталь (С=0,8%), г — заэвтектоидная сталь (С=1,2%)

тем больше в ней перлита.

Микроструктура перлитной (эвтектоидной) стали представлена на рис. 110, в. Структура представляет собой перлит, состоящий из тонких пластинок цементита в ферритной основе.

На рис. 110, г — микроструктуры заэвтектоидной стали У12, состоящей из перлита с сеткой цементита (границы зерен белого цвета).

§ 57. Структурные превращения в сталях при нагревании

На рис. 109 — диаграмма состояния сплавов железо—углерод для сталей. При температуре выше линии AC — стали находятся в жидком состоянии; в интервале температур между линиями AC и AE — из жидкого расплава выпадают кристаллики аустенита и чем ниже температура, тем больше аустенита и меньше жидкого расплава.

Ниже линии AE и выше линий σS и SE все стали имеют структуру аустенита — однородного металла, состоящего из одинаковых по составу и строению зерен. Между линиями σS и PS в доэвтектоидных сталях одновременно присутствуют зерна перлита, внедренные между зернами аустенита. В зоне между линиями SE и SK сталь находится в состоянии аустенита и цементита. Ниже температур линии PK аустенит существовать не может, так как при температуре 723°C γ -Fe переходит в α -Fe, а аустенит переходит в феррит. Поэтому доэвтектоидные стали ниже $t=723^\circ\text{C}$ имеют структуру феррита + перлита, а заэвтектоидные — перлита + цементита. Эвтектоидная сталь $t=723^\circ\text{C}$ и ниже имеет структуру одного перлита.

При нагревании углеродистых сталей до температуры, ниже критической $A_1=723^\circ\text{C}$, в них не происходит аллотропических превращений, а следовательно, и изменений структуры. Изменения в структуре происходят при температурах выше линий $A_1(PSK)$, так как феррит переходит в аустенит. Так, в доэвтектоидных сталях, например, в стали 45 при температуре выше линии A_1 перлит переходит в аустенит, и сталь имеет структуру аустенита и феррита. Выше линии $A_3(\sigma S)$ весь оставшийся феррит переходит в аустенит и сталь будет состоять только из зерен аустенита.

При нагревании эвтектоидной стали (С=0,8%) выше температуры A_1 перлит полностью переходит в аустенит. При повышении температуры стали до линии AE она начинает плавиться. В интервале температур между линиями AE и AC сталь состоит из жидкого расплава и кристалликов аустенита. Чем выше температура, тем больше жидкой части сплава и меньше твердого аустенита. При температуре выше линии AC весь расплав находится в жидком состоянии.

Из диаграммы видно, что с повышением содержания углерода в стали температура ее плавления заметно падает.

Если рассматривать охлаждение стали, то по диаграмме видно, что рассмотренные процессы будут протекать в обратной последовательности.

§ 58. Изменения структуры сплавов при ковке и методы их использования

Величина и форма зерен, структура металла зависят не только от степени деформации металла при обработке давлением, но и от температуры обработки и, в первую очередь, от температуры окончания обработки давлением.

Во времяковки крупные зерна заготовки, образовавшиеся при кристаллизации слитка или при его нагревании, раздробляются и измельчаются. В зависимости от того, при какой температуре законченаковка, структура деформированного металла может оказаться крупнозернистой или мелкозернистой, а металл поковки будет иметь соответственно низкие или высокие механические свойства. Есликовка заканчивается при высокой температуре, то в металле происходит рекристаллизация, а раздробленные зерна с разрушенными межзеренными прослойками вновь объединяются и увеличиваются в размерах. Схемы дробления зерен при ковке, рекристаллизации и роста зерен показаны на рис. 111.

При правильном выборе температуры концаковки в раздробленных зернах металла происходит рекристаллизация, но величина зерна не увеличивается, поковка получается с мелкозернистой структурой.

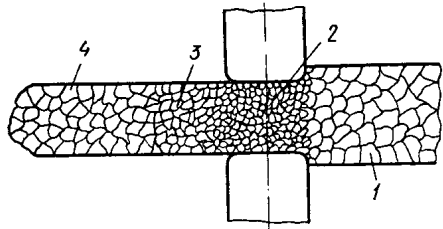


Рис. 111. Схемы дробления, рекристаллизации и роста зерен в стали при ковке:

1 — зерна, выросшие при высокой температуре нагрева, 2 — раздробленные во времяковки зерна, 3 — зерна после рекристаллизации, 4 — крупные зерна, выросшие при высокой температуре концаковки

наиболее пластична в состоянии аустенита. Кроме того, в аустените железо имеет гранцентрированную кубическую решетку, а металлы с такой решеткой имеют наибольшую пластичность (свинец, серебро, золото).

На диаграмме железо—углерод (рис. 109) заштрихованная область — это температурная область обработки давлением различных сталей. Из диаграммы видно, чем больше в стали углерода, тем ниже температура обработки давлением и тем уже температурный интервал обработки.

Для того чтобы при ковке сталь была наиболее пластичной и меньше сопротивлялась деформации, температура началаковки должна быть наибольшей. Однако нагревать стали выше температуры T_n нельзя, так как произойдет перегрев металла, а при температуре, близкой к температуре плавления (линия AE), — пережог.

При перегреве резко растет величина зерна и начинает уменьшаться пластичность стали. Однако перегрев не является окончательным браком, так как перегрев можно исправить дополнитель-

ной обработкой давлением и последующей термической обработкой, например, нормализацией. Очевидно, что указанные работы приведут к дополнительным расходам и увеличению себестоимости продукции.

Пережог в отличие от перегрева является неисправимым браком, и такой металл отправляется на переплавку. При пережоге под действием высокой температуры и диффузии кислорода внутрь металла окисляются границы зерен. Связь между зернами нарушается, и при обработке давлением металл разрушается полностью.

Температура концаковки должна быть как можно ниже во избежание роста зерен после окончанияковки, но не ниже температуры T_k . Ковка при температуре ниже T_k нежелательна, так как при этом снижается пластичность, увеличивается сопротивление деформированию, металл подвергается упрочнению, что может ухудшить требуемые механические свойства металла поковки.

Умение правильно выбирать и соблюдать температурный интервал обработки давлением обеспечивает получение поковок наилучшего качества.

§ 59. Основные сведения о термической обработке

Описанные выше структурные превращения в сталях служат основой для выбора температурного режима термической обработки металлов. Сущность термической обработки состоит в значительном улучшении структуры и свойств сплавов.

Термической обработкой стали называется такой тепловой процесс, при котором ее нагревают до требуемой температуры, выдерживают некоторое время при этой температуре, а затем охлаждают с определенной скоростью для получения нужных свойств металла. Основными видами термической обработки стальных поковок являются: отжиг, нормализация, закалка, отпуск и улучшение.

Отжиг производят нагревом стали до зоны аустенитного состояния, выше линии σSE (см. рис. 109) на $30-40^\circ C$, с выдержкой при этой температуре и последующим медленным охлаждением поковок в печи. Применяют отжиг поковок для снятия внутренних напряжений, для снижения твердости и улучшения обрабатываемости металла при резании.

Вместо отжига иногда поковки подвергают нормализации. Эта операция отличается от отжига тем, что поковку нагревают и выдерживают, как и при отжиге, на $30-40^\circ C$ выше линии σSE , а охлаждают на воздухе. Отжигу и нормализации подвергают средние и крупные поковки из углеродистых сталей и большинство поковок из легированных сталей.

Закалкой называется термическая обработка, при которой стали нагревают на $30-50^\circ C$ выше линии σSE , выдерживают при этой температуре и быстро охлаждают в воде, масле или другой охлаждающей среде. Закалкой придают стали повышенную твер-

дость и прочность. В зависимости от скорости охлаждения аустенит переходит в разные закалочные структуры с различными свойствами. Так, быстрое охлаждение приводит к образованию закалочных структур: мартенсита, тростита и сорбита.

Мартенсит — эта самая твердая структура закалки, возникающая при самом быстром охлаждении стали. Если охлаждение производят несколько медленнее, то получают структуру закалки — тростит, при которой твердость стали будет немного ниже. При еще более медленном охлаждении получают сорбитную структуру, твердость которой еще ниже.

Правильный выбор охлаждающей среды имеет важное значение для получения нужной скорости охлаждения нагретого металла. Вследствие быстрого охлаждения, скорость которого опережает процесс внутренних превращений в металле, удастся при определенных условиях получить структуру, свойственную сталям, нагретым до температур выше критических точек, лежащих на линии αSE диаграммы состояния железо—углерод.

Однако быстрое охлаждение при закалке на мартенсит приводит к возникновению больших внутренних напряжений и повышению хрупкости, которые могут вызвать коробление, разрывы и трещины. Чтобы уменьшить или совершенно снять возникшие внутренние напряжения, снизить хрупкость и твердость стали для повышения ее вязкости и пластичности, закаленные поковки (детали) при вторичной термической обработке подвергают отпуску.

Отпуском называется тепловая обработка закаленных поковок, при которой металл нагревают до температур ниже линии PSK и охлаждают на воздухе. В процессе отпуска в структуре металла не происходит никаких превращений, но вместе с тем при нагревании сталь теряет полученную при закалке твердость и прочность, становясь более мягкой и вязкой. Чем выше температура отпуска, тем больше предварительно закаленная сталь теряет твердость и повышается ее вязкость. В зависимости от предъявляемых требований применяют низкий и высокий отпуск.

Для снятия внутренних напряжений, возникающих при закалке, применяют низкий отпуск с нагревом до $120—150^\circ C$. Для понижения твердости закаленной стали и увеличения ее пластичности применяют высокий отпуск, нагревая закаленную поковку до $350—650^\circ C$.

Улучшением называется тепловая обработка поковок из улучшаемых сталей, которые, будучи закаленными на мартенсит, подвергают высокому отпуску, в результате чего получают наилучшее сочетание механических свойств поковок — повышение прочности и упругости при большой пластичности и вязкости металла.

При ковке слесарного, кузнечного и другого инструмента часто применяют закалку и отпуск с одного нагрева. Такую операцию называют закалкой с самоотпуском. В этом случае при закалке производят неполное охлаждение поковки (детали), вынимают ее из охладителя и следят за появлением на обработанной (зачищенной

наждачным камнем или режущим инструментом) поверхности цветов побежалости.

При появлении заданного цвета побежалости деталь или поковку окончательно охлаждают, замачивая в воде или в масле. Для оценки температуры металла в пределах от 220 до $350^\circ C$ при том или ином цвете побежалости практикой установлены следующие определенные градации:

$350—330^\circ C$ — светло-серый; $250^\circ C$ — красно-коричневый; $320^\circ C$ — светло-голубой; $240^\circ C$ — коричневый; $300^\circ C$ — сине-вазильковый; $230^\circ C$ — золотистый; $280^\circ C$ — фиолетовый; $220^\circ C$ — светло-желтый; $260^\circ C$ — пурпурный.

ГЛАВА XI

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС РУЧНОЙ КОВКИ

§ 60. Общие сведения

*Технологическим процессом*ковки называется совокупность действий, непосредственно связанных с изменением свойств, размеров, формы заготовки в соответствии с чертежом поковки, начиная с момента поступления металла в кузнечный цех вплоть до получения готовой поковки. Технологический процесс состоит из ряда операций: разделка металла на штучные заготовки, нагрев металла перед ковкой, сама ковка, охлаждение поковки, термическая обработка, чистка поковок, правка, клеймение и контроль.

Операцией называется часть технологического процесса, осуществляемая одним или несколькими рабочими (бригадой) и охватывающая собой все последовательные действия над данной заготовкой до начала обработки следующей заготовки. В свою очередь операция состоит из переходов.

Переходом называется часть операции, характеризующаяся неизменностью заготовки, инструмента, обрабатываемого участка заготовки.

Для получения высококачественной поковки с наименьшей затратой металла и времени кузнец должен точно знать, какими операциями и переходами, в какой последовательности, с помощью какого инструмента и на каком оборудовании он может наилучшим образом выполнить поставленную перед ним задачу.

Формы и размеры поковок, которые могут быть получены методомковки, весьма разнообразны, однако число операций, применяемых при формообразовании металла заготовки в поковку, сравнительно невелико.

Ковку относительно легких заготовок на наковальне с применением подкладного и ударного кузнечного инструмента осуществляет кузнец с одним или несколькими молотобойцами.

Тяжелые поковки не могут быть изготовлены ручной ковкой. Их получают ковкой на молотах и прессах, т. е. машинной ковкой.

Поковку можно получить несколькими приемами из заготовок разного сечения и на различном оборудовании. После выбора ра-

циональной схемыковки с учетом имеющегося в цехе оборудования, средств механизации, основных и вспомогательных операций разрабатывают такую технологию, которая обеспечивает получение высококачественной поковки при полной безопасности применяемых приемов работы. Установленный порядок выполнения операций и переходов с подробными указаниями, что нужно сделать, где и как выполнить, является основной частью производственного процесса и оформляется в виде технологической картыковки.

Технологическая карта содержит следующие сведения и указания:

эскиз или чертеж поковки, разработанный по правилам, описанным в главе VII;

размеры заготовки и количество поковок из нее;

марка стали, масса поковки, масса заготовки;

последовательность нагрева и подогревов, кузнечных операций и переходов;

температурный режимковки;

тип оборудования;

рабочий и измерительный инструмент;

нормы времени на изготовление поковки, число рабочих по профессии и разрядам, расценки;

условия приемки готовых поковок, контроль: указание, что и как контролировать.

§ 61. Разделение процессаковки на операции и переходы, определение последовательности их выполнения

Разработка технологического процесса изготовления поковок заключается в предварительном всестороннем ознакомлении с чертежом поковки и техническими требованиями, предъявляемыми к данной поковке, в рациональном разделении процесса на отдельные операции и переходы и в выборе приемов их выполнения.

Технологический процессковки разделяют обычно по основным кузнечным операциям. Последовательность выполнения операций и переходов определяется маркой стали заготовки, ее сечением и размерами, формой и размерами поковки, технологическими условиями приемки и испытания поковки, имеющимся в цехе ковочным оборудованием и рядом других конкретных условий цеха.

В большинстве случаевковка производится чередованием осадки и протяжки с преобладанием одной из них в зависимости от соотношения размеров поковки. Например, при изготовлении двурогого крюка для мостового подъемного крана предусматривается технологический процессковки, обеспечивающий получение поковки с изгибом неперерезанных волокон, направление которых должно следовать форме рогов, что особо оговаривается техническими условиями и требованиями прочности.

Например, заготовку из сортового проката (материал сталь 35) подвергают формоизменению по следующей схеме (рис. 112):

протяжка заготовки на прямоугольную полосу на плоских бойках и засечка топором с трех сторон (рис. 112, а);

зарубка треугольной пережимкой с двух сторон под протяжку хвостовой части крюка на плоских бойках (рис. 112, б);

раздача средней засечки на плоских бойках равносторонней пережимкой (рис. 112, в);

предварительная оттяжка правого и левого рогов на плоских бойках (рис. 112, г);

дальнейшая протяжка рогов на квадрат и их распрямление на плоских бойках (рис. 112, д);

скругление и отделка рогов на плоских бойках и в обжимках с обрубкой концов в размер топором (рис. 112, е);

предварительное обжатие хвостовой части с прямоугольника на квадрат с протяжкой комлевого участка на круг на плоских бойках и в обжимках (рис. 112, ж);

гибка рогов на гибочной плите со штырями и скруглением хвостовой части крюка на плоских бойках и в обжимке (рис. 112, з);

доводка поковки по шаблону с окончательной ее отделкой.

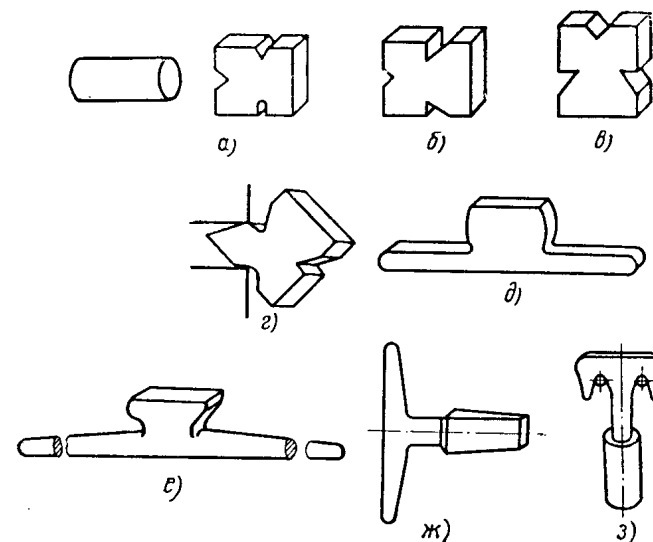


Рис. 112. Последовательность выполнения переходов при изготовлении двурогого крюка:

а — протяжка на пластиину, б — зарубка, в — раздача, г, д — протяжка, е — округление и отделка рогов, ж — обжатие хвостовой части, з — гибка рогов

Количество заказанных поковок или размер партии оказывает решающее влияние на выбор способа изготовления. Если требуется изготовить небольшое количество поковок и повторного заказа на них не предвидется, то выбирают наиболее простой технологический процесс. Формоизменение заготовки в этом случае ведется на плоских бойках с применением универсального кузнечного инструмента.

Если размер партии поковок достаточно большой и возможно повторение этого заказа, то технологический процесс предусматривает выполнениековки с использованием специального подкладного инструмента, приспособлений и подкладных штампов. При изготовлении более крупных партий в случае рентабельности назначают технологический процесс изготовления поковок штамповкой в закрепляемых штампах на штамповочных молотах.

При изготовлении поковок, у которых большая часть поверхности не подвергается механической обработке, технологический процессковки предусматривает применение специальных подкладных инструментов и приспособлений, вплоть до оформления поковки на завершающем переходе в покладном штампе.

§ 62. Технологическая дисциплина и документация

Технологический процессковки, записанный в технологической карте и утвержденный должностными лицами цеха и завода, является основным производственным документом. Несоблюдение любого из указаний, приведенных в технологической карте, является нарушением технологической дисциплины. Строгая технологическая дисциплина обеспечивает высокую производительность, уменьшение брака, нормальный ход производства. Поэтому ей придается особо важное значение, и нарушение технологии категорически запрещено. Технологические процессыковки все время совершенствуются. Вместе с ростом техники повышаются знания и опыт людей, овладевающих новой техникой, ширятся ряды передовиков — новаторов производства, поэтому в разработанные технологическими процессамиковки опытные кузнецы нередко вносят свои добавки и изменения, предлагая новые, оригинальные приемы и способыковки.

Изменение установившегося в производстве технологического процесса вполне возможно, если оно повышает производительность, облегчает труд и т. д., но не приводит к снижению качества поковок и удовлетворяет техническим условиям и требованиям на их изготовление. Соображения по изменению технологического процессаковки могут быть оформлены в виде рационализаторского предложения. В случае признания руководством цеха полезности предложения в технологический процессковки вносятся соответствующие изменения.

Виды технологической документации устанавливаются в зависимости от типа производства.

Различают три типа производства: единичное, серийное и массовое. При единичном производстве изготовление продукции ведется в небольших количествах, обычно несколько штук. При серийном — продукцию изготавливают большими партиями, запускаемыми в производство через определенные промежутки времени (мелкосерийное и крупносерийное производство). При массовом производстве продукцию изготавливают непрерывно в больших количествах в течение длительного времени.

При единичном и мелкосерийном производстве пользуются технологической схемойковки (укрупненно-упрочненной технологической картой) и маршрутной технологией — ведомостью. В них обычно заносится последовательный перечень операций и эскизы переходов с краткими сведениями об их выполнении, о минимальной уковке, инструменте и др. В крупносерийном и массовом производстве пользуются технологическими картами.

Карта технологического процесса (технологическая карта) представляет собой документ, в котором даются указания о том, что надлежит делать, какой взять для этого материал, где и чем его обрабатывать, в какой последовательности и как выполнять операции и переходы для того, чтобы обеспечить постоянство процесса и получения продукции стабильного качества.

Маршрутная ведомость, технологическая схема (укрупненная карта) и карта технологического процесса являются основными цеховыми документами.

При осуществлении сложных технологических процессов на выполнение отдельных операций составляется операционная карта, в которой подробно описаны переходы, приемы и способы, даны эскизы и все необходимое к выполнению данной конкретной операции. Операционная карта является руководящим документом на данном рабочем месте.

Единых для всех кузнечно-прессовых цехов стандартных форм или бланков технологической карты пока не существует. Это объясняется тем, что на каждом заводе условия работы, состав оборудования, типы поковок, объемы производства и ряд других факторов различны. Однако карта технологического процесса, составленная для кузнечного цеха любого завода, должна дать полное и ясное представление о порядке и последовательности выполнения операций и переходовковки, нагревов и подогревов, норм расхода материалов, использования отходов и т. п.

Кроме того, карта технологического процесса содержит данные, по которым можно судить о том, экономичен ли процесс, рационально ли используются оборудование, материалы, рабочая сила, правильно ли организована работа на участках цеха.

§ 63. Основные типы поковок из углеродистых и легированных сталей

К основным типам поковок, изготавливаемых ковкой из углеродистых и легированных сталей, относятся: поковка колес, зубчатых колес и фланцев, которые выполняются в виде цилиндров и втулок с уступами, откованными сплошными или с отверстиями; поковки валов разных форм и небольших размеров.

Технические условия на изготовление перечисленных поковок разнообразны. В них указаны требования к качеству поковок по механическим свойствам (прочностным и пластическим). Иногда в технические условия включают требования к качеству металла поковки по макро- и микроструктуре и другие особые требо-

вания, удовлетворение которых обеспечивает нормальную работу той или иной детали в условиях эксплуатации.

Технические условия на изготовление поковок обуславливают также глубину наружных дефектов, эллиптичность и непараллельность торцов, разностенность и прочие отклонения, допустимые в поставляемых поковках.

При ковке заготовок из легированных сталей необходимо учитывать наличие в них легирующих элементов, которые в той или иной степени изменяют свойства металла. Легированные стали обладают меньшей теплопроводностью и пластичностью по сравнению с углеродистыми, поэтому они отличаются большей склонностью к образованию трещин и легче подвергаются перегреву и пережогу. В связи с этим температурный режим нагрева их значительно отличается от режима нагрева углеродистых конструкционных сталей.

Прокатанные заготовки квадратного или круглого сечения размером до 100 мм из легированных сталей нагревают со скоростью, рекомендуемой для высокоуглеродистых сталей.

Общая продолжительность нагрева заготовок из легированных сталей больше продолжительности нагрева заготовок такого же сечения из углеродистых конструкционных сталей.

Температурный режимковки заготовок из легированных сталей, особый для каждой марки, кузнец обязан выдерживать с высокой точностью.

§ 64. Основные типы слесарных и кузнечных инструментов, изготавливаемых ковкой

Ряд слесарных и кузнечных инструментов изготавливается ковкой и подвергается незначительной механической обработке. К таким слесарным инструментам относятся зубила, крейцмейсели, шаберы, слесарные молотки, плоскогубцы, круглогубцы и др.

Кузнечный инструмент: ручки, кувалды, зубила кузнечные, пробойники, подбойки, гладилки, клещи разных типов и др., как правило, послековки, термической обработки и сборки являются готовыми изделиями, не требующими механической обработки.

Слесарное зубило для рубки металла (рис. 113, а) изготавливают из углеродистой стали У7, У8А. Куют зубила длиной от 100 до 200 мм, толщиной до 20 мм со спуском (постепенным утонением) рубящей части до 4 мм. Затачивают зубило на угол между боковыми гранями в зависимости от материала, для рубки которого оно предназначается. Обычно для рубки чугуна и бронзы зубила затачивают на угол 70°, для сталей — на 60°, для латуней — на 45°.

Закалке подвергают рубящую часть зубила на длине 30—50 мм, на твердость HRC 52—57 и ударяемую часть на длине 20—30 мм на твердость HRC 32—40.

Слесарный крейцмейсель (рис. 113, б) применяют как специальное зубило для вырубке узких пазов, шпоночных и сма-

зочных канавок и т. п. Крейцмейсели изготавливают из углеродистых инструментальных сталей У7, У8, У8А.

Куют крейцмейсели длиной от 150 до 200 мм с шириной рубящего лезвия от 2 до 15 мм, боковые грани затачивают под угол 70, 60 и 45° в зависимости от назначения. Закалке подвергают рубящую и ударяемую части крейцмейселя так же, как и зубила.

Плоскогубцы и круглогубцы, входящие в набор слесарного инструмента, изготавливают кузнечным способом с последующей незначительной механической обработкой поверхностей губок с нанесением на них насечки и мест шарнирного соединения половинок. Куют и штампуют половинки плоскогубцев и круглогубцев (рис. 113, в, г) по размерам, предусмотренным ГОСТ 7236—73 и ГОСТ 7283—73, из качественных углеродистых сталей с содержанием углерода не менее 0,45%.

Шаберы являются ручным слесарным инструментом, с помощью которого выполняют операцию шабрения. Эту слесарную операцию применяют для получения плотного прилегания сопрягаемых поверхностей в точных приборах и в станках. Для шабрения плоских поверхностей применяют плоский шабер, для кривых поверхностей — трехгранный, имеющий в сечении равносторонний треугольник. Шаберы куют из твердых инструментальных сталей У10, У12, У13 и ШХ9, ШХ15. Рабочую часть шабера подвергают закалке на твердость HRC 54—60, затачивают и полируют режущие грани.

Технические условия на изготовление слесарных инструментов: слесарный инструмент должен изготавливаться из указанных в чертеже марок сталей;

на наружной поверхности инструмента не должно быть трещин, закатов, волосовин, окалины и других пороков металла;

поверхность инструмента, не подвергаемого механической обработке, должна быть гладкой и чистой с округленными кромками на гранях, кроме оговоренных в чертеже.

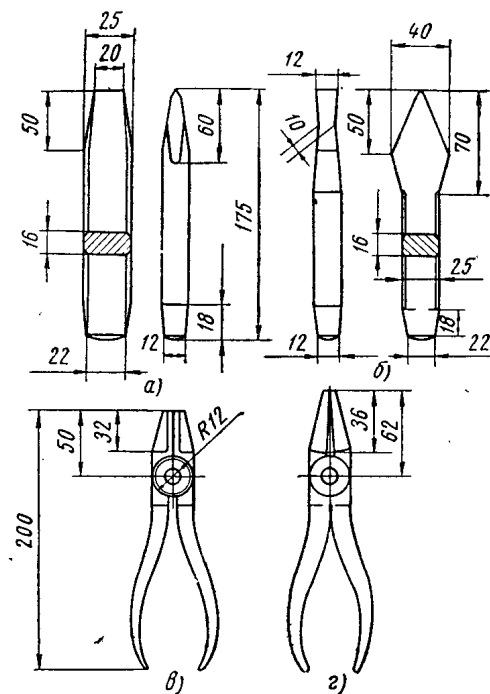


Рис. 113. Слесарный инструмент, изготовленный ковкой:
а — зубило, б — крейцмейсель, в — плоскогубцы, г — круглогубцы

Кузнечные клещи (рис. 114, а, б) отковывают в виде двух клещевин, соединенных между собой шарнирной осью. Захватные губки кузнечных клещей тщательно подгоняют по заготовке или поковке, так как они должны обеспечить надежное удерживание горячей заготовки или поковки, а шарнирное соединение должно обеспечивать плавное и свободное раскрытие и закрытие клещевин. Куют клещевины из стали 15, 20, 25 или Ст3.

Ручники и гладилки (рис. 114, в, г) изготавливают ковкой с незначительными припусками на механическую обработку рабочих поверхностей. Куют ручники и гладилки из стали У7, закалке подвергают рабочую часть гладилок на твердость HRC 44—52 и ударяемую часть на твердость HRC 30—40. Термической обработке подвергают боек и задок у ручников на длине 30—40 мм на твердость HRC 50—54.

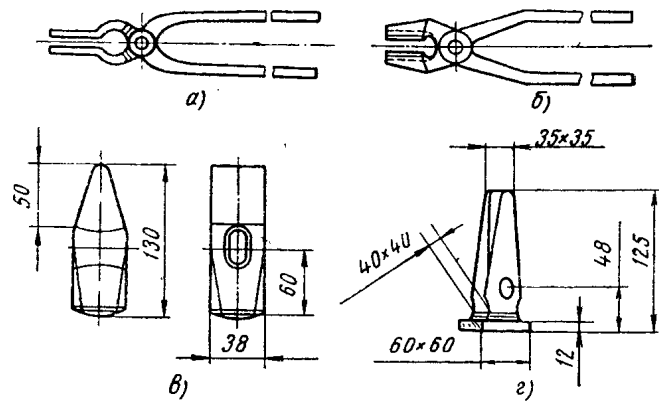


Рис. 114. Кузнечный инструмент, изготовленный ковкой: а — плоские клещи, б — фасонные клещи, в — ручник, г — гладилка

Технические условия на изготовление ковкой кузнечного инструмента:

кузнечный инструмент должен изготавливаться из указанных в чертеже марок стали;

на наружной поверхности инструмента не должно быть трещин, заковок, плен, волосовин и других видимых пороков металла;

у инструмента, не подвергающегося механической обработке, допускается скругление углов за исключением кромок на рабочих частях его;

шероховатость поверхности ковочного инструмента должна соответствовать ГОСТ 2789—73;

термическая обработка инструмента должна обеспечить указанную в чертеже поковки твердость;

смещение отверстия под рукоятку от чертежных размеров для кувалд, зубил, пробойников, подбоек и гладилок массой до 4 кг допускается по вертикальной оси до ± 2 мм, а по поперечной оси ± 5 мм; для кувалд массой больше 4 кг смещение соответственно

допускается до ± 3 мм по продольной и $\pm 0,7$ мм по поперечной осям;

колебание изготовленного свободной ковкой инструмента по массе допускается в пределах $\pm 5\%$;

соединение клещевин в шарнире клещей должно быть плотным, без перекосов, шарнирное соединение должно обеспечивать плавное и свободное движение клещевин;

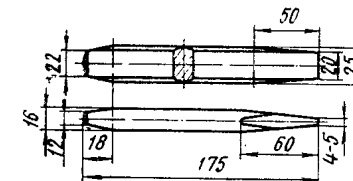
при приваривании металлических ручек к инструменту проводят последующую термическую обработку.

§ 65. Технологические процессыковки слесарных и кузнечных инструментов

Слесарные зубила (рис. 113, а) куют вручную из пружинной стали марки У7, У8. Эскиз поковки для слесарного зубила приведен в карте технологического процесса (табл. 6).

Таблица 6

Технологический процессковки слесарного зубила (температурный интервалковки 1150—850° С) Материал: сталь У7, У8



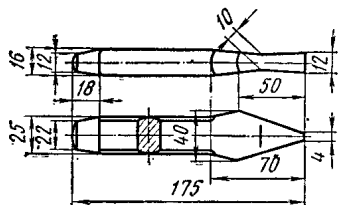
| Переходы | | Эскиз перехода | Оборудование и инструмент |
|----------|--|----------------|-----------------------------------|
| № п/п | наименование | | |
| 1 | Заготовка диаметром 23 мм, длиной 160 мм | | Плоские бойки, клещи, кройциркуль |
| 2 | Протянуть заготовку на полосу 16×25 | | |
| 3 | Спустить боковые грани рубящей части до указанных размеров | | |

| Переходы | | Эскиз перехода | Оборудование и инструмент |
|----------|---|----------------|-------------------------------------|
| № п/п | наименование | | |
| 4 | Оттянуть и скруглить ударяемую часть до размеров, указанных в эскизе поковки перед таблицей | | Наковальня, клещи, кувалда, обжимки |
| 5 | Отделать поковку | | |

Слесарные крейцмейсели (рис. 113, б) куят вручную от прутка из стали марок У7, У8. Эскиз поковки для крейцмейселя приведен в карте технологического процесса (табл. 7).

Таблица 7

Технологический процессковки слесарного крейцмейселя (температурный интервалковки 1150—850° С)
Материал: сталь У7, У8



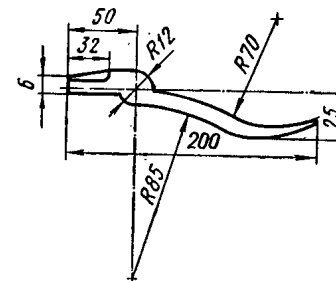
| Переходы | | Эскиз перехода | Оборудование и инструмент |
|----------|--|----------------|--|
| № п/п | наименование | | |
| 1 | Заготовка диаметром 22 мм (пруток) | | Плоские бойки, продольные клещи, кронциркуль |
| 2 | Протянуть заготовку на полосу 16×25 мм | | |
| 3 | Пережать заготовку с двух сторон в месте перехода к суженной рубящей части инструмента | | |

| Переходы | | Эскиз перехода | Оборудование и инструмент |
|----------|---|----------------|---------------------------------------|
| № п/п | наименование | | |
| 4 | Протянуть пережатый конец заготовки на размер 10 мм и одновременно спустить боковые грани рубящей части до указанных размеров | | Наковальня, кувалда, гладилка, ручник |
| 5 | Отрубить поковку от прутка | | |
| 6 | Оттянуть и скруглить ударяемую часть и боковые грани инструмента | | Наковальня, кувалда, зубило |
| 7 | Отделать и править поковку | | |

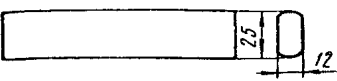
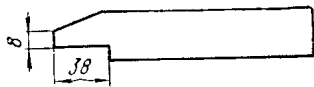
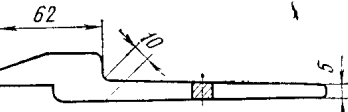

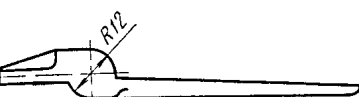
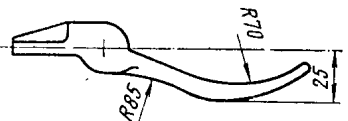
Слесарные плоскогубцы (рис. 113, в) куят вручную из мерной заготовки стали марки 45 и др. Эскиз поковки половинки плоскогубцев приведен в карте технологического процесса, представленного в табл. 8.

Таблица 8

Технологический процессковки плоскогубцев (температурный интервалковки 1200—800° С)
Материал: сталь 45



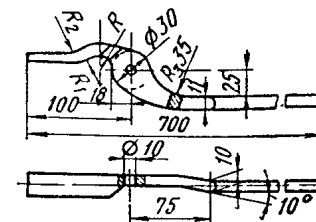
| Переходы | | Эскиз перехода | Оборудование и инструмент |
|----------|---|----------------|---------------------------|
| № п/п | наименование | | |
| 1 | Заготовка диаметром 22 мм, длиной 80 мм | | |
| | | | |

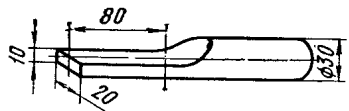
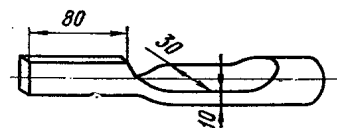
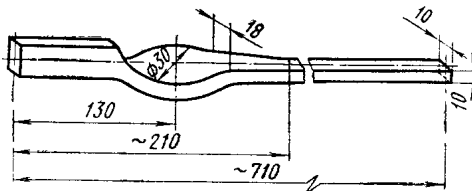
| Переходы | | Эскиз перехода | Оборудование и инструмент |
|----------|--|--|---|
| № п/п | наименование | | |
| 2 | Протянуть заготовку на полосу 25×12 мм |  | Наковальня, клещи, кувалда, гладилка, кронциркуль |
| 3 | Наметить, пережать металл, протянуть губку и спустить торец ее до размера 8 мм |  | |
| 4 | Наметить, пережать металл и предварительно протянуть ручку на прямоугольное сечение со спуском 10 на 5 |  | Наковальня, клещи, кувалда, зубило, подбойки, гладилка, кронциркуль |
| 5 | Протянуть ручки со скруглением обхватных граней |  | |
| 6 | Отделать фаски наклонных граней губки и скруглить шарнирный участок по радиусу 12 мм |  | Наковальня, клещи, кувалда, гладилка, ручник |
| 7 | Загнуть криволинейный участок ручки по радиусам 70 и 85 мм |  | |
| 8 | Обрубить концы ручки в размер и отделать поковку, как указано в эскизе перед таблицей | | Наковальня, ручник, кувалда, гладилка |

кой служит пруток диаметром 30 мм. Эскиз поковки клещевины приведен в карте технологического процесса, представленной в табл. 9.

Таблица 9

Технологический процессковки плоских продольно-поперечных клещей (температурный интервалковки 1250—750° С). Материал: Ст3



| Переходы | | Эскиз перехода | Оборудование и инструмент |
|----------|--|---|---|
| № п/п | наименование | | |
| 1 | Заготовка диаметром 30 мм, длиной 145 мм | | Наковальня, кувалда, пережимка, кронциркуль |
| 2 | Пережать конец заготовки и протянуть губку 20×10 на длине 80 мм односторонним уступом |  | |
| 3 | Кантовать заготовку на 90° и протянуть первую половину оставшейся части нетронутую заготовки на полосу 30×10 мм |  | |
| 4 | Наметить шарнирную часть клещевины, пережать по наметке и протянуть предварительно рукоятку от шарнира по всей длине на сечение 18×10 и спустить до конца на сечение 10×10 |  | |
| 5 | Отделать места переходов от губки к шарниру и от шарнира к рукоятке и подкатать их на диаметр 10 мм | | |
| | | | Наковальня, клещи, кувалда, пережимка, кронциркуль |
| | | | Наковальня, клещи, кувалда, гладилка, подбойки, ручник, обжимки |

Круглогубцы (рис. 113, з) в виде одинаковых половинок куют из мерной заготовки диаметром 20, длиной 90 мм вручную, аналогично ковке половинок плоскогубцев.

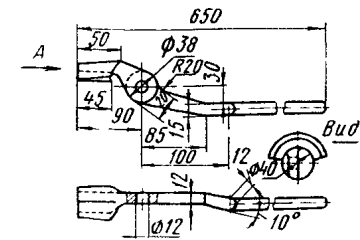
Ниже приведены технологические процессыковки вручную и на молотах кузнечных инструментов: клещей, ручников и гладилок.

Клещи продольно-поперечные плоские (рис. 114, а) куют вручную из прутковой стали 15 или 25. Исходной заготов-

| Переходы | | Эскиз перехода | Оборудование и инструмент |
|----------|---|----------------|--|
| № п/п | наименование | | |
| 6 | Наметить и пробить отверстие под ось шарнира | | Наковальня, клещи, кувалда, пробойник (бородок) |
| 7 | Подогнуть губки, шарнирную часть и рукоятки клещевин по размерам, указанным в эскизе поковки перед таблицей | | Наковальня, клещи, кувалда, подбойки, гладилка, шаблон |
| 8 | Отделать рукоятки и отрубить концы в размер | | Наковальня, клещи, кувалда, зубило, линейка |
| 9 | Посадить обе клещевины на шарнирную ось и расклепать ее до плотного прилегания со свободным движением в шарнире | | Наковальня, ручник, оправка |
| 10 | Подогреть конец (со стороны губок) клещей и окончательно подогнуть их в паре, доводя захватную часть до требуемых форм и размеров | | Горн. Наковальня, ручник, оправка |

Клещи продольные с круглыми губками (рис. 114, б) для захвата заготовок и поковок диаметром 40 мм куют вручную из прутка диаметром 30 мм. Эскиз поковки приведен в карте технологического процесса, представленной в табл. 10.

Технологический процессковки продольных с круглыми губками клещей (температурный интервалковки 1250—750° С). Материал: сталь 20

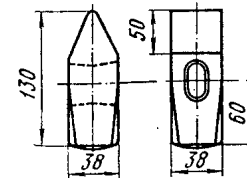


| Переходы | | Эскиз перехода | Оборудование и инструмент |
|----------|--|----------------|--|
| № п/п | наименование | | |
| 1 | Заготовка диаметром 30 мм, длиной 200 мм | | |
| 2 | Протянуть и расплющить конец заготовки на пластину 60×10 длиной 45 мм | | Наковальня, клещи, кувалда, раскатка, кронциркуль |
| 3 | Повернуть заготовку на бок, пережать и протянуть ее на полосу 38×12 мм с двух сторон | | Наковальня, клещи, кувалда, пережимка, кронциркуль |
| 4 | Пережать полосу на длине 120 мм от торца и протянуть на размер 20×12 мм по всей длине заготовки | | Наковальня, клещи, кувалда, пережимка, гладилка, кронциркуль |
| 5 | Спустить предварительно рукоятку на прямоугольное сечение с 20×12 на 12×12 по длине 200 мм от торца до конца заготовки (длина А) | | Наковальня, клещи, кувалда, гладилка, линейка |
| 6 | Скруглить рукоятку на длине А | | Наковальня, клещи, кувалда, обжимки |
| 7 | Наметить и пробить отверстие под ось шарнира | | Наковальня, клещи, пробойник (бородок), кувалда |

| Переходы | | Эскиз перехода | Оборудование и инструмент |
|----------|--|----------------|---|
| № п/п | наименование | | |
| 8 | Отделать шарнирную часть клещевин по диаметру 38 мм и произвести изгибы согласно размерам на эскизе поковки перед таблицей | | Наковальня, клещи, кувалда, подбойки, сподки, кронциркуль |
| 9 | Подогнуть долевую захватную часть губок клещевин под диаметр 40 мм | | Наковальня, сподок, кувалда, клещи, оправка |
| 10 | Посадить обе клещевин на шарнирную ось и расклепать ее, обеспечив плотное и свободное движение клещевин в шарнирном соединении | | Наковальня, ручник, оправка |
| 11 | Подогреть концы (со стороны губок) клещей и окончательно подогнуть клещевин в паре, доведя захватную часть до требуемых форм и размеров, обеспечивающих надежное зажатие заготовки | | Горн, наковальня, ручник, оправка, сподок, подбойка |

Для изготовления поковки ручника (рис. 114, в) из стали 47 подходит заготовка сечения 50×50. Эскиз поковки ручника приведен в карте технологического процесса в табл. 11.

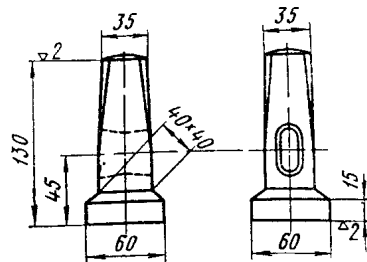
Технологический процесс ковки ручника с квадратным бойком (температурный интервал ковки 1150—800° С). Материал: сталь 47



| Переходы | | Эскиз перехода | Оборудование и инструмент |
|----------|--|----------------|---|
| № п/п | наименование | | |
| 1 | Заготовка: квадрат 50×50 мм | | |
| 2 | Протянуть конец прутка на квадратное сечение 40×40 мм | | Ковочный молот, плоские бойки, продольные клещи |
| 3 | Наметить и пробить отверстие всада размером 18×32 мм | | Плоские бойки, клещи, пробойник |
| 4 | Спустить поперечный задок ручника и отделать его | | Наковальня, клещи, кувалда, откос, гладилка |
| 5 | Ковать грани ручника по размерам | | Наковальня, кувалда, гладилка |
| 6 | Отрубить поковку от прутка с четырех сторон | | Бойки плоские, топор |
| 7 | Ковать квадратный боек ручника и отделать фаски на нем, как показано в эскизе перед таблицей | | Наковальня, кувалда, гладилка, оправка |

Плоскую гладилку (рис. 114, г) коуют из стали 47 под молотом усилием 250 кГ. Эскиз поковки плоской гладилки приведен в карте технологического процесса в табл. 12.

Технологический процессковки плоской гладилки
(температурный интервалковки 1150—800° С). Материал: сталь 47



| Переходы | | Эскиз перехода | Оборудование и инструмент |
|----------|---|----------------|--|
| № п/п | наименование | | |
| 1 | Заготовка диаметром 65 мм, длиной 79 мм | | |
| 2 | Осадить заготовку | | Ковочный молот, плоские бойки, клещи |
| 3 | Протянуть заготовку на квадратное сечение 60×60 мм | | Плоские бойки, клещи, кронциркуль |
| 4 | Пережать заготовку с четырех сторон и протянуть ее на квадратное сечение 40×40 мм | | Плоские бойки, клещи, равнобедренная пережимка |
| 5 | Подогреть заготовку | | Наковальня, клещи, подбойка, гладилка, кувалда |
| 6 | Править пятку гладилки в местах перехода | | |

| Переходы | | Эскиз перехода | Оборудование и инструмент |
|----------|---|----------------|---|
| № п/п | наименование | | |
| 7 | Пробить отверстие всада 18×32 мм | | Плоские бойки, клещи, пробойник |
| 8 | Спустить корпус гладилки на конус с 40×40 мм до 35×35 мм по всей высоте от пятки | | Плоские бойки, клещи, кронциркуль, сподок |
| 9 | Отделывать фаски на ударяемой части и грани пятки гладилки, как указано в эскизе перед таблицей | | Плоские бойки, продольные клещи |

§ 66. Изготовление ковкой кузнечного инструмента из высокоуглеродистой стали

При ковке слесарного и кузнечного инструмента из высокоуглеродистых инструментальных сталей учитывают особенности этих материалов. Известно, что с повышением содержания углерода сталь становится более прочной, а пластичность ее понижается. Стали с пониженной пластичностью куются хуже. Известно также, что пластичность высокоуглеродистых сталей ухудшается с понижением температуры. Поэтому температуру концаковки для инструментальных сталей необходимо назначать выше температуры окончанияковки для конструкционных углеродистых сталей.

Во избежание перегрева и пережога высокоуглеродистые инструментальные стали нагревают перед ковкой ниже по сравнению с конструкционными углеродистыми сталями, и чем больше содержание углерода в инструментальной стали, тем ниже для нее рекомендуется температура началаковки.

Температурный интервалковки для инструментальных углеродистых сталей уже, поэтому при ковке заготовку необходимо чаще подогревать. Так как теплопроводность высокоуглеродистых сталей также ниже, чем среднеуглеродистых сталей, то нагревают первые перед ковкой медленно.

Готовые поковки из инструментальных углеродистых сталей охлаждают с соблюдением осторожности во избежание быстрого остывания и образования трещин. Остывшие на спокойном воздухе, без сквозняков, до температуры 700° С поковки закладывают в ящи-

ки с сухим песком или шлаком, где они медленно охлаждаются до температуры в цехе.

Заготовку из высокоуглеродистой стали перед нагревом тщательно осматривают — нет ли на ней трещин, плен, волосовин и других внешних пороков. Выявленные пороки и мелкие трещины перед ковкой вырубают.

Во времяковки инструмента из высокоуглеродистых сталей могут появиться поперечные и поверхностные трещины.

Поперечные трещины появляются при возникновении больших внутренних напряжений в средних слоях заготовки от чрезмерно быстрого нагрева металла перед ковкой до температур 850—900° С.

Поперечные трещины могут возникнуть при неполном прогреве заготовки по толщине. В этом случае частицы холодных слоев металла, менее пластичные, при ковке будут перемещаться медленнее, чем более пластичные, хорошо прогретые частицы наружных слоев, в результате чего может нарушиться цельность металла и появятся поперечные трещины (ковочный крест).

Поверхностные трещины возникают от быстрого охлаждения наружной поверхности заготовки из высокоуглеродистой стали в процессековки. Для предупреждения образования поверхностных трещин, рекомендуется: вести ковку в быстром темпе энергичными ударами с постоянной кантовкой ее после каждых двух-трех ударов; не допускать образования острых кромок и углов при ковке, так как они быстро остывают и служат причиной появления и трещин; острые углы при ковке заготовок из высокоуглеродистой стали необходимо немедленно скруглять, каждую появившуюся трещину тут же вырубать; ковать заготовку с остывшей поверхностью нельзя, заготовку следует подогреть и только после этого продолжать ковку.

§ 67. Пример определения массы и размера заготовки при ковке плоской кузнечной гладилки

Эскиз поковки приведен в карте технологического процесса (см. табл. 12, рис. 114, г). Поковка отличается от готовой детали припуском на обработку рабочей плоскости пятки и ударяемой части гладилки по сфере.

Объем поковки, вычисленный по чертежу, составляет $V_{\text{пок}} = 238 \text{ см}^3$; масса поковки 1,86 кг. Объем исходной заготовки, считая потери на обсечку, выдру и угар, равными 10%, составит:

$$V_{\text{заг}} = V_{\text{пок}} (1 + 0,10) = 238 \times 1,1 = 261,8 \text{ см}^3.$$

Масса исходной заготовки

$$M_{\text{заг}} = V_{\text{заг}} \rho = \frac{261,8 \times 7,85}{1000} = 2,05 \text{ кг}.$$

Ковать гладилку можно из круглой заготовки диаметром 65 мм, площадь сечения которой $F_{\text{заг}} = 33,18 \text{ см}^2$. Тогда длина исходной заготовки:

$$L_{\text{заг}} = \frac{V_{\text{заг}}}{F_{\text{заг}}} = \frac{261,8}{33,18} = 7,9 \text{ см}.$$

В случае машиннойковки выбор необходимогоковочного молота делаем, пользуясь табл. 16 данной книги. В соответствии с массой поковки выбираем пневматический молот с массой падающих частей 250 кг.

ГЛАВА XII

ЗАВЕРШАЮЩИЕ ОПЕРАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ПОКОВОК

§ 68. Термическая обработка поковок

Термическая обработка поковок необходима для снятия внутренних напряжений, возникших от возможной неравномерной деформации, для выравнивания и улучшения структуры металла и получения требуемой твердости, обеспечивающей хорошую обрабатываемость поковок на металлорежущих станках.

В зависимости от состава сталей, размеров поковок и требований, предъявляемых к прочностным свойствам кованых деталей, первичную термообработку осуществляют отжигом, нормализацией или улучшением поковок.

Отжигом называется процесс термической обработки, который осуществляется нагревом поковок до и выше температуры интервала структурных превращений (см. гл. X), выдержкой при этой температуре и последующим медленным охлаждением поковок в печи. Применяют отжиг для поковок из углеродистых, легированных и инструментальных сталей с целью снятия внутренних напряжений, устранения структурной неоднородности и как подготовку к последующей окончательной термической обработке деталей из легированных сталей. После отжига, как правило, снижается твердость стали и возрастает ее ударная вязкость и пластичность.

Нормализацией называется процесс термической обработки, осуществляемый нагревом в пределах интервала структурных превращений с выдержкой до полного прогрева поковок, но с последующим охлаждением на воздухе. Процесс нормализации значительно короче отжига по времени. После нормализации поковки получают однородную мелкозернистую структуру и улучшенные механические свойства: повышенную прочность и вязкость. Применяют нормализацию при термообработке поковок из углеродистых и легированных сталей с малым и средним содержанием углерода, а также для деталей, подлежащих цементации и закалке.

Улучшением называется двойная термическая обработка, состоящая из закалки и последующего за ней высокотемпературного отпуска.

Закалка осуществляется нагревом стали до температур в интервале структурных превращений или выше их, выдержкой при этих температурах и быстрым охлаждением в воде или масле, в зависимости от марки стали. В результате закалки материал поковки

вок получает высокую твердость и прочность, которые вызывают хрупкость и рост внутренних напряжений. Чтобы снять напряжения и уменьшить хрупкость, закаленную сталь обязательно подвергают отпуску.

Отпуск, полученный при нагреве до температур 120—200° С, называют низким, и применяют его после закалки углеродистых и легированных сталей. Отпуск, полученный при нагреве до температур 350—650° С, называют высоким и применяют его при обработке поковок из улучшаемых конструкционных сталей для одновременного увеличения прочности и пластичности металла.

Улучшают в основном поковки, не подвергаемые в дальнейшем окончательной термической обработке.

В современных кузнечных цехах первичную термическую обработку осуществляют на специально оборудованных пламенных и электрических печах проходного типа. Построены и эксплуатируются агрегаты для нормализации и улучшения поковок. Агрегаты для улучшения состоят из смонтированных последовательно печи для нагрева под закалку, резервуара для закалочной среды (воды или масла) и печи для нагрева под отпуск с камерой для последующего охлаждения. Поковки перемещают в них с помощью конвейеров, а регулирование температуры нагрева и скоростей охлаждения при термообработке осуществляют автоматически специальной аппаратурой.

§ 69. Способы очистки поковок

Окалина, образовавшаяся на поверхности поковки при нагревах дляковки и первичной термической обработке, затрудняет механическую обработку и выявление наружных поверхностных дефектов. Для удаления окалины применяют различные способы: галтовка в барабанах, травление водными растворами кислот в травильных ваннах, обработка в дробеметных аппаратах, очистка в дробеструйных (реже пескоструйных) камерах.

Галтовку в специальных вращающихся барабанах применяют при очистке мелких отожженных и нормализованных поковок. Механическое удаление окалины происходит под воздействием взаимного трения и ударов поковок при вращении барабана. Засыпанные в барабан вместе с поковками чугунные звездочки, абразивные материалы в виде гравия, щебня, фарфоровой крошки и другие несколько смягчают удары и активизируют очистку, придавая поверхности поковок гладкий и чистый вид. Следует учитывать, что на поковках с выступами, с тонкими концами и гранями при галтовке происходит закаливание кромок и потеря размеров.

Травление применяют для очистки поковок сложной конфигурации и ответственного назначения, у которых другие способы снятия окалины непригодны. Травление основано на химическом воздействии водных растворов соляной (HCl) и серной (H₂SO₄) кислот на окалину и металл под слоем окалины. При этом про-

исходит отрыв окалины от поверхности поковок под влиянием водорода и некоторое стравливание кислотой основного металла. Скорость процесса травления поковок зависит от состава и толщины окалины, состава травильного раствора и его температуры. Так, для травления поковок из углеродистой и хромоникелевых сталей в водных растворах серной кислоты различной концентрации с присадками наилучшие результаты дает подогрев ванны на 50—60° С. Травление хорошо выявляет поверхностные дефекты поковок: трещины, волосовины, зажимы, неметаллические включения и др. Травление поковок осуществляют в специально оборудованных изолированных отделениях цеха, где установлены кислотоупорные ванны с мощными бортовыми отсасывающими устройствами, обеспечивающими удаление вредных паров кислот.

Очистка проводится последовательно травлением в кислотных растворах, промывкой в проточной воде и нейтрализацией поковок в горячем известковом растворе.

Дробеметная очистка представляет собой наиболее современный универсальный способ удаления окалины с поковок любого размера. Вращающееся лопаточное колесо дробеметного аппарата выбрасывает с большой скоростью на очищаемую поверхность поток стальной или чугунной дроби диаметром от 0,5 до 1,2 мм в зависимости от размеров поковки. Этот способ дешевле в несколько раз, производительнее и за последние годы вытесняет пескоструйные, дробеструйные и другие способы очистки.

§ 70. Виды дефектов и причины их появления

Поковки, изготовленные с отступлением от технических условий и требующие дополнительных работ для устранения выявленных в них пороков, называются дефектными.

Главными причинами дефектов поковок являются: недоброкачественный исходный металл слитка или заготовки; неправильные режимы нагрева слитка или заготовки; неправильные приемыковки; несоблюдение режима охлаждения поковки послековки; работа неисправным инструментом.

Основными дефектами поковок являются наружные трещины или рванины, волосовины, внутренние разрывы или свищи и расслоения, нажимы и складки, вмятины, флокены, неметаллические включения и следы усадочной рыхлости.

Причиной появления трещин (рис. 115, а) в поковках могут быть: недоброкачественный исходный материал заготовки или слитка; пережог при нагреве;ковка при низких температурах; неравномерное охлаждение поковки; применение неправильных приемов и весьма больших обжатий приковке. Трещины, обнаруженные приковке, необходимо удалять в горячем состоянии вырубкой при помощи специальных топоров, а в холодном состоянии — зачисткой наждачными кругами, вырубкой пневматическими зубилами и другими способами.

Волосовины представляют собой очень тонкие и мелкие трещины, которые могут образоваться в процессековки или прокатки слитков, имеющих мелкие газовые подкорковые пузыри, и от слишком быстрого охлаждения поковок. Волосовины обнаруживают после травления невооруженным глазом.

Рванины могут появляться в процессе первого обжатия слитка во времяковки при низких температурах, при неправильном нагреве заготовки (пережог металла).

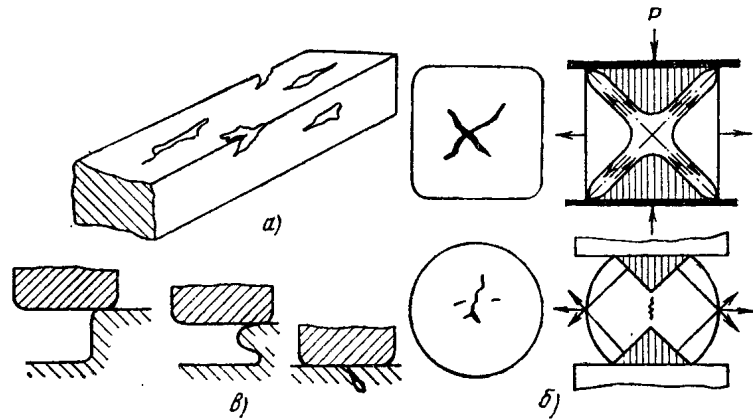


Рис. 115. Некоторые дефекты поковок:

а — наружные трещины и рванины, б — свищи, в — зажимы в поверхностном слое

Свищи (пустоты или скворешники, рис. 115, б) получаются в осевой зоне при неправильных приемахковки круглых поковок под плоскими бойками, когда ведут протяжку с небольшими обжатиями с круга на круг без перехода на квадратное сечение с последующей сбивкой углов.

Зажимы (на рис. 115, в показана последовательность образования) появляются во время протяжки в результате малой подачи при глубоких обжимках заготовки или отковки на неисправных бойках. Во время осадки складки получаются от уступчатой поверхности заготовки, появившейся в результате недоброкачественной протяжки заготовки перед ее осадкой.

Вмятины возникают при небрежной очистке заготовки и бойков от окалины, которая в процессе формообразования заковывается в тело поковки.

Флокены — внутренние трещинки, возникающие от выделения водорода, поглощенного жидкой сталью во время выплавки. Флокены образуются в результате быстрого охлаждения поковки послековки и в тем большей степени, чем больше сечение поковки.

Неметаллические включения (шлаки, песок) и следы усадочной рыхлости в поковках выявляют обычно при механиче-

ской обработке. Если прибыльная часть в процессековки удалена не полностью, то остатки усадочной раковины в виде рыхлости раскрываются приковки.

К неисправимым дефектам поковок относятся: глубокие продольные и поперечные трещины, рванины, рыхлость и неметаллические включения, пережог. Поковки с неисправимыми дефектами являются негодными, их бракуют.

К исправимым дефектам поковок относятся: малые трещины, перегрев металла, нажимы и складки, если они не входят в контур детали. Мелкие трещины вырубает в холодном состоянии пневматическими зубилами и в процессековки специальными топорами. Нажимы и складки, если они не входят в контур детали, удаляют зачисткой на наждачном круге или вырубкой. Для улучшения механических свойств металла в целях устранения влияния перегрева и снижения внутренних напряжений поковки подвергают первичной термической обработке — отжигу, нормализации и улучшению.

§ 71. Основные способы контроля поковок

После термической обработки и зачистки поковки поступают на контрольную площадку цеха, где их подвергают проверке. Качество поковки должно отвечать всем требованиям технических условий, предусматривающих необходимую прочность материала, размеры и точность изготовления поковки. Не должно быть дефектов на поверхности и внутри поковки.

Общие требования к поковкам из конструкционных углеродистых и легированных сталей, изготавливаемых ковкой, установлены ГОСТ 8479—70, который определяет вид, объем и нормы обязательных испытаний для различных групп поковок.

Наружным осмотром поковки устанавливают, нет ли на ее поверхности трещин, волосовин, рванин, нажимов, вмятин и других дефектов. Для выявления скрытых (под окалиной) наружных дефектов поковки подвергают травлению и последующему осмотру с применением лупы.

Размеры в соответствии с чертежами поковки проверяют с помощью различного измерительного инструмента и, если нужно, то с разметкой на контрольной плите (например, коленчатых валов, роторов и им подобных деталей).

Проверка механических, химических и физических свойств, определяющих качество металла поковки, осуществляется лабораторией завода на образцах, вырезаемых из предусмотренных в соответствующих местах припусков — проб. Эти пробы обычно расположены в местах наибольшего приложения нагрузок к деталям во время ее эксплуатации.

Контроль поковок различают двух видов: промежуточный и окончательный.

Промежуточный контроль осуществляется после каждой операции технологического процесса производства и является по существу контролем за соблюдением технологии. На участке периодически контролируют качество поверхности поковок, операции обрезки облоя, правки, термической обработки, очистки от окалины и калибровки или чеканки поковок. Окончательный контроль готовых поковок осуществляют на контрольной площадке согласно установленным нормам.

§ 72. Современные виды контроля поковок

Для обнаружения скрытых внутренних дефектов: флокенов, трещин, неметаллических включений и др., применяют современные средства контроля, не требующие разрезки проверяемой поковки. К этим неразрушающим методам контроля поковок относятся рентгеновское просвечивание, просвечивание гамма-лучами и просвечивание поковок ультразвуком.

Рентгеновские установки обеспечивают контроль просвечиванием стальных поковок толщиной до 100—150 мм.

Просвечивание гамма-лучами применяют для контроля поковок ответственного назначения, толщина которых достигает 200—250 мм. Метод контроля гамма-дефектоскопом обеспечивает надежную проверку качества сварных соединений, кованных сварных деталей. Гамма-дефектоскопия является единственным методом контроля поковок, не требующим обработки поверхности испытываемого тела. Сущность контроля рентгеновским методом и гамма-лучами состоит в способности рентгеновских и гамма-лучей проникать через толщу контролируемого материала и засвечивать фотоленку. Если на пути лучей встречаются трещины, пузыри, раковины и другие дефекты, то лучи поглощаются меньше, и на фотоленке появляются темные пятна, указывающие размер и характер дефекта. В качестве источников лучей применяют рентгеновские трубки и капсулы с радиоактивным кобальтом.

Ультразвуковой метод контроля позволяет обнаруживать внутренние дефекты, залегающие на любой глубине поковки. Ультразвуковые колебания, вызванные в металле вибратором, проходят через всю толщину металла и, дойдя до противоположной грани («дна») поковки, отражаются от нее. Отраженные ультразвуковые колебания после преобразований и усиления в специальных устройствах поступают на экран осциллографа в виде сигнала, появляющегося с правой стороны экрана. Если в толще металла поковки попадает дефект, то ультразвуковые колебания отражаются от него, не дойдя до «дна», а так как путь звуковой волны до дефекта короче, чем до «дна», то сигнал от дефекта появится на экране раньше и левее «донного» сигнала, что будет служить признаком наличия дефекта в поковке.

Ультразвуковой метод позволяет выявить наличие и расположение неметаллических включений в теле поковки и нарушения сплошности металла по всей толщине любой по размерам поковки.

§ 73. Отрубка под молотами и прессами

Основные операции машинойковки те же, что и ручной. В гл. V говорилось о кузнечных операциях применительно к ручной ковке. В этой главе дается характеристика операций при ковке машиной.

Отрубка под молотами осуществляется только в горячем состоянии по одному из следующих способов.

Первый способ — отрубка с двух сторон без перемычки. На уложенную на нижнем бойке нагретую заготовку устанавливают двусторонний топор. Под ударами верхнего бойка лезвие топора врезается в заготовку (см. рис. 68, а) и вытесняет металл в сторону меньшего сопротивления, т. е. в сторону короткого конца. Надрубив заготовку до половины ее высоты, топор снимают, кантуют заготовку на 180° и правят легким ударом верхнего бойка. Затем, установив топор против надрубленного места (см. рис. 68, б), осуществляют окончательную рубку, в результате чего на торце остается заусенец (см. рис. 68, в), который удаляют в зависимости от размеров поковки при помощи обсечки холодной заготовки квадратного сечения, кузнечного зубила (рис. 68, г) или одностороннего топора (рис. 68, д).

Второй способ — отрубка с одной стороны с перемычкой. Нагретую заготовку рубят двусторонним топором почти на всю высоту, оставляя небольшую перемычку, равную ширине обуха топора (см. рис. 69, а). Затем, вынув топор, заводят под надрубленный участок заготовки квадрат (рис. 69, б) и ударом верхнего бойка по металлу разрубают заготовку на части.

Третий способ — рубка с двух сторон с перемычкой (см. рис. 70). Уложенную на нижний боек нагретую заготовку надрубляют топором с одной стороны, оставляя между надрубками незначительную перемычку. Затем топор заводят в надруб обухом вниз и ударами верхнего бойка по лезвию топора прорубают перемычку.

Отрубка под прессами. Круглые и многогранные заготовки отрубают в вырезных бойках при помощи разных топоров по одному из двух способов.

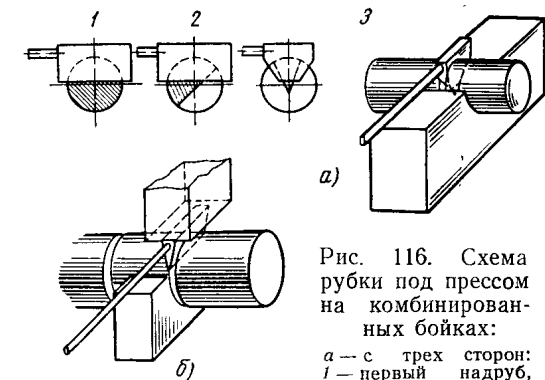


Рис. 116. Схема отрубki под прессом на комбинированных бойках:

а — с трех сторон:
1 — первый надруб,
2 — второй надруб,
3 — отрубка; б — с одной стороны

Первый способ. Нагретую заготовку или поковку укладывают на нижний вырезной боек (рис. 116, *a*) так, чтобы место рубки располагалось по продольной оси бойка. После первой надрубки односторонним или двусторонним топором заготовку поворачивают вокруг оси на угол не менее 120° и производят вторую надрубку. После поворота заготовки еще на 120° окончательную отрубку осуществляют трапециевидным топором (рис. 116, *a*). Такой способ отрубki под прессами называется «отрубкой с трех сторон».

Второй способ. Одностороннюю отрубку под прессом (рис. 116, *б*) часто применяют для удаления донной части слитка. На заготовке, уложенной в нижнем вырезном бойке, делают круговую зарубку с помощью пережимок и совмещают заготовку по зарубке с краем бойка. После этого нижний боек вместе со слитком передвигают в сторону так, чтобы боковая поверхность вырезного бойка совпала с вертикальной плоскостью, проходящей вдоль продольной оси верхнего бойка. Установленный вертикально по зарубке топор достаточной высоты под нажатием пресса прорубает слиток по всему сечению.

Отрубку заготовок прямоугольного сечения под прессами осуществляют тремя способами.

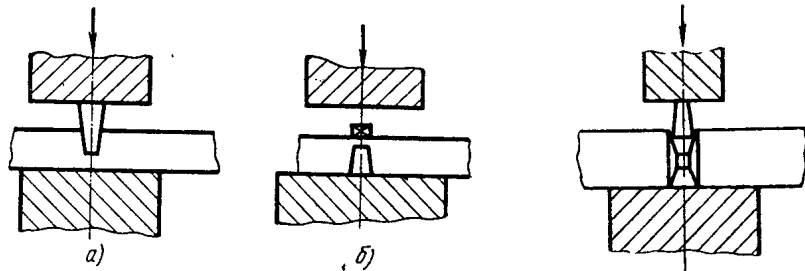


Рис. 117. Схема отрубki под прессом на плоских бойках с отсечкой квадратом: *a* — надрубка топором, *б* — разрубка квадратом

Рис. 118. Схема отрубki под прессом на плоских бойках с четырех сторон

Первый способ. Отрубка с отсечкой квадратом или отрубка с одной стороны (рис. 117). На заготовку ставят топор и нажатием верхнего бойка внедряют его в тело заготовки, оставляя перемычку не более ширины обуха топора (рис. 117, *a*). Затем заготовку кантуют на 180° и над перемычкой устанавливают квадрат (рис. 117, *б*). Нажатием верхнего бойка пресса на квадрат разрубают заготовку, при этом перемычка отделяется в виде обсечки.

Второй способ. Отрубку с двух сторон под прессами осуществляют так же, как и под молотами по схеме отрубki с двух сторон без оставления перемычки.

Третий способ. Отрубку с четырех сторон осуществляют последовательно внедрением топора в тело нагретой заготовки (рис. 118) с кантовкой ее на 90° , а перемычка выпадает в виде обсечки.

Осаживаемую заготовку устанавливают вертикально на нижнем бойке. Первыми легкими ударами сбивают окалину. Осадку осуществляют ударами верхнего бойка по торцу с поворачиванием заготовки после каждого удара на некоторый угол вокруг ее вертикальной оси. Торцы осаживаемых под молотами и прессами заготовок должны быть перпендикулярными к вертикальной оси и должны иметь ровную поверхность. Крупные слитки и заготовки осаживают под прессами без поворота вокруг вертикальной оси.

При ковке под прессами осадка (рис. 119, *a*) часто применяется как предварительная операция перед прошивкой отверстия в заготовке без хвостовика, отрубленной от слитка.

Осадку небольших заготовок и слитков осуществляют на плоских бойках.

Осадку заготовки с хвостовиком (рис. 119, *б*) применяют при изготовлении поковки из слитка. Обычно эта операция предшествует протяжке. Для выполнения осадки применяют подкладные плиты: верхнюю — глухую и нижнюю — с отверстием под хвостовик слитка. Осадочные плиты имеют сферические рабочие поверхности, которые обеспечивают центрирование слитка при ковке под прессом и получение заготовки с выпуклыми торцами, которые необходимы для образования нормальных торцов при последующей протяжке.

При ковке крупных слитков для вертикальной установки нагретой поковки применяют различные приемы и приспособления. На рис. 120 показана схема установки обжатого слитка в вертикальное положение с помощью гибкой скобы и цепи. Скобу 1 подводят под слиток, уложенный одним концом на подставку. Цепь 2 крана опускают на горячий слиток так, чтобы она свисала по его бокам двумя петлями. С помощью длинных стальных крюков петли накидываются на загнутые концы гибкой скобы. При подтягивании цепи вверх она прижимает скобу к слитку, поднимает его и удерживает в вертикальном положении.

Тяжелую обжатую заготовку прямоугольного сечения устанавливают вертикально с помощью бойка и подвижного стола пресса (рис. 121). После нажатия бойком на край заготовки стол переме-

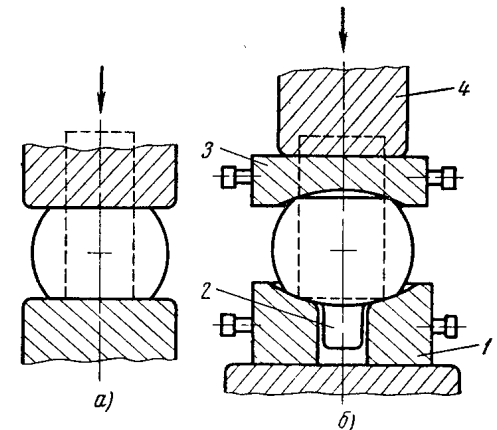


Рис. 119. Схема осадки слитков и крупных заготовок под прессом:

a — без хвостовика на плоских бойках, *б* — с хвостовиком в подкладных плитах: 1 — нижняя подкладная плита, 2 — хвостовик, 3 — верхняя подкладная плита, 4 — верхний боек

щают вправо (рис. 121, поз. 1). Постепенным опусканием бойка при одновременном движении стола вправо поднимают заготовку до соприкосновения с траверсой пресса (поз. 2). Дальнейшим продвижением стола вправо при одновременном подъеме траверсы устанавливают заготовку в вертикальное положение (поз. 3).

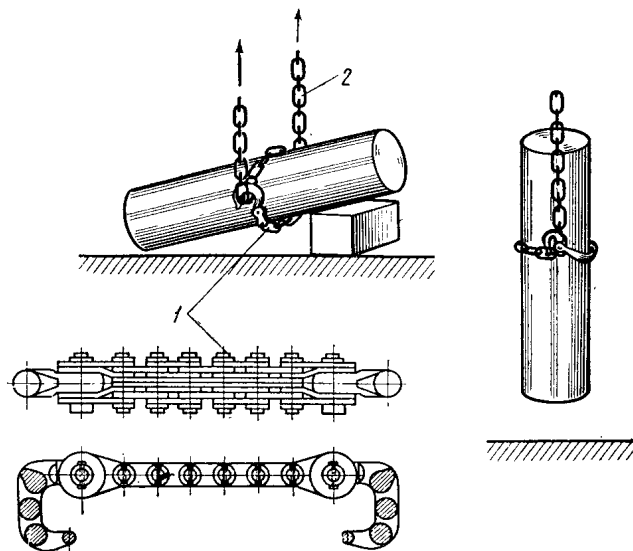


Рис. 120. Схема поворота заготовки в вертикальное положение при помощи гибкой скобы и цепи:
1 — скоба, 2 — цепь

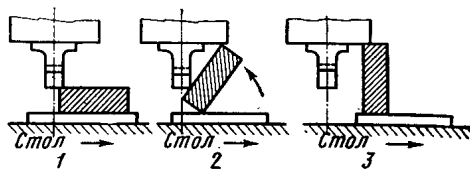


Рис. 121. Схема поворота заготовки в вертикальное положение при помощи передвижного стола и траверсы пресса

Наиболее совершенным приспособлением для выполнения кантовочных работ при осадке является осадочно-кантовочная плита конструкции новаторов кузнечного производства П. Г. Левандовского и С. Д. Ткаченко, изображенная на рис. 122. Эта плита состоит из большого цилиндрического

кольца, к двум противоположным сторонам которого прикреплены два плечевых рычага 3 с цапфами 1 и 2 на каждом плече.

Кантовочные работы при осадке слитка и осадку с помощью этой плиты осуществляют следующим образом. К нагретому слитку с оттянутым хвостовиком подводят осадочную плиту, подвешенную цепями за цапфы 2, и насаживают хвостовик до упора. Переставив цепи с цапф 2 на цапфы 1, осуществляют подъем, при котором слиток вместе с плитой, поворачиваясь, принимает вертикальное положение и устанавливается на подвижный стол пресса для выполнения операции осадки. После осадки слитка плиту снова

берут цепями за цапфы 2 и поворачивают вместе с осаженым слитком в горизонтальное положение. Положив осаженную заготовку на нижний боек пресса и прижав ее верхним бойком, плиту легко отводят краном, а на хвостовик насаживают головку патрона, необходимого для манипулирования заготовкой при протяжке.

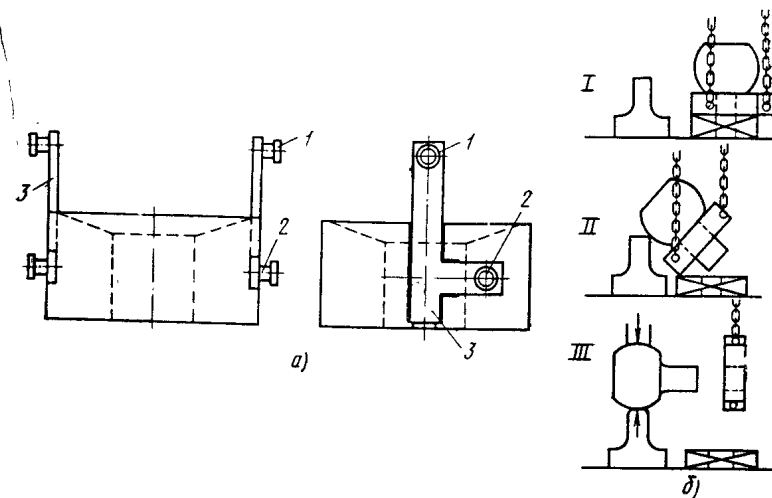


Рис. 122. Осадочно-кантовочная плита конструкции Левандовского и Ткаченко:
а — эскиз плиты, б — схема кантования заготовки (римскими цифрами указана последовательность действий); 1, 2 — цапфы, 3 — плечевые рычаги

§ 75. Высадка под молотом или прессом

Эта операция применяется для изготовления поковок типа зубчатых колес со ступицами или глухих фланцев с бобышками. Высадку конца коротких заготовок осуществляют в подкладных кольцах (рис. 123).

На нижний боек молота устанавливают кольцо 3 с диаметром отверстия, немного большим диаметра заготовки 1, и высотой, равной длине невысаживаемого конца. Нагретая заготовка устанавливается торцом в кольцо, а по выступающей части заготовки наносят удары верхним бойком. В результате происходит осадка верхней торца заготовки 2 (рис. 123). Чтобы облегчить удаление высаженной заготовки 2 из кольца 3, полость его делают с уклоном от 3 до 7°. Если на поковке недопустима конусность в указанных пределах, высадку можно произвести в кольце, полость которого не имеет уклона. Тогда поковку из кольца удаляют с помощью прокладки 1 (рис. 124) диаметром несколько меньшего размера, чем невысаженная часть поковки, и надставного кольца 2, внутренний диаметр которого немного больше диаметра высаженной части поковки.

Высадку средней части короткой заготовки с двумя уступами под молотом осуществляют с помощью двух подкладных колец

(рис. 125). На нижнем бойке молота укладывают кольцо 1, в которое устанавливают нагретую заготовку 2. На верхний торец заготовки накладывают кольцо 3, по которому наносят удары, при-

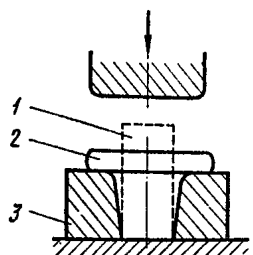


Рис. 123. Осадка верхнего торца при концевой высадке под молотом: 1 — исходная заготовка, 2 — высаженная заготовка, 3 — кольцо

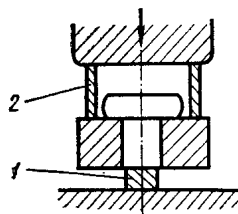


Рис. 124. Удаление поковки из кольца, не имеющего уклона, при концевой высадке под молотом: 1 — прокладка, 2 — надставное кольцо

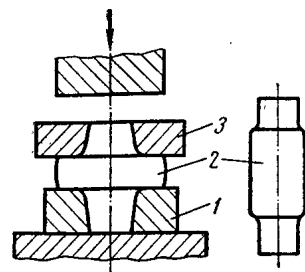


Рис. 125. Схема высадки средней части заготовки при ковке под молотом или прессом: 1, 3 — кольца, 2 — заготовка

водящие к осадке средней части заготовки. Стенки внутренних отверстий верхнего и нижнего колец имеют уклоны для облегчения съема колец с поковки.

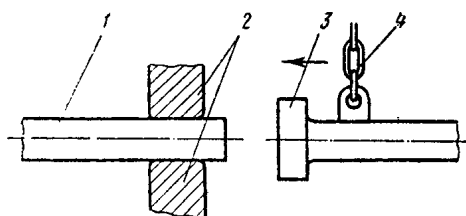


Рис. 126. Схема высадки нагретого конца длинной заготовки («романение»): 1 — заготовка, 2 — бойки, 3 — штанга («роман»), 4 — цепь

При необходимости высадки концов длинных заготовок, не вмещающихся по высоте под бойками молота или прессы, применяют способ высадки, называемой «романением». Тяжелую штангу 3 (рис. 126), которую называют «роман» или «сокол», подвешивают цепью 4 к крану и с силой ударяют по нагретому торцу длинной заготовки 1, зажатой между бойками 2 молота или прессы. Этот способ высадки применяется редко.

§ 76. Операция протяжки при ковке на молотах и прессах

Эта операция может выполняться тремя способами.

Первый способ. Протяжку на плоских бойках осуществляют с кантовкой заготовки на 90° после каждого удара молота или прессы с одной и с другой сторон (рис. 127, а). Однако при этом не обязательно после каждого удара кантовать заготовку: это можно делать и после ряда следующих друг за другом подач и ударов. Первый способ наиболее распространен при ковке крупных заготовок и слитков.

Второй способ. Протяжку на плоских бойках выполняют с непрерывной кантовкой на 90°, и после четырех ударов заготовку продвигают вперед на ширину или лучше на часть ширины бойка, так что ковка осуществляется как бы по винтовой линии (рис. 127, б). Этот способ применяют при ковке твердых инструментальных сталей.

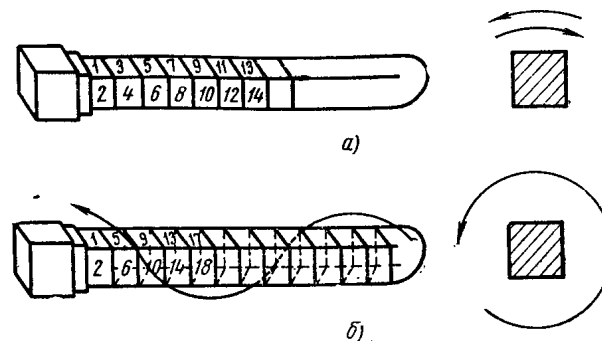


Рис. 127. Схема способов вытяжки: а — при ковке крупных заготовок и слитков, б — при ковке инструментальных сталей

Третий способ. Протяжку на вырезных или комбинированных бойках применяют при ковке легированных сталей, обладающих пониженной пластичностью.

Протяжку под молотами осуществляют на бойках. Для интенсификации протяжки подачу заготовки производят не на полную ширину бойка, а только на часть ее (рис. 128, а). Если выполнять протяжку с помощью раскатки, которая действует как узкий боек (рис. 128, б), то протяжка будет более интенсивной. Однако этот способ протяжки применяют редко и только в тех случаях, когда мощность молота дляковки оказывается недостаточной. Установлено, что самой производительной протяжкой под молотами является протяжка на узких бойках, поэтому в больших кузнечных цехах устанавливают молоты с узкими бойками, на которых ведут только протяжку, а на

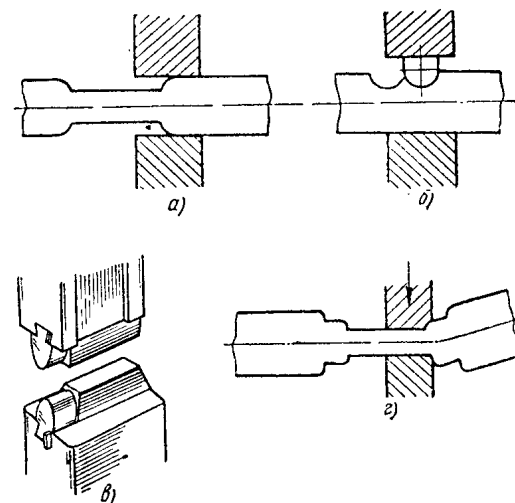


Рис. 128. Схема вытяжки под молотами: а — протяжка под плоскими бойками, б — разгонка раскаткой, в — комбинированные бойки к молоту небольшой мощности, г — выравнивание заготовки при протяжке

молотах с широкими бойками производят проглаживание поковок после их протяжки под узкими бойками.

В небольших кузницах с малым количеством молотов протяжку ведут в комбинированных бойках. Для этого изготавливают бойки, левая часть которых сужена и закруглена, как на носке кувалды, а правая часть оставлена плоской и широкой (рис. 128, в). Вершина закругленной части бойка отстоит от плоскости зеркала бойка на определенном расстоянии, благодаря чему внедрение бойков в тело протягиваемой заготовки при всех случаях будет не больше требуемого. На таких бойках под молотами небольшой мощности можно вести работы по долеговой протяжке и разгонке заданной части заготовки до соответствующих размеров.

Протяжку заготовки под молотами начинают от ее конца или от середины. Короткие заготовки протягивают от конца к середине (протягивают «на себя»), при этом кузнец постепенно приближается к месту, по которому наносит удары боек. Длинные заготовки для удобства их уравнивания протягивают от середины к концам. Протянутую таким образом половину заготовки перехватывают клещами и начинают протягивать вторую половину от середины. В этом случае по мере протяжки заготовки кузнец постепенно удаляется от места, по которому наносит удары боек, поэтому говорят, что протяжка ведется «от себя».

При ковке специальных легированных сталей под молотом на плоских бойках протяжку ведут на квадратное сечение несколькими ударами, с небольшой подачей (не более $\frac{3}{4}$ стороны квадрата) и исключительно поперек бойков с нанесением по одному месту не более двух ударов. Протяжка заготовок из специальных сталей ведется в два приема: сначала куют на квадратное сечение до требуемого размера одну половину длины заготовки, а затем с тщательными подогревами куют вторую половину, при этом внимательно следят за гранями, не допуская образования острых кромок и появления рванин на них, которые необходимо удалять. Острые кромки следует закруглять, а трещины вырубать в горячем состоянии металла.

Протяжку слитков на прессе начинают с середины и ведут так, чтобы вытеснить усадочную раковину в сторону прибыльной части, которую затем отрубают в отход. При вытяжке под прессом горячая заготовка охлаждается неравномерно. Сторона, лежащая на нижнем бойке, охлаждается быстрее, чем верхняя, соприкасающаяся с верхним бойком только в момент обжатия. В результате неравномерного остывания заготовка несколько искривляется (рис. 128, з), поэтому ее трудно удержать при кантовке на 90° . В этом случае заготовку поворачивают на 180° , т. е. на противоположную сторону, и продолжают протяжку, при которой заготовка выравнивается. После этого заготовку поворачивают на 90° и продолжают ковать «на ребро».

При протяжке слитков на плоских бойках получают заготовки и поковки прямоугольного сечения.

Чтобы обеспечить достаточно гладкую поверхность и глубокую высококачественную проработку металла для улучшения макроструктуры и заковки внутренних дефектов усадочного происхождения, подача при протяжке под прессом должна составлять не более 0,5—0,8 ширины бойка.

Вспомогательные операции при протяжке. К вспомогательным приемам и операциям при протяжке относятся: оттягивание хвостовика (цапфы) у слитка; биллетировка — обжатие граней слитка; наметка и пережим; образование уступов и выемок; отделка поверхности и углов после протяжки; передача металла и др.

Оттяжка цапфы при ковке хвостовика под патрон для захвата и удержания слитка при дальнейшей обработке ведется обычно со стороны прибыльной части. Однако при ковке очень тяжелых слитков оттяжка цапфы ведется со стороны ее донной части. Эту операцию выполняют с особенной тщательностью, стремясь обеспечить совпадение оси вытянутой цапфы и оси самого слитка. Размеры оттягиваемой цапфы должны быть по диаметру не менее половины диаметра слитка, а по длине в 1,5—2 раза больше своего диаметра.

Биллетировка придает слитку цилиндрическую форму и производится вслед за оттяжкой цапфы с целью уплотнения металла и повышения пластичности поверхностного слоя слитка. Оттягивание хвостовика под патрон и обжатие граней слитка осуществляют в комбинированных бойках — верхний плоский, нижний вырезной. Уковка при биллетировке составляет 1,05—1,15.

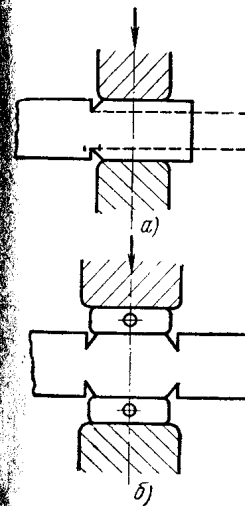


Рис. 129. Схема получения ковкой двусторонних уступов (а) и выемок (б)

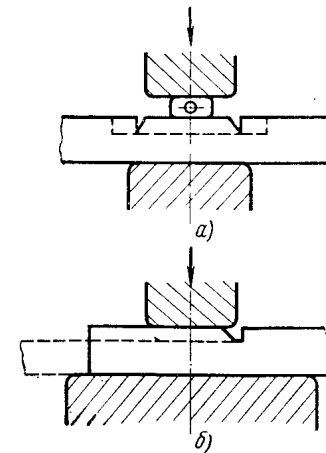


Рис. 130. Схема получения ковкой односторонних выемок (а) и уступа (б)

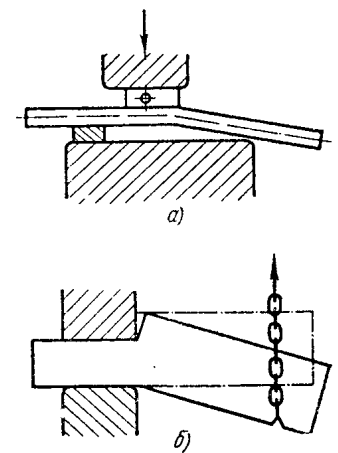


Рис. 131. Правка крупных поковок: а — при помощи прямоугольных раскаток, б — при помощи краи

Как и при ручной ковке, при ковке под молотом или прессом перед началом некоторых операций производят наметку и пережим металла.

Изготовление уступов и выемок. Для получения уступов в крупных поковках по разметке на поверхности заготовки делают наметку, а затем осуществляют пережим. После этого выковыывают уступ или выемку с помощью плоских бойков и раскаток разных размеров. Уступы и выемки бывают односторонними и двусторонними. Схема получения двустороннего уступа (заплечиков) под бойками молота показана на рис. 129, а, а двусторонней выемки по длине заготовки с помощью плоских раскаток на рис. 129, б.

Для получения односторонней выемки или уступа, т. е. когда противоположная сторона должна остаться ровной при пережиме, следят за тем, чтобы место пережима на заготовке с опорной стороны приходилось бы посередине нижнего бойка; это делается во избежание уменьшения высоты заготовки. Схема получения односторонней выемки с помощью раскаток показана на рис. 130, а и одностороннего уступа с помощью плоских бойков с установкой нижнего бойка накрест на рис. 130, б. Отделку поверхности и углов, а также правку производят как заключительные переходы операции протяжки. Неровности, полученные на поверхности поковки при протяжке, проглаживают под плоскими бойками молота или прессы. Проглаживание осуществляют легкими ударами молота или малыми нажатиями прессы при максимально возможной подаче. Чем шире бойки молота или прессы, тем выше качество отделки поковок.

Отделку углов осуществляют путем разгонки металла с помощью раскаток соответствующих поперечных сечений и размеров, а правку обычно выполняют подкладыванием прямоугольных раскаток разных размеров под бойки молота или прессы, как показано на рис. 131, а, или с помощью крана, когда часть поковки зажата бойками молота или прессы (рис. 131, б).

Передача металла представляет собой операцию, в результате которой часть заготовки прямоугольного сечения смещается по отношению к основной ее массе с сохранением параллельности их осей. Эту операцию чаще применяют при ковке под прессами заготовок коленчатых валов. В зависимости от формы коленчатого вала передачу выполняют в одной или двух плоскостях.

Суть процесса передачи в одной плоскости состоит в том, что после наметки часть металла при помощи трехгранной пережимки отделяют от основной массы заготовки пережимом на определенную глубину, а действием верхнего бойка смещают по вертикали (рис. 132, а).

При передаче в двух плоскостях по вертикали (рис. 132, б) на заготовке делают два пережима на расстояниях, обеспечивающих достаточный объем металла для будущей шейки вала. Положение верхнего и нижнего бойков в процессе передачи по вертикали должны соответствовать вертикальным стенкам верхнего и нижнего пережима на заготовке. Так, левую боковую плоскость верхнего

бойка устанавливают на одной линии передачи с вертикальной стенкой верхнего пережима, а правая боковая плоскость нижнего бойка должна быть установлена на одной линии передачи с вертикальной линией нижнего пережима.

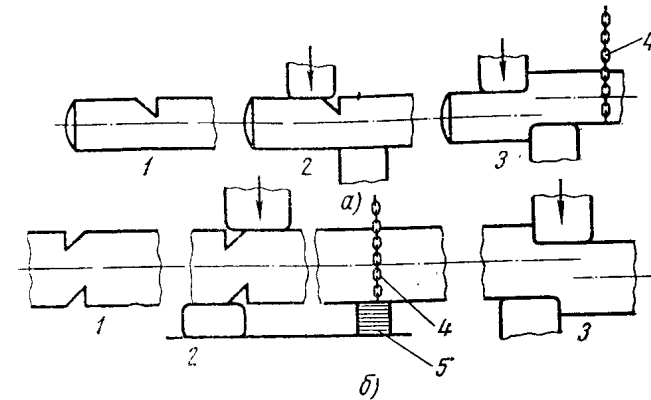


Рис. 132. Схема выполнения передачи металла:
а — в одной плоскости, б — в двух плоскостях; 1 — пережим под передачу, 2 — сдвигание нижнего бойка, 3 — результат передачи, 4 — цепь к крану, 5 — прокладки, постепенно удаляемые по ходу передачи

При ковке тяжелых заготовок смещение нижнего бойка осуществляют при помощи передвижного стола. При ковке небольших поковок под молотами передачу осуществляют при помощи подкладных инструментов: плоских раскаток или обсечек разных размеров.

Разновидности операции протяжки. Кроме описанных выше операций протяжки на плоских и вырезных бойках, в кузнечной практике применяют разновидности протяжки с использованием специальных приспособлений и инструмента. К числу таких разновидностей относятся протяжка и раскатка на оправке.

Протяжку на оправке (рис. 133, а) применяют при изготовлении пустотелых поволоков барабанов, обечаек, котлов и сосудов, цилиндров, пустотелых колонн и т. д. При этой разновидности операции осуществляют удлинение пустотелой заготовки за счет уменьшения ее наружного диаметра и толщины стенок.

Предварительно осаженную и прошиту заготовку, имеющую вид толстостенного кольца, нагретую до температуры началаковки, надвигают на коническую пустотелую оправку с хорошо обработанной поверхностью и обжимают под вырезными или комбинированными бойками. В процессековки под бойками толщина стенок обрабатываемой заготовки уменьшается, а длина ее увеличивается. При небольшой ширине бойков интенсивность протяжки довольно высокая. Последовательность протяжки длинного цилиндра, обеспечивающая хорошее снятие поковки с оправки, показана на рис. 133, б. В первую очередь отковывают участок 1 — первый кон-

цевой пояс, отмеченный штриховой линией. Затем до промежуточного размера куют участок 2. После этого куют участки 5, 4 и 3 до размеров, близких к окончательным, а за ними доводится до окончательного размера участок 2. В этом случае ковку концов длинной заготовки выполняют при более высоких температурах, и съем поковки с оправки обеспечивается при окончательном обжатии участков 5, 4 и 3.

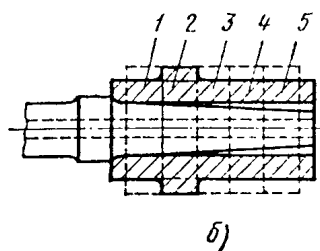
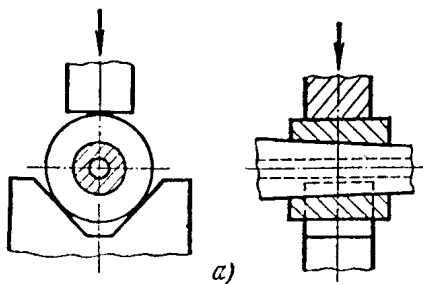


Рис. 133. Схема протяжки пустотелой заготовки на оправке:
а — заготовка на конической оправке, б — деление заготовки на участки

Раскатка на оправке. Эту разновидность протяжки применяют для одновременного увеличения наружного и внутреннего диаметров прошитой кольцеобразной заготовки при незначительном увеличении длины за счет уменьшения толщины стенок. Применяют эту операцию

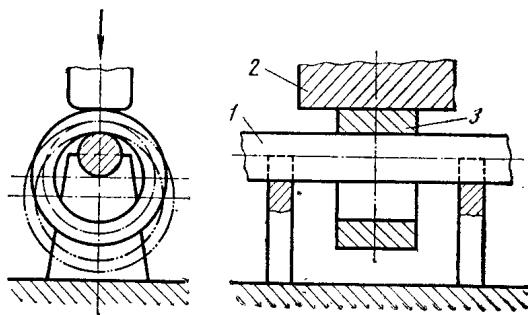


Рис. 134. Схема раскатки прошитой заготовки на дорне:
1 — оправка, 2 — боек, 3 — заготовка

при ковке невысоких бандажей, колец, обечаек и др.

Сущность раскатки заключается в том, что нагретую до температурыковки, заранее прошитую в виде кольца заготовку, подвешивают на оправку (дорн) (рис. 134), установленную на двух опорах. Оправка 1 служит как бы нижним бойком, на котором под воздействием верхнего узкого, но длинного бойка 2 осуществляют ковку. Подачу заготовки 3 проводят поворотом ее на некоторый угол после каждого удара молота или нажатия пресса.

Дефекты протяжки и меры их предотвращения. Ниже указаны основные дефекты, возникающие при выполнении протяжки, и меры их устранения.

Саблевидность (изгиб) поковки получается при нарушении указания о необходимости кантовки заготовки, так как сторона заготовки, лежащая на нижнем бойке, охлаждается быстрее, чем находящаяся под верхним бойком. Искривление длинной

поковки может быть вызвано неравномерным нагревом металла заготовки.

Мерой борьбы с этим дефектом является равномерный нагрев заготовки и периодическое поворачивание поковки при протяжке.

Вогнутости у торца и осевые трещины возникают при недостаточных по силе ударах во времяковки под молотами или при небольших обжатиях во времяковки под прессом, когда глубина проникновения деформации незначительна. На рис. 135, а показана схема появления вогнутости у торца круглой поковки («скворешня»), протяжка заготовки которой осуществлялась вопреки правилам — сразу с круга на круг или же слабыми ударами. На рис. 135, б показана поковка, надрубание заготовки которой выполнено слишком близко от конца, в результате чего при протяжке возникло явление зажима.

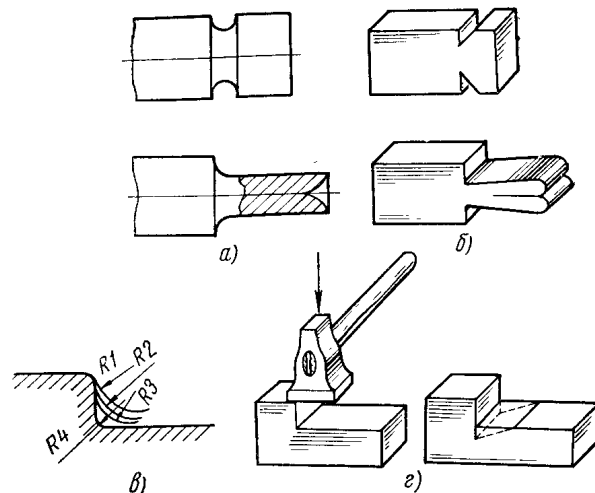


Рис. 135. Дефекты при протяжке:
а — вогнутость у торца круглой поковки, б — явление зажима, в — схема выполнения перехода (уступа) с постепенно уменьшающимся радиусом во избежание перерезания волокон, г — нажим

Если при ковке из твердых инструментальных сталей обстоятельства вынуждают вести протяжку недостаточно сильными ударами, то необходимо предусмотреть дополнительный припуск на отрубание дефектного конца поковки.

Перерезание волокна. Протяжку металла, как известно, выполняют с помощью подбоек или раскаток. Если раскатка небольшого радиуса будет глубоко внедряться в тело заготовки, то в местах пережимов появляется разрыв волокон, ведущий к резкому снижению механических свойств металла. Чтобы предотвратить появление этого вида брака, необходимо выполнять пережимы раскатками с постепенно уменьшающимися радиусами (рис. 135, в).

Нажим появляется (рис. 135, г) при неправильном наложении подкладного инструмента во время отделки поверхности поковки вблизи уступов или заплечиков.

Зажимы образуются в случаях, когда величина внедрения бойка в тело слитка или заготовки будет больше величины подачи заготовки под боек пресса или молота.

При выполнении операции протяжки на молотах малой и средней мощности кузнец обязан, кроме правил техники безопасности, помнить следующее:

укладывать заготовку на зеркало нижнего бойка всей плоскостью;

доковки наложить верхний боек молота на заготовку легким первым ударом, чтобы получить надежное прилегание протягиваемой заготовки к нижнему бойку.

§ 77. Гибка и скручивание

Гибку заготовок при машинной ковке осуществляют с помощью кувалды при зажатии заготовки в бойках молота (рис. 136).

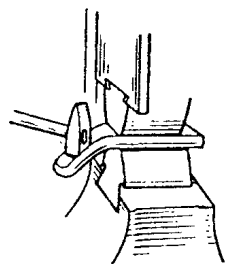


Рис. 136. Прием гибки с помощью кувалды при зажатии заготовки в бойках молота

Если заготовка имеет большое сечение, то ее зажимают между бойками молота и ударами кувалды по свободному концу или с помощью вилки и крана осуществляют изгиб в требуемых пределах. Инструментом для гибки, кроме скоб, оправок, колодок, служат раскатки и вилки.

Операции скручивания подвергают крупные поковки коленчатых валов с несколькими выступами под шейки, откованные в одной плоскости. Схема этой операции изображена на рис. 84, в. Изогнутую вилку 1 накидывают на один из выступов вала 2 и провертывают подъемным краном в то время, как другое, соседнее колено вала зажато под молотом или прессом бойками 3. Величина разворота при этом проверяется с помощью угломера. Чтобы при скручивании не произошло изгиба вала, к его свободному концу подвешивают тяжелый груз в виде противовеса 4.

§ 78. Пробивка и прошивка

Пробивку и прошивку отверстий в крупных и толстых заготовках под молотами и прессами осуществляют несколько иначе, чем при ручной ковке. При работе на молотах и прессах пробивку отверстий ведут по схеме, показанной на рис. 137, а. На нагретую осаженную заготовку, лежащую на нижнем бойке молота или пресса, накладывают конусный прошивень малым основанием к металлу и под воздействием верхнего бойка внедряют его на некоторую глубину в заготовку. В полученную под ним лунку в качестве смазки засыпают толченый уголь или графит, после чего быстро устанавливают прошивень и внедряют его в тело заготовки на большую глубину.

Заглубление прошивня в металл высоких заготовок осуществляется с помощью коротких цилиндрических надставок (рис. 137, б), диаметр которых на 20—30 мм меньше большего основания прошив-

ня. Когда толщина заготовки под прошивнем достигает 100—150 мм (для средних и крупных поковок), заготовку кантуют на 180°, при этом все надставки выпадают из углубления под действием своего веса, а прошивень остается в заготовке.

Для сквозной пробивки отверстия и удаления прошивня и выдры на перевернутую заготовку против основного прошивня ставится другой так называемый прорезной большим основанием к металлу. Место установки прорезного прошивня определяется немного потемневшим металлом над основным прошивнем. Диаметр прорезного прошивня берется на 15—20 мм меньше основного. Под воздействием верхнего бойка прорезной прошивень разрушает перемычку и выталкивает выдру и основной прошивень из заготовки (рис. 137, в).

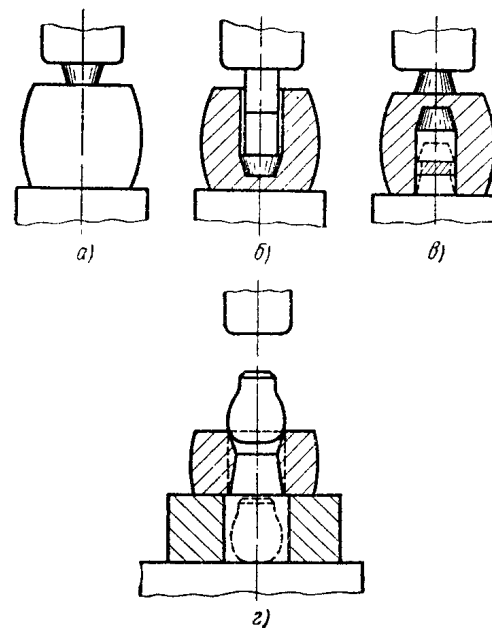


Рис. 137. Схема прошивки и калибровки отверстия под молотом и прессом:

а — внедрение конусного прошивня в заготовку, б — углубление прошивня при помощи коротких цилиндрических надставок, в — разрушение перемычки прорезным прошивнем и выталкивание выдры и основного прошивня, г — калибровка отверстия

При пробивке отверстий форма заготовки искажается. Пробитое в металле отверстие может иметь неровные стенки, и в этом случае его калибруют — выравнивают стенки специальными оправками — калибрами (рис. 137, г).

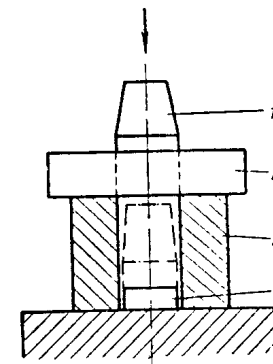


Рис. 138. Схема прошивки отверстия сплошным прошивнем:

1 — прошивень, 2 — заготовка, 3 — подкладное кольцо, 4 — выдра

Прошивку отверстия со сквозным проходом прошивня на подкладном кольце при невысокой или специально осаженной заготовке осуществляют по схеме, показанной на рис. 138. Осаженную заготовку укладывают на кольцо, внутренний диаметр которого несколько больше диаметра прошиваемого отверстия. Прошивку осуществляют конусным сплошным прошивнем, надставленным на заготовку большим основанием. При этом способе форма заготовки

не искажается, отверстие получается правильной формы без каливровки.

Прошивку больших отверстий размером более 400 мм осуществляют пустотелыми прошивнями, которые, внедряясь в металл, не раздают его в стороны, а прорезают (рис. 139). Поэтому пустотелыми прошивнями удаляют ликвационную (осевую) зону у больших слитков, благодаря чему резко повышается качество поковок.

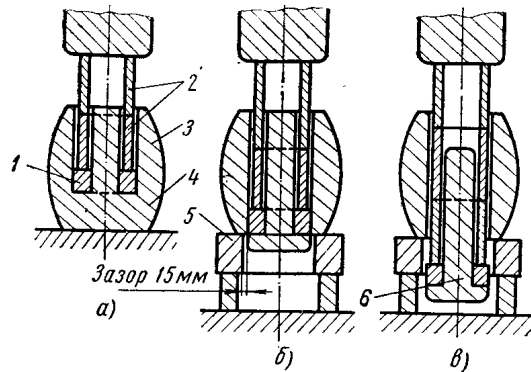


Рис. 139. Схема прошивки отверстия пустотелым прошивнем:

а — прорезание слитка пустотелым прошивнем, затем с помощью полых надставок, б — заготовка с прошивнем и надставками на подкладном кольце, в — сквозное прорезание при помощи дополнительной надставки; 1 — прошивень, 2 — надставка, 3 — слиток, 4 — прибыльная часть слитка, 5 — подкладное кольцо, 6 — выдра

и надставкой переставляют на подкладное кольцо 5 (рис. 139, б). При дальнейшем вдавливании прошивня с помощью дополнительной надставки осуществляют сквозное прорезание заготовки (рис. 139, в). По окончании прошивки слиток убирают краном, а с грибовидной выдры 6, которая является отходом, снимают надставку и извлекают прошивень.

Во время пробивки и прошивки отверстий под молотами и ковочными прессами необходимо:

прошивни и пробойники устанавливать только на хорошо подготовленные — параллельные торцы и строго вертикально;

начальное заглубление прошивня в толщину металла осуществлять слабыми ударами молота или нажатием пресса, и после того как устойчивое направление движения прошивня определилось, воздействие на него можно усиливать.

§ 79. Изготовление поковок фасонной ковкой и кузнечная сварка под молотом

При машинной ковке заготовок сложной конфигурации применяют специальные подкладные инструменты и приспособления.

Примером такойковки может служить изготовление поковок полумуфты коленчатого вала.

Ковку полумуфты (рис. 140, а) из углеродистой стали Ст4 осуществляют в два перехода.

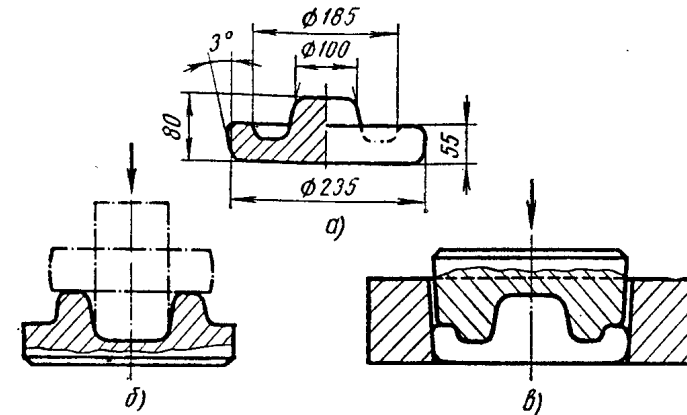


Рис. 140. Схема машиннойковки полумуфты: а — эскиз поковки, б — осадка заготовки, в — формовка

Первый переход: нагретую до температуры 1100°С заготовку диаметром 100 мм и длиной 250 мм устанавливают торцом в углубленную часть сподка-вкладыша и осаживают (рис. 140, б) до тех пор, пока образовавшийся при осадке фланец не перекроет наружный диаметр выступающего пояса у вкладыша.

Второй переход: осаженную заготовку вместе со сподком-вкладышем заводят в подкладное кольцо, в котором окончательно оформляют поковку (рис. 140, в).

Форма и размеры наружных и внутренних поверхностей поковки получаются в полном соответствии с формой и размерами подкладного штампа. Наличие уклонов во вкладышах и кольцах обеспечивает свободное снятие поковки с вкладыша и извлечение поковки и вкладыша из полости подкладного кольца.

Примером операции кузнечной сварки под ковочным молотом может служить изготовление кольца со значительным сечением стенок. Концы полосовой заготовки готовят к сварке внахлестку, как и при ручной ковке кольца на наковальне, но не «наплоско», а по ребру заготовки (рис. 90, б). После гибки подготовленные и предварительно пригнанные концы разводят по спирали и, нагрев металл до сварочной температуры, зачистив торцы от шлаков и флюсов, сваривают проковкой «на ребро». Окончательную отделку кольца выполняют на оправке.

§ 80. Виды заготовок

Исходным материалом при машинной ковке в зависимости от массы поковки служат кузнечные слитки и обжатые, прокатанные или прессованные заготовки.

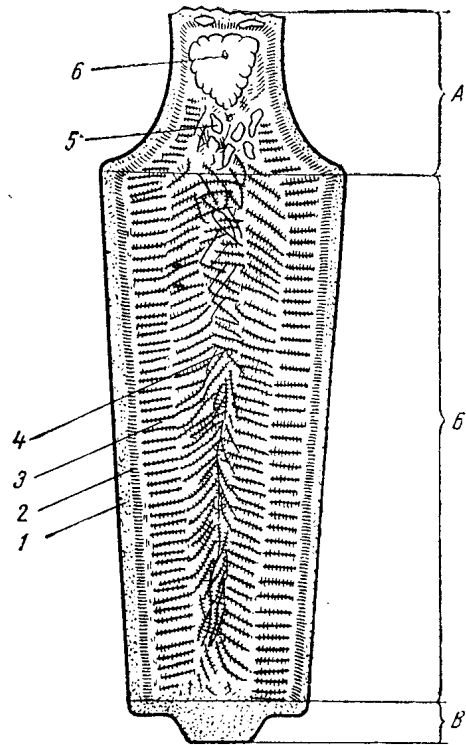


Рис. 141. Схема строения стального слитка, залитого сверху:

зоны: 1 — тонкий плотный слой мелкозернистого строения, 2 — мелкие плотные дендриты, 3 — крупные дендриты, 4 — осевая часть слитка дендритно-путаной структуры, 5 — усадочная рыхлость, 6 — усадочная раковина; части слитка: А — прибыльная, Б — здоровая («тело слитка»), В — донная

Так как разница температур жидкого металла и стенок изложницы в первый момент заливки самая большая, то вследствие большой скорости охлаждения на поверхности слитка образуется тонкий плотный слой мелкозернистого строения — зона 1 (рис. 141). Металл этой зоны слитка имеет наилучшие механические свойства.

Зона 2 образуется при дальнейшем затвердении слитка. Поскольку скорость охлаждения уменьшается, кристаллы растут мед-

леннее и ориентируются перпендикулярно стенкам изложницы. Металл этой зоны слитка обладает относительно высокими механическими свойствами.

Зона 3 состоит из крупных кристаллических образований, имеющих древовидное строение, так называемых дендритов, направленных перпендикулярно к стенкам изложницы.

Зона 4 — осевая часть слитка, состоящая из неориентированных очень крупных зерен, называемых дендритами. Такая структура называется дендритной. Механические свойства этой зоны низкие.

Ухудшение механических свойств металла к центру слитка происходит еще и потому, что между крупными кристаллами (дендритами) по их границам скапливаются вредные окислы и неметаллические включения.

В верхней части осевой зоны располагается усадочная рыхлость — зона 5, а еще выше — усадочная раковина, представляющая собой воронкообразную полость (зона 6), происхождение которых объясняется быстрым охлаждением верхних слоев металла с образованием твердой корки при жидкой сердцевине. По мере охлаждения и уменьшения объема жидкой стали под коркой образуются пустоты в виде усадочной рыхлости и усадочной раковины. Чтобы уменьшить усадочную рыхлость и отвести усадочную раковину как можно выше, применяют утепляющую надставку в верхней части изложницы, в которой после заливки образуется прибыльная часть слитка. Поэтому в стальных слитках различают три части: верхняя прибыльная часть — А, средняя часть слитка — Б, нижняя донная часть слитка — В (рис. 141).

В процессековки верхняя прибыльная часть слитка А с усадочной раковиной и большей частью рыхлости, а также нижняя, донная часть слитка В, в которой концентрируются неметаллические включения, удаляются как недообработанные и идут в переплавку. Только средняя часть Б, часто называемая «телом слитка» и составляющая 60—70% от общей массы слитка, после удаления с ее поверхности пороков идет на изготовление поковок.

Неоднородность по структуре и механическим свойствам стального слитка из-за наличия и развитости в нем и особенно в усадочной зоне таких дефектов, как неметаллические включения, усадочная рыхлость, раковины, пористость и др., является основной причиной снижения прочности и качества кованных заготовок.

На ряде отечественных заводов тяжелого и энергетического машиностроения при производстве крупных поковок для ответственных деталей машин и механизмов типа роторов, валов турбин и генераторов, колонн сложных и пустотелых, цилиндров и барабанов котлов высокого давления, газовых баллонов применяют, помимо стандартных кузнечных слитков, новые типы экономичных слитков: малоприбыльные, удлиненные полые и слитки с повышенной конусностью. Техничко-экономические показатели применения этих слитков по сравнению с обычными свидетельствуют об увеличении средней части до 85—87%; об увеличении производительности в свя-

Зона 3 состоит из крупных кристаллических образований, имеющих древовидное строение, так называемых дендритов, направленных перпендикулярно к стенкам изложницы.

Зона 4 — осевая часть слитка, состоящая из неориентированных очень крупных зерен, называемых дендритами. Такая структура называется дендритной. Механические свойства этой зоны низкие.

Ухудшение механических свойств металла к центру слитка происходит еще и потому, что между крупными кристаллами (дендритами) по их границам скапливаются вредные окислы и неметаллические включения.

В верхней части осевой зоны располагается усадочная рыхлость — зона 5, а еще выше — усадочная раковина, представляющая собой воронкообразную полость (зона 6), происхождение которых объясняется быстрым охлаждением верхних слоев металла с образованием твердой корки при жидкой сердцевине. По мере охлаждения и уменьшения объема жидкой стали под коркой образуются пустоты в виде усадочной рыхлости и усадочной раковины. Чтобы уменьшить усадочную рыхлость и отвести усадочную раковину как можно выше, применяют утепляющую надставку в верхней части изложницы, в которой после заливки образуется прибыльная часть слитка. Поэтому в стальных слитках различают три части: верхняя прибыльная часть — А, средняя часть слитка — Б, нижняя донная часть слитка — В (рис. 141).

В процессековки верхняя прибыльная часть слитка А с усадочной раковиной и большей частью рыхлости, а также нижняя, донная часть слитка В, в которой концентрируются неметаллические включения, удаляются как недообработанные и идут в переплавку. Только средняя часть Б, часто называемая «телом слитка» и составляющая 60—70% от общей массы слитка, после удаления с ее поверхности пороков идет на изготовление поковок.

Неоднородность по структуре и механическим свойствам стального слитка из-за наличия и развитости в нем и особенно в усадочной зоне таких дефектов, как неметаллические включения, усадочная рыхлость, раковины, пористость и др., является основной причиной снижения прочности и качества кованных заготовок.

На ряде отечественных заводов тяжелого и энергетического машиностроения при производстве крупных поковок для ответственных деталей машин и механизмов типа роторов, валов турбин и генераторов, колонн сложных и пустотелых, цилиндров и барабанов котлов высокого давления, газовых баллонов применяют, помимо стандартных кузнечных слитков, новые типы экономичных слитков: малоприбыльные, удлиненные полые и слитки с повышенной конусностью. Техничко-экономические показатели применения этих слитков по сравнению с обычными свидетельствуют об увеличении средней части до 85—87%; об увеличении производительности в свя-

зи с уменьшением циклаковки, о сокращении расхода топлива и об улучшении качества поковок.

Пороки стальных слитков. Во время разливки и затвердевания в изложнице в металле возникают явления и условия, вызывающие пороки слитков, основными из которых являются ликвационная зона, плены, трещины, газовые пузыри и неметаллические включения.

Ликвационная зона появляется при охлаждении металла в изложнице вследствие неравномерного распределения входящих в состав стали химических элементов. В центральной зоне слитка, и особенно в ее верхней части, где металл при затвердевании дольше всего находится в жидком состоянии, появляется повышенное количество серы, фосфора и углерода. Происходит это явление от того, что не все компоненты и примеси, входящие в состав стали, затвердевают одновременно. Наиболее тугоплавкие частицы металла затвердевают с самого начала кристаллизации, затем по мере охлаждения, затвердевают менее тугоплавкие частицы, содержащие несколько большее количество этих примесей. И в последнюю очередь затвердевают самые легкоплавкие частицы металла с наибольшим содержанием серы, фосфора и углерода, ранее отнесенные к центру слитка.

Плены. Во время заливки жидкого металла в изложницы, особенно в начальном периоде, когда струя падает с большой высоты, при ударе ее о донную часть образуются брызги. Эти частицы жидкого металла прилипают к стенкам изложницы и быстро застывают. По мере заполнения изложницы жидкий металл обтекает окисленные брызги, но не сваривается с ними, из-за чего на поверхности слитка образуются плены.

Трещины могут появиться во время затвердения сплава и во время остывания слитка вследствие неравномерного охлаждения наружной поверхности (см. рис. 141, зона 1) и внутренних частей слитка (зоны 2 и 3).

Пузыри образуются в слитке при разливе металла, недостаточно очищенного от газов. Газы, выделяющиеся из жидкого металла, при затвердевании слитка располагаются как в сердцевине, так и ближе к наружному слою (подкорковые пузыри). Поверхность стенок пузырей не окислена, так что в процессековки нераскрытые пузыри могут быть заварены.

Пояс в слитке образуется при кратковременном прекращении подачи жидкого металла в изложницу. В этом случае на поверхности залитой части металла появляется окисленная пленка, которая не позволяет свариваться в одно целое с металлом, залитым после паузы. Такой слиток в любое время может развалиться по поясу на две части.

Неметаллические включения главным образом представляют собой обломки от огнеупорного материала, попадающие в слиток с металлом из печи или разливочного ковша, а также шлак, не полностью отделившийся от жидкого металла при затвердевании.

§ 81. Обжатые, катаные и прессованные заготовки

Исходным материалом для производства средних и мелких поковок служат обжатые на блюмингах, катаные на сортовых станах или прессованные на специальных прессах заготовки.

Обжатые заготовки (ГОСТ 4692—57) производят из слитков квадратного сечения массой до 10 т на обжимных станах-блюмингах. Сечение обжатых заготовок-блюмсов квадратное с закругленными и вогнутыми гранями. Размер сечения от 140×140 мм до 450×450 мм, длина от 1,5 до 4 м.

Катаные заготовки или сортовой прокат (ГОСТ 2590—71 и ГОСТ 2591—71) производят на прокатных сортовых станах из блюмсов — полупродукта. Сечение катаных заготовок — круг или квадрат с размерами соответственно диаметра или стороны от 5 до 200 мм. Длина катаных заготовок в зависимости от величины сечения составляет 2—5 м. Катаные заготовки квадратного сечения из углеродистых и легированных сталей (ГОСТ 4693—57) выполняют с размерами сторон от 40 до 250 мм и длиной от 1 до 6 м.

Прессованные заготовки (ГОСТ 1945—59) из цветных сплавов поставляют прутками в основном круглого сечения диаметром от 6 до 120 мм и выше. Длина прутков в зависимости от размеров их сечения составляет 1,2—4 м.

Дефекты заготовок. Обжатые и катаные заготовки могут обладать рядом дефектов, которые резко влияют на качество и надежность поковок. К основным дефектам относят трещины, волосовины, закаты, подрезы, риски, расслоения, неметаллические включения, ликвация и флокены. Часть перечисленных дефектов в обжатых и катаных заготовках являются пороками слитка, не уничтоженными при обжатии и прокате, но некоторые из них появляются в процессе прокатки и последующего охлаждения.

Трещины в заготовке могут появиться при прокатке вследствие недостаточной пластичности металла или же во время охлаждения заготовки после проката. В последнем случае в заготовке, как и в слитке, причиной появления трещин является быстрое охлаждение и усадка наружных слоев при отстаивании этих явлений в сердцевине.

Волосовины — это неглубокие, длинные, тонкие трещины, часто невидимые невооруженным глазом; обнаруживаются в заготовках после травления. Причиной их возникновения являются незаварившиеся газовые пузыри, усадочные трещины и остатки шлаков, имевшихся в слитке до прокатки.

Закаты возникают из-за неправильной калибровки или износа ручьев прокатных валков. На заготовке в одном из ручьев образуется заусенец, при подаче в следующий ручей заготовку кантуют, и тогда заусенец вдавливаются в поверхность прокатываемого металла.

Расслоения представляют собой закатанную усадочную раковину или рыхлость, раскрывшуюся в процессе прокатки иликовки.

Подрезы и риски глубиной 0,2—0,5 мм образуются на поверхности прокатываемого металла при наличии на поверхности валков прокатного стана задиров и заусенцев.

Флокенами называются пороки, чаще всего поражающие легированные хромоникелевые стали после горячей обработки давлением. Флокены выявляются, как правило, на поверхности излома деформированного металла в виде светлых пятен. На протравленных шлифах флокены имеют вид извилистых трещин. Причиной возникновения флокенов являются внутренние объемные изменения в стали при застывании слитка и охлаждении послековки. Склонность стали к образованию флокенов увеличивается при наличии в ней водорода, который растворяется в жидкой стали еще при выплавке, а затем выделяется в виде газовых пузырей при остывании. Поэтому для ответственных поковок применяют слитки, полученные из вакуумированной в специальных камерах стали.

Для предупреждения образования флокенов необходимо кованые заготовки из легированных сталей охлаждать замедленно по особым режимам. Средние и мелкие поковки из этих сталей подвергаются первичной термической обработке не позднее чем через 8 часов после окончанияковки.

§ 82. Подготовка металла дляковки и штамповки

Ранее подробно говорилось о том, как, в каком порядке хранятся исходные материалы на складе кузнечного цеха и с каким документом поступают они на склад.

Со склада заготовки завозят в цех и готовят к нагреву подковку. В зимнее время заготовки должны быть доставлены в помещениецеха задолго перед посадкой их в печь.

Слитки могут иметь на поверхности различные дефекты, которые приковке ведут к трещинам. Местные дефекты на поверхности крупных слитков удаляют вырубкой пневматическими зубилами и кислородно-огневой вырезкой. На мелких и средних слитках инструментальных и высоколегированных сталей поверхностные дефекты удаляются зачисткой абразивными кругами, строганием и точением на специальных токарных станках по шаблонам.

Подготовка обжатого и прокатанного металла кковке заключается в выявлении и удалении на заготовках пневматическими зубилами или абразивными кругами поверхностных дефектов: волосянин, закатов, плен, расслоений и др., которые могут привести к браку изготовленную из них поковку.

Заготовки диаметром и стороной до 200—300 мм отрезают от штанг газокислородной резкой или же на холодноломах, установленных на гидравлических и механических кривошипных прессах, а также рубят в горячую на прессах и молотах.

Катаный сортовой металла разрезают на мерные заготовки различными способами. Для получения точного размера заготовки по длине и с ровной поверхностью реза по торцу, разделение штанг и прутков осуществляют на механических дисковых и ножовочных пилах.

Более производительной является резка металла на пресс-ножницах. Обычно на них режут катаные заготовки средних и малых сечений в серийном и массовом производстве.

ГЛАВА XV

ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ МАШИННОЙ КОВКИ

§ 83. Основной инструмент

Комплект инструментов для машиннойковки состоит из прочно закрепляемых к молоту или прессу бойков различных видов и дополнительно к ним подкладных инструментов, с помощью которых деформируют металл ударами молота или нажатием пресса.

Дляковки на молотах и прессах применяют бойки различного типа.

Плоские бойки (рис. 142, а) являются универсальными и применяются для получения сплошных поковок прямоугольного и квадратного профиля, а также для выполнения осадки, протяжки, прошивки, гибки и других операцийковки. Плоский нижний боек служит, кроме того, опорой для различного рода приспособлений, начиная от угловых подкладок (сподков) и кончая подкладными штампами, применяемыми приковке фасонных поковок.

Размеры плоских бойков (длина, ширина и высота) определяют по массе падающих частей ковочных молотов и мощностью прессов, на которых они устанавливаются.

Размеры плоских бойков для пневматических молотов отечественного производства представлены в табл. 13.

Размеры плоских бойков для пневматических молотов отечественного производства представлены в табл. 13.

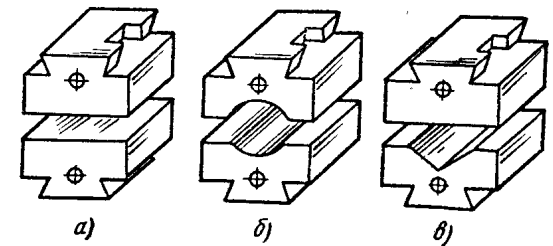


Рис. 142. Бойки:
а — плоские, б — вырезные, в — комбинированные

Размеры плоских бойков для пневматических ковочных молотов (ГОСТ 712—65)

| Номинальная масса падающих частей молота, кг | Размеры зеркала верхнего бойка, мм | | Номинальная масса падающих частей молота, кг | Размеры зеркала верхнего бойка, мм | |
|--|------------------------------------|--------|--|------------------------------------|--------|
| | длина | ширина | | длина | ширина |
| 75 | 145 | 65 | 400 | 265 | 100 |
| 150 | 200 | 85 | 560 | 300 | 110 |
| 250 | 225 | 90 | 750 | 345 | 130 |
| | | | 1000 | 390 | 150 |

Таблица 13

У ковочных паровоздушных молотов арочного типа, масса падающих частей которых больше, чем у пневматических, размеры зеркала бойков также значительно крупнее. Эти размеры приведены в табл. 14.

Таблица 14

Размеры плоских бойков для ковочных паровоздушных молотов арочного типа (ГОСТ 9752—61)

| Номинальная масса падающих частей молота, кг | Размеры зеркала бойка, мм | |
|--|---------------------------|--------|
| | длина | ширина |
| 1000 | 410 | 230 |
| 2000 | 530 | 290 |
| 3150 | 600 | 330 |
| 5000 | 710 | 400 |
| 8000 | 825 | 460 |

Высота бойков для ковочных молотов зависит от допускаемых верхнего и нижнего положения бабы молота. Размеры по длине и ширине даются для верхних бойков. Длину нижних бойков для молотов обычно делают несколько больше, чем верхних, для свободного размещения подкладных инструментов и правки длинных поковок. Ширину верхнего и нижнего бойков делают одинаковой, прилегание рабочих плоскостей при соприкосновении должно быть плотным, без зазоров. Размеры бойков для гидравлических прессов приведены в табл. 15.

Таблица 15

Размеры бойков для гидравлических прессов

| Усилие прессы, Т | Размеры зеркала бойков, мм | | Усилие прессы, Т | Размеры зеркала бойков, мм | |
|------------------|----------------------------|---------|------------------|----------------------------|---------|
| | длина | ширина | | длина | ширина |
| 500 | 500—750 | 180—200 | 5000 | 1900—2100 | 550—700 |
| 800 | 650—900 | 220—260 | 6000 | 2100—2300 | 600—750 |
| 1250 | 900—1200 | 280—330 | 8000 | 2500—2700 | 700—850 |
| 2000 | 1300—1500 | 360—420 | 10000 | 2900—3100 | 800—950 |
| 3200 | 1500—1700 | 450—520 | | | до 1200 |

Вырезные бойки с фасонными закругленными вырезами в обоих бойках (рис. 142, б) применяют в серийном производстве для получения круглых поковок типа вагонных осей, валов различных диаметров. При работе под этими бойками можно вести интенсивную протяжку заготовки, не опасаясь образования трещин в металле, так как ковка в вырезных бойках, благодаря большему охвату заготовки их поверхностями, повышает пластичность деформируемого металла. Это обстоятельство имеет большое значение при ковке высоколегированных (низкопластичных) сталей и цветных сплавов. Применение вырезных бойков обеспечивает получение

высококачественной поверхности поковок и постоянство размеров поковок по диаметру.

Комбинированные бойки (верхний плоский, а нижний вырезной, рис. 142, в) применяют для получения ковкой круглых поковок. В этих бойках обрабатывают круглые поковки со значительно большей разницей по диаметру, чем в обоих вырезных бойках.

Острые кромки бойков, т. е. углы бойков в местах пересечения рабочей и боковых поверхностей, во избежание образования нажимов, приводящих к появлению плен и трещин на поковках, обязательно скругляют. Радиус скругления зависит от ширины бойков, размеров поковок и мощности оборудования. На ряде заводов радиус скругления рабочей поверхности бойков делают равным 0,1 ширины бойка. Бойки изготовляют из сталей 50, 50Г, 5ХНТ, 5ХНС, 40ХН и подвергают термической обработке на твердость НРС 40—45.

Крепление бойков к молотам и прессам осуществляется клиньями и болтовыми соединениями. Чтобы предупредить долевые смещения бойков при ударах молота, в хвостовой клиновидной части делают углубления для закладного сухаря (или шпонки), который наполовину заходит в хвостовик бойка, а второй половиной — в соответствующую выемку в промежуточной подушке молота. При ра-

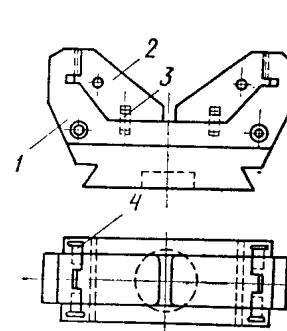


Рис. 143. Составной вырезной нижний боек с клиновым креплением: 1 — основание, 2 — вкладыш, 3 — шпилька, 4 — рым

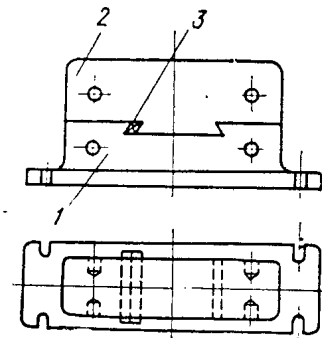


Рис. 144. Составной плоский боек с болтовым креплением: 1 — основание, 2 — надставка, 3 — клин

боте на прессах иногда пользуются составными бойками, в которых рабочая часть представляет собой быстросменные вкладыши 2 (рис. 143). Основанием 1 или подушкой составного бойка является массивная стальная отливка с хвостовиком для клинового крепления к прессу и гнездом для установки в ней сменных вкладышей. Составной боек с болтовым креплением основания 1 к прессу и с клиновым креплением плоской надставки 2 показан на рис. 144.

Топоры, как уже было сказано, служат для различных видов рубки горячего металла и применяются как при ручной, так и при машинной ковке.

Фасонные топоры (рис. 47, з) служат для вырубki угловых или полукруглых выемок в заготовке или поковке и имеют в зависимости от назначения различные размеры. Длина крупных тяжелых топоров с быстрозъемной рукояткой достигает размеров от 400 до 1250 мм. Такие топоры используют для рубки больших слитков под прессами.

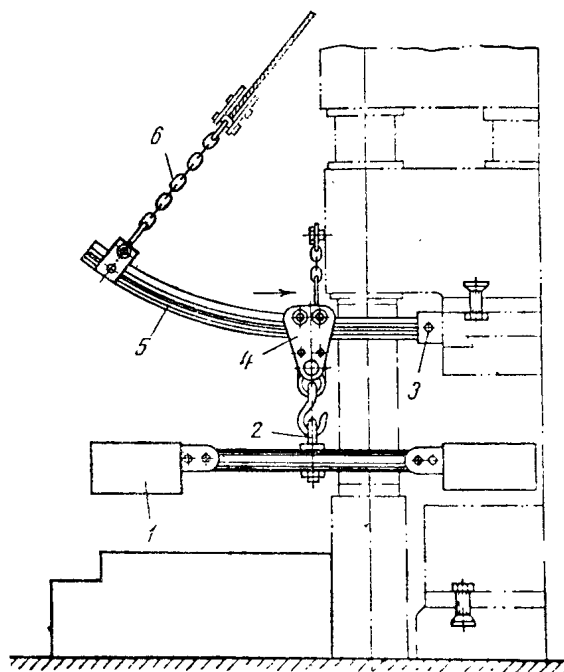


Рис. 145. Топор с противовесом:
1 — топор, 2 — рым, 3 — шкворень, 4 — тележка, 5 — моно-
рельс, 6 — цепь

При ковке крупных заготовок под прессами применяют большие подвесные топоры с противовесом, например, конструкции М. Б. Акаева (рис. 145). Топор 1 и противовес (такой же резервный топор) укреплены на общей штанге и рымом 2 подвешены к тележке 4. Для подъема, подачи топора под бойки и выноса его из-под них служит согнутый монорельс 5, по которому ходит тележка 4. Монорельс одним концом прикреплен шарнирно к державке верхнего бойка шкворнем 3, а вторым подвешен к плунжеру подъемного цилиндра цепью 6. При подъеме левого конца монорельса топор, подвешенный на тележке, плавно идет вправо к отрубамой части заготовки и опустится в требуемом месте без больших физических напряжений рабочего, нажимающего на противовес. После отрубki металла траверса пресса уходит вверх, увлекая за собой правый конец монорельса. Если опустить цепь 6, монорельс примет наклонное положение, и тележка 4 плавно вынесет топор с противовесом из-под бойков пресса.

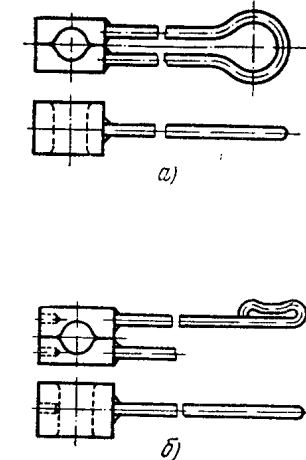


Рис. 146. Обжимки:
а — пружинная круглая, б —
разъемная круглая

Обсечки (квадрат). Для удаления заусенцев и рубки часто пользуются обсечкой. Она применяется также и для наращивания высоты топора при рубке высоких заготовок.

Изготавливают обсечки из стали 40 и 45. Рукоятка обсечки обычно кованая из основного металла или наставная из стали 10 или 20.

Обжимки применяют для получения цилиндрической, квадратной и других форм поверхности и получения более точных размеров поковки при ковке под молотами и ковочными прессами. Виды обжимки показаны на рис. 146. По конструкции обжимки бывают разъемные, т. е. каждая половинка (верхник и нижник) имеет свою рукоятку (рис. 146, б), и неразъемные, когда обе половинки насажены на одну пружинящую рукоятку (рис. 146, а), изготавливаемую из стали 20 и 25. Длина корпуса обжимки принимается от 3 до 5 диаметров (или сторон квадрата) обрабатываемой заготовки, ширина — от 2 до 3 диаметров, а высота корпуса одной половинки — от 1,5 до 2 диаметров. Обжимки изготавливаются из стали 45, 50 и У7.

Прошивни, применяемые при машинной ковке, представлены на рис. 54, а — г. Боковые отверстия в прошивнях служат для их подъема. Прошивни обычно изготавливают по заводским нормам. Прошивни средних и больших размеров (как сплошные, так и пустотелые) изготавливают из легированных сталей 5ХВС, 5ХНВ, 5ХГМ с закалкой и отпуском на твердость НВ 363—415.

Оправки, применяемые при машинной ковке, показаны на рис. 55.

Оправки для раскатки — дорн (рис. 55, а), на которых ведут работы по увеличению диаметра прошитого отверстия, представляют собой кованую штангу цилиндрической формы с одним или двумя уступами. Заготовку с прошитым отверстием сначала раздают на уступе меньшего диаметра d и потом на участке оправки большего диаметра D . Малый диаметр оправки должен быть на 25—40 мм меньше диаметра прошитого в заготовке отверстия для свободной посадки ее на первую ступень раскатки. Оправки обычно применяют для изготовления поволоков типа колец. Устанавливают оправку с посаженной на нее прошитой заготовкой на скобу, козлы или коньки при помощи цепи подвешенного к крану электрокантователя.

Оправки для протяжки прошитой заготовки (рис. 55, б) изготавливают ковкой с последующей механической обработкой конусной рабочей поверхности по 7-му классу шероховатости для облегчения течения металла в направлении протяжки и снятия поковки с оправки. Для протяжки заготовок больших размеров оправки делают со сквозным отверстием (для водяного охлаждения), диаметр которого берут равным $1/3$ наружного диаметра оправки.

Калибровочные оправки (рис. 55, в, г) бочкообразной и конической формы служат для калибровки и небольшого увеличения прошитого в заготовке отверстия. Оправки небольших размеров изготавливаются из легированных сталей 40Х, 55Х и др., а средние и крупные — из углеродистых сталей 20, 25, 30, 35, 40 и 45.

Плиты для осадки под прессами являются подкладным инструментом при выполнении осадки и прошивки. При осадке слитка его цапфа, оттянутая под патрон манипулятора, вводится в отверстие нижней плиты. Рабочие поверхности у верхних (рис. 147, а) и нижних (рис. 147, б) плит бывают плоские и сферические. Для подъема и перемещения плит предусмотрены цапфы или отверстия под транспортные штыри (стержни). Верхние и нижние плиты бывают закрепляемые и незакрепляемые — подкладные. Изготавливают плиты литьем из стали 35Л и ковкой из стали 35.

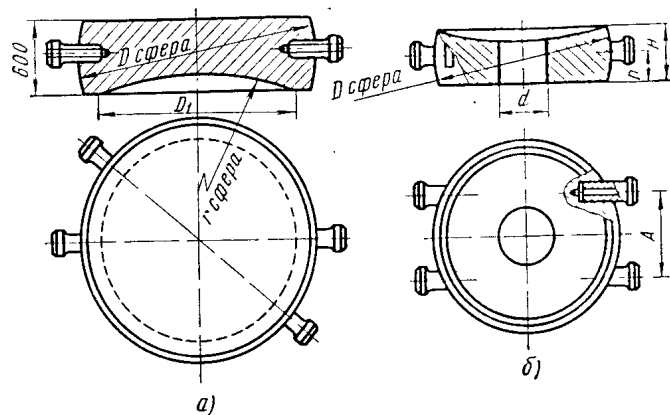


Рис. 147. Плиты для осадки и прошивки на прессах: а — верхняя сферическая незакрепляемая, б — нижняя сферическая незакрепляемая с отверстием

§ 84. Вспомогательный инструмент для машиннойковки

Клещи применяют не только при ковке вручную, но и при ковке под молотами. При ковке крупных заготовок под молотом и длительной работе для надежного зажима заготовки на рукоятки клещей насаживают кольцо (шпандырь) (рис. 56, е). При работе клещами больших размеров ручки «зашпандыряют» открытым кольцом (рис. 56, ж).

Длина захватной части клещей (по губкам) колеблется от 22 до 450 мм, а общая длина — от 300 до 1600 мм. Клещи изготавливают ковкой из стали Ст3 и сталей 15, 20, 25.

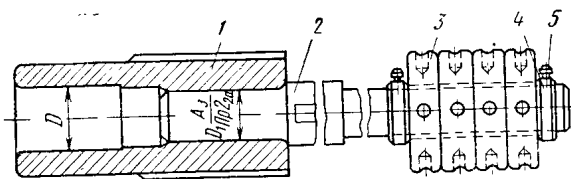


Рис. 148. Патрон для захвата и перемещения слитков при ковке: 1 — головка, 2 — штанга, 3 — противовес, 4 — установочное кольцо, 5 — болт

Патроны. При ковке под прессами без манипуляторов для захвата, перемещения и уравнивания тяжелых слитков применяется патрон, изображенный на рис. 148. Патрон состоит из головки 1, штан-

ги 2, противовесов 3 и установочных колец 4, закрепляющих противовесы на штанге с помощью стопорных болтов 5. В отверстие головки патрона заводят хвостовик (цапфу), специально оттянутый из прибыльной части слитка отросток для захвата, диаметр и длина которого зависят от массы слитка. Во время работы под прессом цепь кантователя охватывает цилиндрическую рифленую часть головки патрона и поворачивает ее вместе со слитком, уравновешенным насаженными на штангу противовесами. Размеры патронов зависят от массы слитка. Диаметр D захватного отверстия головки составляет 320, 400, 500, 630, 800 и 1000 мм. Для ориентировки при определении диаметра цапфы под патрон в зависимости от массы слитка пользуются диаграммой, приведенной на рис. 149, в которой зона рекомендуемых размеров заштрихована. Длина оттянутой цапфы у слитка берется равной 1,5 ее диаметра.

Патроны изготавливают из следующих материалов: головки литые из стали 35Л; штанги кованые из стали 30; противовесы изготавливают литыми из чугуна Сч 12—28; кольца установочные из стали 20.

Воротяжки. Воротяжки применяют для захвата и поворачивания заготовок квадратного сечения при ковке под молотами. На рис. 150 показана воротяжка, состоящая из двух половинок хомута 2, по концам которых отогнуты рукоятки. С помощью болтов 4 половинки хомута зажимают заготовку 1. Два длинных уголка вместе со шпандырем 3 служат ручкой для удержания и кантования подвешенной на цепи 5 заготовки. Размеры заготовок, обрабатываемых с помощью данного устройства, зависят от длины затяжных болтов.

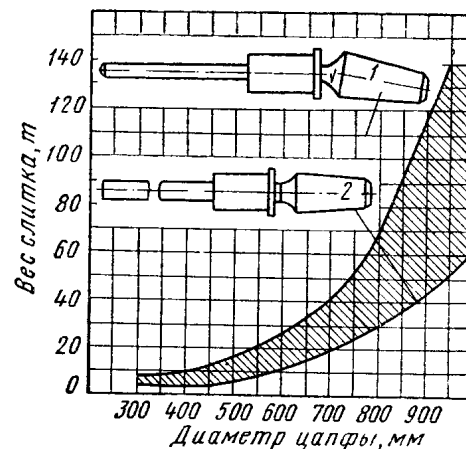


Рис. 149. Диаграмма для определения диаметра цапфы под патрон: 1 — диаметр цапфы выбран неправильно (цапфа прогнулась), 2 — диаметр цапфы выбран правильно

Вилка. Для посадки в печь и выдачи нагретых заготовок к молотам и прессам в тех цехах, где отсутствуют посадочные или загрузочные машины, применяют подвешиваемые к подъемному крану загрузочные вилки на длинных штангах. Работа на этих установках тяжела и опасна. Взамен их в кузнечных цехах широко внедряются различные конструкции усовершенствованных вилок, значительно облегчающих труд.

Вилка-клещи конструкции УЗТМ (рис. 151) состоит из штанги 5, заканчивающейся рабочей развилкой, над которой шарнирно закреплен захват 1. При подъеме натяжением цепи захват прижимает заготовку к вилке. Противовес 6 на другом конце

штанги и регулировочные звенья цепи 7 надежно уравнивают все приспособление вместе с транспортируемым металлом. Благодаря этому устройству, посадка слитков массой 1,5—3 т в камеру нагревательной печи и выдача нагретой заготовки из печи на боек молота или пресса значительно облегчается, кроме того, обеспечивается безопасность работы.

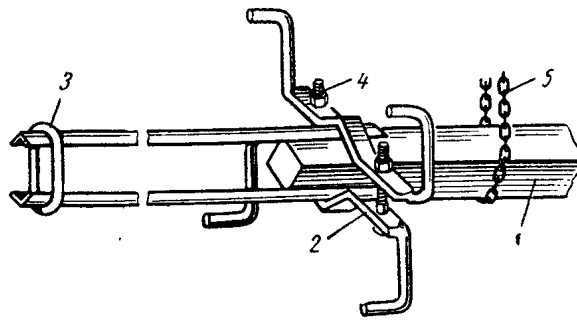


Рис. 150. Воротьяжка:
1 — заготовка, 2 — хомут, 3 — шпандырь, 4 — болт, 5 — цепь

равного по массе транспортируемому слитку 12. Рычаг 9 шарнирно прикреплен к штанге и рымом 10 подвешивается к крюку подъемного крана. Горизонтальное положение вилки в рабочем и нерабочем состоянии устройства достигается соединением одного из звеньев цепи 8 с соответствующим крюком гребенки 5, приваренной к корзине 3, отчего положение рычага 9 изменяется (см. поз. 7). Высокая маневренность подвешенной к крану вилки позволяет од-

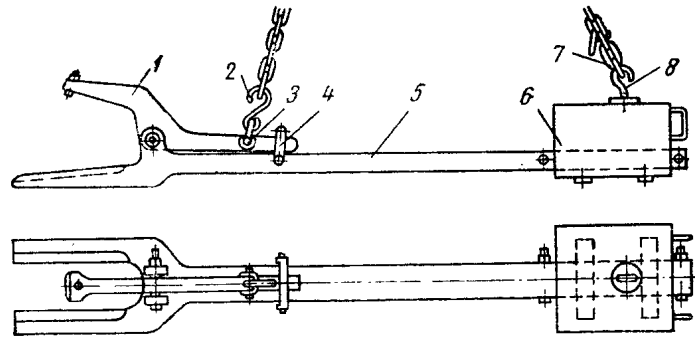


Рис. 151. Вилка-клещи конструкции УЗТМ:
1 — захват, 2 — крюк захвата, 3 — серьга, 4 — скоба откидная, 5 — штанга, 6 — противовес, 7 — регулировочные звенья цепи, 8 — крюк противовеса

ному рабочему захватить, поднять и уложить на под печи холодную заготовку или слиток, а также и выдать нагретую заготовку на боек молота или пресса.

Кантователь. Кантование или поворачивание заготовки во-

круг ее продольной оси во время протяжки иковки является одной из трудоемких вспомогательных кузнечных операций. Для осуществления этой работы применяются устройства, которые называются кантователями. Кантователи бывают ручные и механические. Разновидностью ручного кантователя, применяемого при обработке заготовки квадратного сечения, является рассмотренная выше воротьяжка, изображенная на рис. 150.

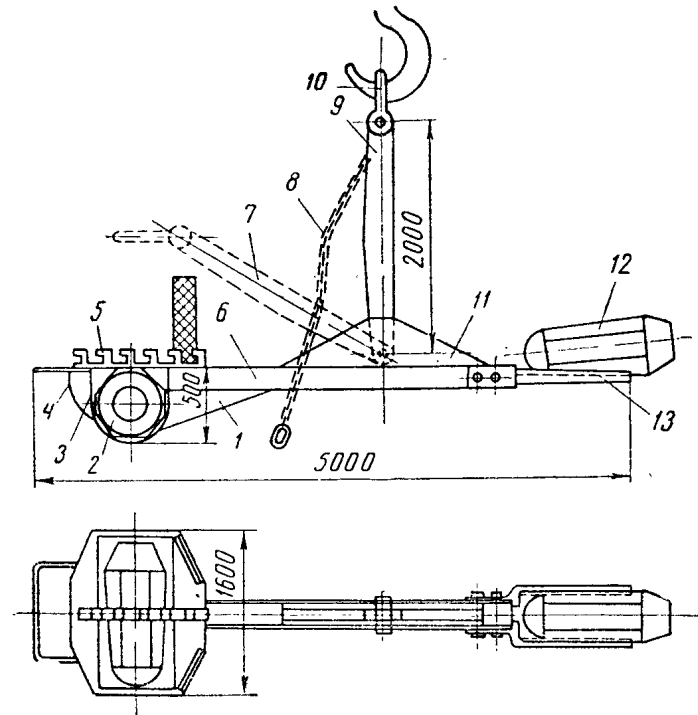


Рис. 152. Вилка конструкции А. Н. Силичева:
1, 4, 11 — ребра жесткости, 2 — контргруз, 3 — корзина, 5 — гребенка, 6 — штанга, 7, 9 — рычаги, 8 — цепь, 10 — рым, 12 — транспортируемый слиток, 13 — рабочая вилка

При ковке под молотами заготовок круглого сечения обычно применяется простое устройство, подвешиваемое на крюк крана, которое называют буферной подвеской в виде цепного блока (рис. 153). Кантователь этого типа хорошо амортизирован буферной пружиной 1. Это предохраняет подъемное и ковочное оборудование от жестких ударов и поломок. На блок 2 надета бесконечная цепь 3, к которой подвешивают патрон со слитком или непосредственно крупную протягиваемую заготовку, кантуемую вручную.

Разработанный и внедренный на Ленинградском заводе им. С. М. Кирова механический рычажный кантователь к ковочному паровоздушному молоту показан на рис. 154. Этот кантователь

отличается от других конструкций полным отсутствием постоянной связи его с кантуемой заготовкой, чем исключаются ударные нагрузки на поворачивающий механизм. Это достигается тем, что заготовка или слиток лежит на нижнем бойке, а кантующий рычаг 5 приходит в соприкосновение со слитком только в момент поворота заготовки, поднимая ее с лицевой поверхности нижнего вырезного бойка под воздействием подъемника 3 при ходе бабы вверх.

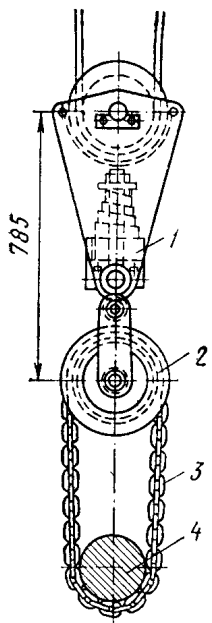


Рис. 153. Устройство для ручного кантования с буферной подвеской:

1 — буферная пружина, 2 — блок, 3 — цепь, 4 — патрон со слитком

Электромеханический кантователь к ковочному прессу представляет собой устройство с электродвигателем, подвешиваемое к крюку кузнечного крана (рис. 155). Бесконечная пластинчатая цепь 5 охватывает цилиндрическую рифленую часть головки патрона, и с помощью электромотора 1 через редуктор 2, зубчатое колесо 4 и узел звездочки 6, смонтированные на раме 3, осуществляют требуемые повороты патрона вместе со слитком. Управляют электромеханическим кантователем из кабины кузнечного крана.

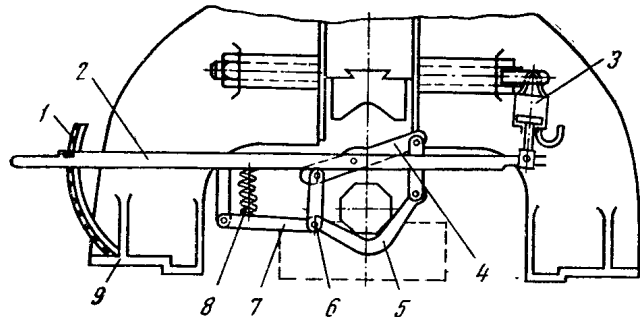


Рис. 154. Механический рычажный кантователь к ковочному молоту:

1 — сектор для регулировки высоты, 2 — переносный рычаг, 3 — воздушный подъемник, 4 — коромысло, 5 — кантующий рычаг, 6 — тяги, 7 — балансир кантующего рычага, 8 — пружина, 9 — станина молота

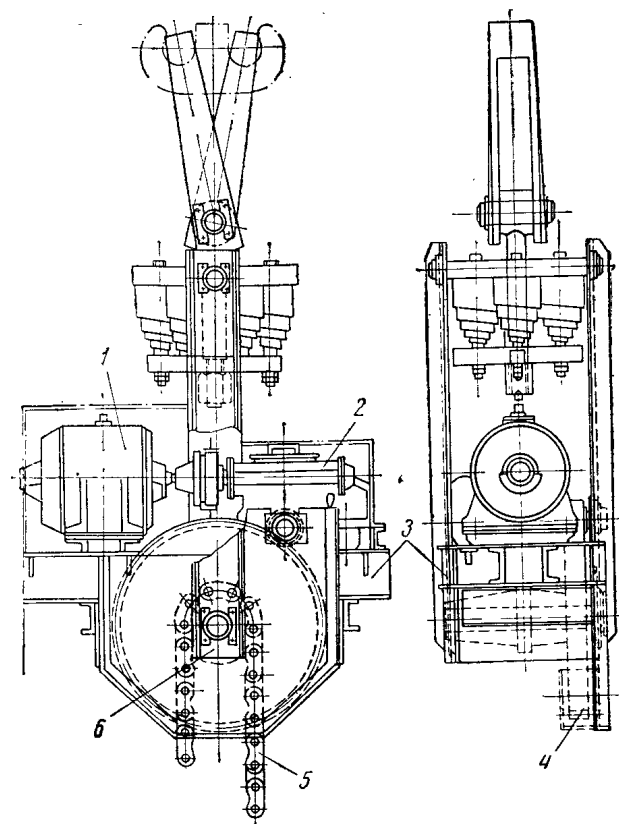


Рис. 155. Электрический подвесной кантователь: 1 — электромотор, 2 — редуктор, 3 — рама, 4 — зубчатое колесо, 5 — цепь, 6 — узел звездочки

§ 85. Контрольно-измерительный инструмент, применяемый при машинной ковке

При машинной ковке, как и при ручной, для контроля размеров исходных заготовок и готовых поковок, а также на отдельных операциях применяют универсальный и специальный измерительный инструмент.

Кроме перечисленного выше в разделе ручнойковки, при машинной ковке применяют следующие инструменты.

Линейки являются инструментом непосредственного контроля, как и кронциркули, шаблоны, скобы и т. д. Длинными стальными линейками, деления которых нанесены через 5 мм, пользуются при изготовлении крупных поковок. Цена деления кузнечных лине-

ек на 1—1,5% больше обычных (на величину усадки металла при охлаждении). Такая линейка называется мерой и укрепляется для удобства пользования ею в горизонтальном положении в стороне от молота или прессы. По мере устанавливаются требуемые чертежом и технологией раскрытие ножек кронциркулей для контрольных замеров на горячей поковке.

Промеры крупных поковок по длине более двух метров осуществляют линейками, изготовленными из хорошо выправленного (отрихтованного) углового профиля 20×20 мм. На линейке с помощью меры наносят метки или риски размеров, указанных в чертеже поковки. Эти линейки, обладающие достаточной жесткостью, прикладывают к горячей поковке.

Для контроля размеров цилиндрических поковок, которые получают в комбинированных бойках, применяют подставные кольца. Изготовленные из полосового или круглого пруткового материала кольца устанавливают на нижний вырезной боек, и опустив верхний боек до соприкосновения с кольцом, наносят на линейке прессы, закрепленной вертикально, меловую риску.

Для измерения углов разворота отдельных участков горячей заготовки в процессековки, например, коленчатых валов применяют кузнечный угломер (эклиметр) конструкции Новокузнецкого машиностроительного завода. Этот прибор позволяет, не приближаясь к горячей поковке, с достаточной точностью проследить за выполнением поворота шейки вала на требуемый угол (рис. 156).

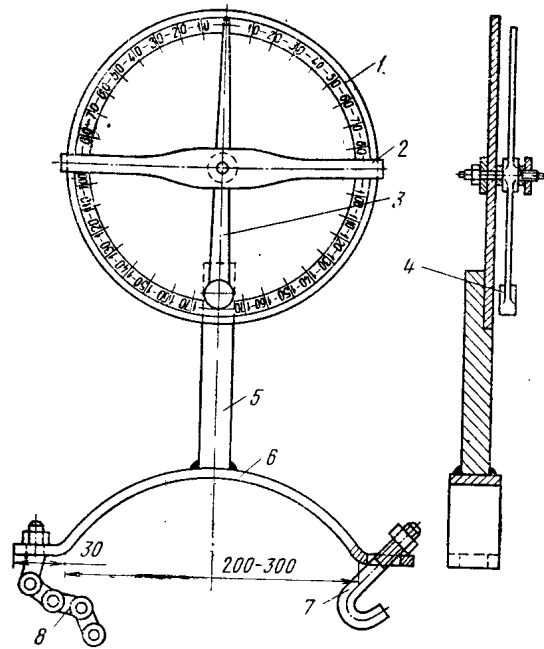


Рис. 156. Кузнечный угломер:
1 — диск, 2 — поперечник, 3 — стрелка, 4 — груз, 5 — стойка, 6 — дуга, 7 — натяжное устройство, 8 — цепь

вертикальный заходит в свой паз только под некоторым усилием. Настройку выполняют следующим образом. Два боковых стержня устанавливают на требуемый радиус и закрепляют стопором; вертикальный стержень выдвигают

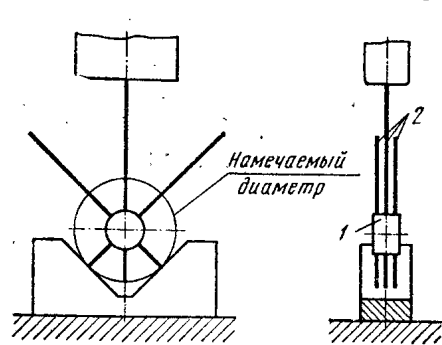


Рис. 157. Схема кругомера:
1 — коробка, 2 — подвижные стержни

Работники Уральского машиностроительного завода сконструировали и внедрили в производство специальный инструмент — кругомер, который значительно удобнее и надежнее, чем подставные кольца, при обработке заготовок круглого сечения. На рис. 157 изображена схема кругомера, состоящего из круглой коробки 1, в пазы которой, расположенные под углом 120° , входят три подвижных стержня 2. На них нанесены деления, указывающие размер радиуса, на величину которого выходит стержень из коробки. Два наклонных стержня закрепляют в коробке стопорными винтами, а

вертикальный стержень выдвигают вверх на произвольное расстояние от центра коробки. В таком положении кругомер устанавливают на нижнем вырезном бойке двумя закрепленными стержнями так, чтобы вертикальный подвижной стержень был расположен перпендикулярно плоскости верхнего бойка. Затем производят нажатие, т. е. опускают вертикальный стержень на какую-то величину. Это положение отмечают на линейке прессы, а кругомер из-

под прессы извлекают и определяют, на какую глубину опустился вертикальный стержень.

Если, к примеру, боковые стержни были установлены на радиус 250, а вертикальный стержень при пробном нажиме дошел до 300, то для того, чтобы обеспечить обработку заготовки диаметром 500 мм, необходимо отметку на линейке прессы опустить еще на 50 мм.

Угломер (эклиметр) показан на рис. 156. Он состоит из диска 1, разделенного на две равные части вертикальной чертой. Правая часть градуирована от 0 до 180° по ходу часовой стрелки, а левая — от 0 до 180° против хода часовой стрелки. Под углом 90° к вертикальной черте диска через его центр проходит прикрепленная к нему поперечина 2, на которой свободно вращается стрелка 3, утяжеленная грузом 4. Стойка 5 и дуга 6 сварены и представляют собой основание прибора, закрепление которого к поковке осуществляется пластинчатой цепью 8 и натяжным устройством 7.

Перед разворотом колена прибор прикрепляют к холодной шейке вала и устанавливают так, чтобы стрелка совпала с нулевым делением диска. Колено вала вблизи нагретой шейки зажимают между бойками прессы и вал с помощью специальной вилки и крана поворачивают, а вместе с ним поворачивается и диск угломера со шкалой. Стрелка под воздействием груза всегда находится в вертикальном положении и поэтому показывает на шкале угол поворота шейки вала. При достижении заданного угла закручивания поворот прекращают.

При косвенном контроле размеров поковки сама поковка не измеряется, так как о размерах ее судят по расстоянию между верхними и нижними бойками гидравлического прессы. Так, для измерения вертикальных размеров крупных поковок на прессах линейку закрепляют у колонны, а на подвижной траверсе устанавливают стрелку, указывающую расстояние между бойками или высоту поковки на любом этапековки. Требуемые по технологическим переходам или заданные размеры по вертикали размечают на линейке заранее для каждой поковки с учетом осадки стола прессы при рабочем движении.

В условиях современного кузнечно-прессового производства большое значение придается бесконтактным методам контроля, так как в процессе измерения инструмент не соприкасается с поковкой и замеры выполняют, не прерывая процессаковки.

Бесконтактные радиоактивные методы измерения поковок, предложенные кафедрой «Оборудование и технологияковки и штамповки» Московского станкоинструментального института и внедренные при активном участии кузнецов прессы завода им. В. И. Ленина, успешно эксплуатируются. Автоматический измеритель с радиоактивным датчиком замеряет высоты и диаметры поковок непосредственно в процессековки на прессах с гидравлическим приводом. Как только достигается заданный по высоте размер поковки, автоматический измеритель подает электрический им-

пульс, который используется регулирующей аппаратурой для автоматизации управления прессом по заранее заданному режиму ковки.

ГЛАВА XVI

КОВОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ЕГО ВЫБОР И ПРАВИЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ

§ 86. Ковочные молоты и прессы

Ковка на молотах и прессах дает возможность изготавливать поковки, масса и размеры которых требуют применения усилий, намного превышающих усилия ручных ударов кувалдами. Деформирование нагретого металла при машинной ковке осуществляют ударами молота или давлением ковочного пресса. При ковке на молотах и прессах выполняют все основные и отделочные кузнечные операции, рассмотренные при описании ручнойковки.

Основное оборудование кузнечных цехов состоит из ковочных молотов и ковочных прессов.

Ковочные молоты разделяют на паровоздушные и механические. Паровоздушные молоты работают под действием пара или сжатого воздуха, которые подают к ним из котельной или компрессорной станции по паропроводу или воздухопроводу. Механические ковочные молоты, в свою очередь, подразделяются на пневматические, рессорные, фрикционные и рычажные. Каждый из этих видов молотов приводится в движение, как правило, индивидуальным электродвигателем.

Ковочные паровоздушные молоты по способу использования в них энергоносителя бывает простого и двойного действия.

У молотов простого действия пар или сжатый воздух служит только для подъема падающих частей на определенную высоту для того, чтобы осуществить удар за счет кинетической энергии их падающих частей.

У молотов двойного действия энергоноситель служит не только для подъема падающих частей, но и для увеличения скорости их движения. В результате этого эффективная сила удара молота возрастает.

Ковочные паровоздушные молоты выпускаются отечественной промышленностью с номинальной массой падающих частей от 1 до 7,25 т, ковочные пневматические молоты — от 50 до 1000 кг включительно. В номинальную массу падающих частей молота входит масса бабы, штока, поршня и верхнего бойка.

Ковочные прессы разделяются на механические, гидравлические и паро- или воздушно-гидравлические.

Механические ковочные прессы, работающие по схеме кривошипных и кривошипно-коленных, приводятся в действие индивидуальными электродвигателями.

Ковочные молоты и прессы выбирают в соответствии с разработанными формулами, диаграммами и таблицами, составленными на основании опытных данных.

Ковочные пневматические молоты применяют для изготовления поковок небольшой массы из заготовок сортового проката.

Ориентировочные данные для выбора пневматических молотов в зависимости от формы, размеров и массы поковок приведены в табл. 16.

Таблица 16

Данные для выбора пневматических молотов в зависимости от формы, размеров и массы поковок

| Масса падающих частей, т | Масса поковок, кг | | | Наибольшее сечение заготовки (диаметр или сторона квадрата), мм |
|--------------------------|-------------------|------------|--------------|---|
| | средняя | наибольшая | наибольшая | |
| | фасонная поковка | | гладкие валы | |
| 0,075 | 0,3 | 1,2 | 7,5 | 45 |
| 0,150 | 1,5 | 4 | 15 | 60 |
| 0,250 | 2,5 | 8 | 35 | 75 |
| 0,400 | 6 | 18 | 60 | 100 |
| 0,560 | 9 | 28 | 110 | 120 |
| 0,750 | 12 | 40 | 140 | 135 |
| 1,000 | 20 | 70 | 250 | 160 |

Ковочные паровоздушные молоты используются для изготовления поковок большой и средней массы из заготовок прокатанного профиля и слитков. В табл. 17 приведены данные, определяющие необходимую величину массы падающих частей ковочного молота для исполнения фасонных поковок массой от 20 до 700 кг.

Таблица 17

Данные для выбора паровоздушных молотов в зависимости от формы, размеров и массы поковок

| Масса падающих частей, т | Масса поковок, кг | | | Наибольшее сечение заготовки (диаметр или сторона квадрата), мм |
|--------------------------|-------------------|------------|--------------|---|
| | средняя | наибольшая | наибольшая | |
| | фасонная поковка | | гладкие валы | |
| 1 | 20 | 70 | 250 | 160 |
| 1,5 | 40 | 120 | 350 | 190 |
| 2 | 60 | 180 | 500 | 225 |
| 3 | 100 | 320 | 750 | 275 |
| 4 | 140 | 500 | 1100 | 310 |
| 5 | 200 | 700 | 1500 | 350 |

Гидравлические ковочные прессы предназначены для изготовления крупных поковок из слитков, размеры и масса которых превышают возможность применения самого крупного пятитонного молота. Для определения требуемого усилия ковочного гидравлического прессы пользуются ориентировочными данными табл. 18.

Таблица 18

Данные для выбора ковочных гидравлических прессов в зависимости от массы и диаметра слитка

| Усилие прессы, Т | Масса слитков, кг | | Диаметр слитка, мм | |
|------------------|-------------------|------------|--------------------|------------|
| | средняя | наибольшая | наименьший | наибольший |
| 600 | 1000 | 3000 | 200 | 550 |
| 800 | 2000 | 5500 | 300 | 800 |
| 1000 | 3500 | 8000 | 400 | 900 |
| 1200 | 5000 | 11000 | 500 | 1000 |
| 1500 | 8000 | 17000 | 600 | 1150 |
| 2000 | 14000 | 28000 | 700 | 1300 |
| 3000 | 30000 | 55000 | 1000 | 1600 |
| 5000 | 80000 | 120000 | 1400 | 2100 |
| 6000 | 80000 | 120000 | 1600 | 2300 |
| 10000 | 160000 | 250000 | 2100 | 2800 |

§ 87. Пневматические молоты

Пневматический молот работает на сжатом воздухе, поступающем от компрессора, встроенного в станину молота.

Пневматические молоты характеризуются массой падающих частей и предназначаются дляковки заготовок небольших деталей. Молоты этого типа изготавливаются с основными параметрами по ГОСТ 712—65.

Пневматический ковочный молот одностоечного типа (рис. 158) имеет индивидуальный электродвигатель, который приводит в движение поршень компрессора.

Падающие части молота приводятся в движение сжатым воздухом. Баба молота может работать в разных режимах: удерживаться на весу, давать легкие и сильные удары и прижимать поковку к нижнему бойку. Пневматические молоты являются машинами двойного действия: в них удар осуществляется не только под действием массы свободно падающих частей, но и от действия сжатого воздуха, подаваемого в надпоршневую зону цилиндра.

Молот имеет литую чугунную станину 4, в теле которой находятся два цилиндра: цилиндр 3 компрессора и рабочий цилиндр 1. Оба цилиндра соединены между собой верхним и нижним каналами 16. Поршень рабочего цилиндра составляет одно целое с бабой 14 молота. Направление движения бабы молота осуществляется в массивной буксе 15, являющейся нижней крышкой рабочего цилиндра. Верхний боек 13 крепится в нижней части бабы. Поршень

2 компрессорного цилиндра связан с кривошипно-шатунным механизмом 5, и получает движение от электродвигателя 6, установленного на литом кронштейне 7. Шабот 8 молота устанавливается на фундаменте 9 с прокладкой из деревянных брусьев 10. Нижний боек 12 через промежуточную подушку 11 закрепляется клиньюми в пазу шабота.

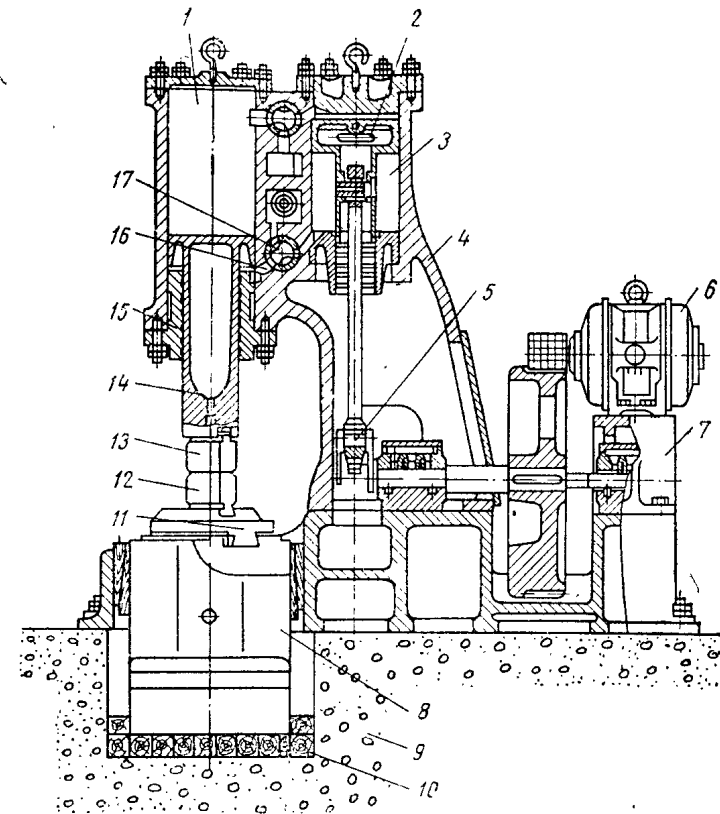


Рис. 158. Устройство пневматического ковочного молота

Поршень компрессора при движении вверх и вниз сжимает воздух попеременно то в верхней, то в нижней полостях цилиндра компрессора. Если соединить попарно верхний и нижний полости обоих цилиндров, то при вращении кривошипного вала над поршнем бабы и под ним создаются давления, которые заставляют перемещаться боек молота вверх и вниз и совершать удары по нагретой заготовке. Для управления заполнением и степенью сжатия воздуха в верхней и нижней полостях рабочего цилиндра в каналах, соединяющих оба цилиндра, установлены распределительные краны 17.

Краны могут вращаться во втулках, имеющих окна соответственно каналам между цилиндрами. Воздух через краны может проходить в радиальном и осевом направлениях. Воздухораспреде-

ние устроено так, что в зависимости от положения кранов можно осуществлять серию легких или средних ударов, фиксирование бабы на весу, прижим заготовки верхним бойком, холостой ход. При холостом ходе баба молота опускается до соприкосновения бойков и находится в крайнем нижнем положении неподвижно, несмотря на работу поршня компрессора.

На рис. 159 показана схема работы воздухораспределительного устройства пневматического молота.

При положении верхнего и нижнего кранов, изображенном на рис. 159, а, каналы 1 и 4 от компрессора и каналы 2 и 5 от рабочего цилиндра открыты, а каналы 3 и 6, соединяющие краны с наружной атмосферой, закрыты. Это положение кранов соответствует режиму работы молота с движением бабы вверх и вниз, так как сжатый воздух поступает из компрессора в рабочий цилиндр и обратно. Если необходимо удержать бабу в поднятом положении (на весу), открывают канал 3 верхнего крана (рис. 159, б), и воздух из рабочего цилиндра и цилиндра компрессора уст-

раивается в атмосферу. Одновременно перекрываются канал 6 нижнего крана и канал 4, идущий от компрессора. Канал 4 перекрывается обратным клапаном 7, который может открываться только внутрь крана.

При движении поршня компрессора вниз воздух под ним сжимается, открывает клапан 7 и проходит по каналу 5 под поршень бабы. При движении поршня компрессора вверх под ним создается разрежение, и клапан 7 плотно закрывает канал 4. В результате сжатый воздух поступает только под поршень бабы и надежно держит бабу на весу в крайнем верхнем положении до тех пор, пока машинист не изменит положение кранов.

Прижим заготовки к нижнему бойку осуществляется при установке кранов в положение, показанное на рис. 159, в. При этом канал 3 закрыт, а канал 1 закрывается обратным клапаном 8, который открывается только внутрь. При движении поршня компрессора вниз, воздух под поршнем сжимается, открывает клапан 8 и по каналу 2 поступает в рабочий цилиндр. При ходе поршня шток-бабы вниз сжатый воздух рабочего цилиндра закроет клапан 8, и с каждым ходом поршня компрессора вверх и вниз сжатый воздух будет поступать только в пространство над поршнем шток-бабы и с большим усилием прижимать заготовку к нижнему бойку.

В пневматических молотах, с массой падающих частей до 150 кг включительно, управление воздухораспределительными кранами осуществляют от рукоятки или от ножной педали. При управлении педалью на молоте может работать один кузнец без машиниста. Пневматические ковочные молоты с массой падающих частей более 150 кг имеют только ручное управление.

При небольшом повороте рукоятки управления баба молота поднимается в верхнее положение и остается неподвижной. По мере увеличения поворота рукоятки баба начинает двигаться вверх и вниз, нанося по заготовке легкие удары; при дальнейшем увеличении поворота удары усиливаются; при повороте рычага до упора будет получен удар максимальной силы. При опускании рычага с помощью возвратной пружины в исходное положение краны устанавливаются в первоначальное положение, а баба, остановившись вверху, медленно опустится на нижний боек.

§ 88. Паровоздушные молоты

Паровоздушный молот двойного действия является самым распространенным ковочным оборудованием. Паровоздушный ковочный молот приводится в действие паром (или сжатым воздухом), которые подаются из централизованной котельной или компрессорной станции для всех молотов в цехе.

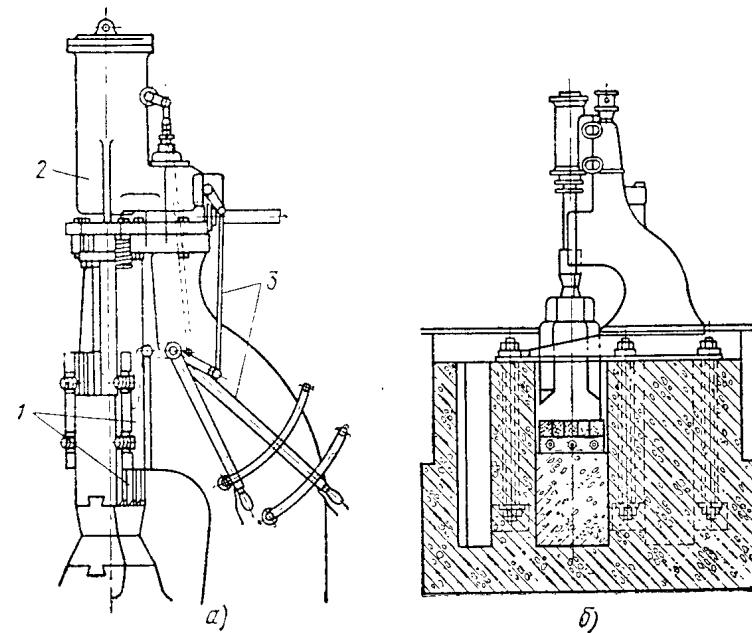


Рис. 160. Одностоечный паровоздушный молот:

а — баба с направляющими и система управления, б — фундамент с установленным на нем молотом; 1 — направляющие, 2 — цилиндр, 3 — рычаги управления

Пар (или сжатый воздух), распределяемый золотниковым устройством, поступает попеременно в рабочий цилиндр то сверху, то снизу поршня. Паровоздушные молоты имеют станину и размещенные на ее верхней части рабочий цилиндр с поршнем и штоком; последний соединен с бабой, к которой прикреплен верхний боек. Поршень, шток, баба и верхний боек называются падающими частями молота. Нижний боек с промежуточной подушкой устанавливается на шаботе, большая масса которого позволяет лучше использовать энергию удара падающих частей.

По конструкции станин паровоздушные молоты разделяются на одностоечные и двустоечные.

Одностоечные паровоздушные молоты применяются для изготовления средних по массе поковок, но с большими наружными размерами.

Хорошо зарекомендовали себя в эксплуатации одностоечные паровоздушные молоты с направляющими (рис. 160), хотя работать под ними при ковке крупногабаритных деталей несколько неудобно.

Двустоечные паровоздушные молоты бывают арочные и мостовые.

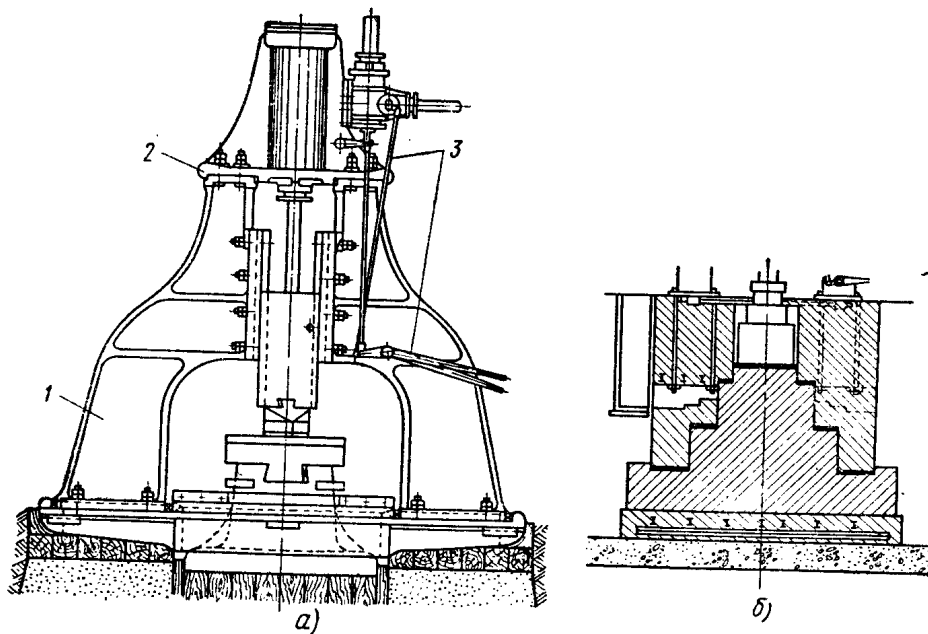


Рис. 161. Паровоздушный молот арочного типа:

а — общий вид, б — фундамент; 1 — стойка станины, 2 — траверса с цилиндром, 3 — рычаги управления

Молот арочного типа (рис. 161) является наиболее часто встречающимся из молотов среднего тоннажа. Станина его в виде арки состоит из двух литых стоек, в верхней части скрепляемых между собой анкерной плитой, на которой установлен ци-

линдр с парораспределителем. Внизу станина молота опирается обеими стойками на литую фундаментную плиту и болтами крепится к фундаменту.

Изготавливают арочные молоты с массой падающих частей 1 и 5 т.

Молот мостового типа показан на рис. 162. Станина двустоечного молота мостового типа состоит из двух клепаных или сварных стоек и установленной на них клепаной или сварной поперечной балки коробчатого сечения, усиленной ребрами жесткости в разных плоскостях.

Рабочий цилиндр и парораспределительное устройство, соединенные между собой подцилиндровой плитой, отлитой заодно с ними, монтируются на балке (рис. 162, а).

Направляющие планки для движения бабы устанавливают и крепят к средней и нижней части поперечной балки.

Стойки станины скрепляются между собой стяжками и крепятся к фундаменту анкерными болтами (рис. 162, б).

Преимущество молотов этого типа перед арочными заключается в том, что ковать под ними можно крупные по размерам и массе поковки, так как у них значительно большее, чем у арочных молотов, расстояние между стойками, благодаря чему улучшается доступ к нижнему бойку, облегчается работа манипулирования при ковке и обеспечивается полная и равномерная загрузка каждого члена бригады. Мостовые паровоздушные молоты изготавливают массой падающих частей 3 и 5 т.

Основными деталями паровоздушных молотов, кроме станины, являются шаботы, штоки, поршни, бабы, направляющие, цилиндры и фундаменты.

Шабот молота служит опорой для нижнего бойка и представляет собой массивную отливку из стали или чугуна, которая должна воспринять на себя ударное действие падающих частей молота при пластической деформации металла между верхним и нижним бойками. Нижний боек устанавливают на промежуточную подушку и вместе с ней закрепляют на «ласточкин хвост» клиньями к шаботу. Стандартом принято, что для ковочных паровоздушных молотов масса шабота должна быть больше массы падающих частей в пятнадцать раз. Шаботы для малых и средних молотов отливают цельными, а для больших молотов — цельными или составными.

Шток является вследствие больших ударных нагрузок наиболее часто разрушающейся деталью паровоздушных молотов. Штоки, как правило, куют из хромоникелевых или хромоникельмолибденовых сталей. Поковку подвергают отжигу, затем после предварительной механической обработки — закалке и отпуску. Верхняя часть штока соединяется с поршнем методом горячей посадки с последующей чеканкой. На рис. 163 показана схема соединения штока со съемным поршнем 1, который насаживают в горячем состоянии на конусную часть штока 2 с расчеканкой его торца 3.

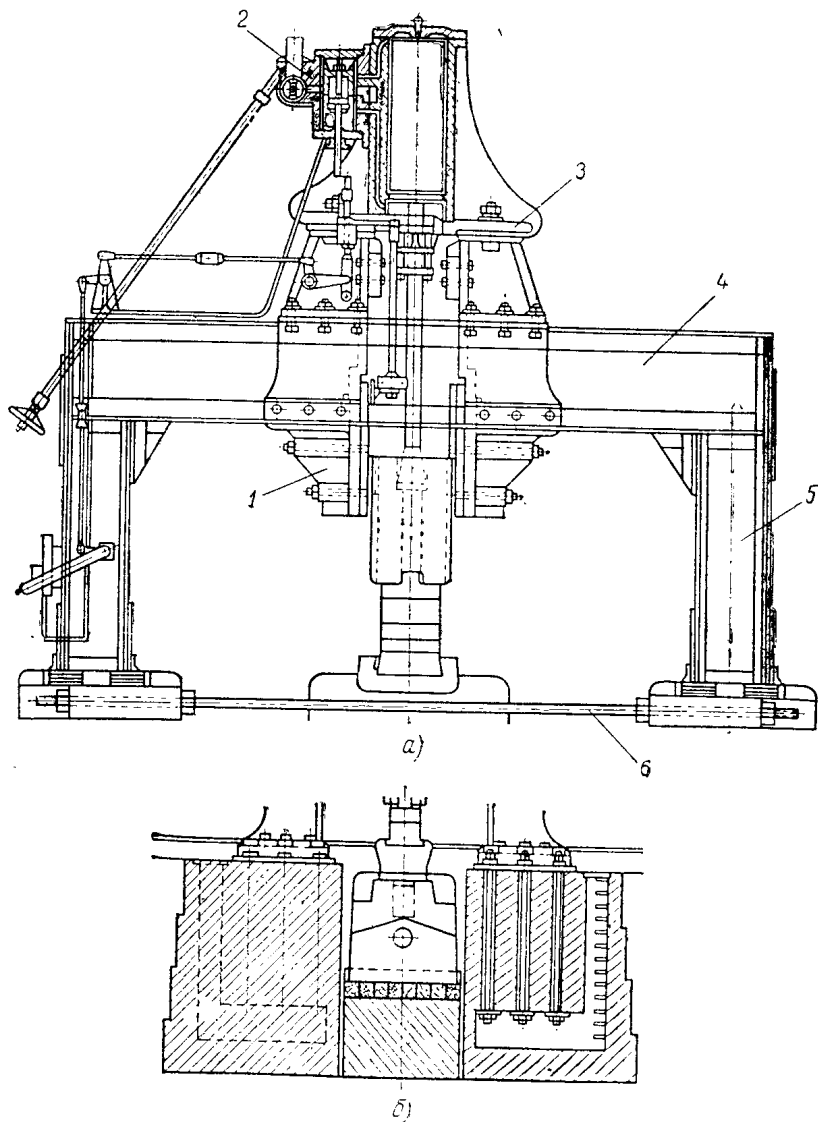


Рис. 162. Двустоечный паровоздушный молот мостового типа:
a — общий вид, *b* — фундамент; 1 — направляющие, 2 — золотниковая коробка, 3 — траверса с цилиндром, 4 — клепаная балка, 5 — стойка, 6 — стяжка

Нижняя часть штока соединяется с бабой молота различными способами, наиболее простым из которых является жесткое конусное крепление, показанное на рис. 163, *б*. Нижний конусный конец штока заводят в конусное отверстие бабы, которую предварительно равномерно нагревают до температуры 400—450° С, и резким ударом по верхнему торцу штока соединяют их.

На рис. 164 показана схема соединения штока 2 с бабой 3 молота способом разборного крепления, состоящего из кольца 1, клиньев 5, закрепляемых двумя чеками 4. Благодаря такому креплению при косом нецентричном уда-

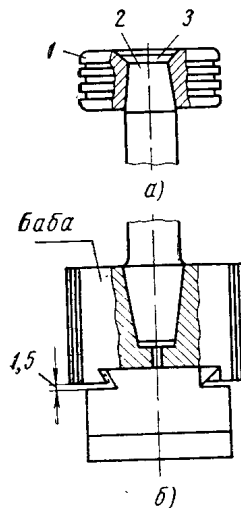


Рис. 163. Соединения штока:
a — со съемным поршнем с расчеканкой, *б* — с бабой жесткое; 1 — поршень, 2 — шток, 3 — торец штока

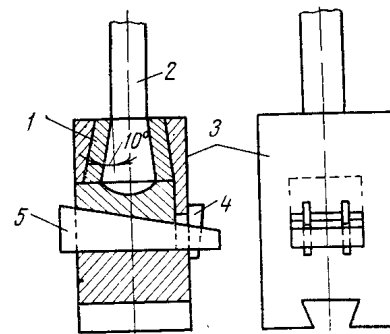


Рис. 164. Разборное соединение штока с бабой:
 1 — кольцо, 2 — шток, 3 — баба, 4 — чека, 5 — клин

ре баба молота может несколько менять свое положение относительно оси штока, не разрушая его.

Основными причинами поломки штока являются: конструктивные недостатки ковочного молота, допускающие разладку и относительные смещения осей цилиндра, штока, бабы и направляющих; недостаточно высокие механические свойства материала, из которого изготовлен шток; косые удары при увеличенных зазорах между бабой и направляющими; жесткие удары; плохое крепление штока к бабе; недостаточный нагрев штока перед работой молота, особенно в осеннее и зимнее время.

Перед началом работы нижняя часть штока (в его комлевой части) должна быть прогрета до температуры 200—250° С, что осуществляется обычно укладкой вокруг него горячих заготовок.

Поршень представляет собой деталь молота, движущуюся в рабочем цилиндре и связанную через шток с бабой молота. Стойкость поршня значительно выше, чем штока, и допускает до пяти и более посадок его на сменные штоки при их поломках. Изготавливаются поршни ковкой из углеродистой конструкционной стали 45 или 50 с последующей нормализацией. Плотное прилегание порш-

ня к стенкам цилиндра осуществляется поршневыми пружинящими кольцами, устанавливаемыми в специально проточенных для них канавках. Поршневые кольца служат как для уплотнения, так и для уменьшения износа стенок цилиндра и поршня, поэтому изготавливаются они из более мягкого материала, чем поршень и цилиндр. Поршневые кольца являются быстроизнашивающимися частями поршня и часто заменяются. Кольца изготавливают из конструкционной стали 35 и 40. Изготовление их из чугуна недопустимо, так как чугун не стоек против ударных нагрузок.

Баба является основной массой падающих частей ковочного молота, к нижней части которой, на «ласточкин хвост», клиньями прикрепляется верхний боек (см. рис. 163, б).

На молотах небольших размеров ставят кованные бабы, а на крупных молотах — литые. Кованные и литые бабы изготавливают из легированных или углеродистых сталей 40, 45, 35X и др. с содержанием углерода не более 0,5%. В кованой и литой бабе механической обработке подвергают: в верхней части — конусное отверстие для посадки штока, в нижней части — опорную поверхность и полость для крепления верхнего бойка. По боковым поверхностям бабы строгают направляющие выемки, которые вместе с направляющими планками, прикрепляемыми к станине, обеспечивают направленность движения бабы с верхним бойком.

Направляющие планки, по которым перемещается баба, прикрепляют к внутренним сторонам стоек станины специальными стяжными болтами. Конструкция крепления предусматривает регулировку зазора между направляющими и бабой молота.

При разладке зазоров баба начинает двигаться с перекосом, удары получаются нецентральными, что приводит к поломке штока. Направляющие планки быстро изнашиваются, поэтому их делают сменными.

Цилиндр является главной силовой частью паровоздушного молота, в которой под действием пара или сжатого воздуха на нижнюю или верхнюю поверхность поршня происходит подъем и увеличение ускорения свободно падающих частей молота при ударе. Стальная или чугунная отливка корпуса цилиндра усиливается ребрами жесткости и имеет прилитые коробки для установки в них парораспределителя. По соображениям удобства при ремонте, связанном с износом, в цилиндр запрессовывают в холодном состоянии чугунную гильзу (рубашку), которую заменяют по мере ее износа.

Цилиндр ковочного молота перекрывают сверху съемной крышкой, в которой монтируется буфер, предохраняющий цилиндр от ударов поршня. Снизу герметизация цилиндра осуществляется сальником и грундебуксой, с помощью которых сальниковая набивка плотно прижимается к движущемуся и скользящему в них штоку.

Фундамент служит опорой для тяжелого шабота и для станины молота, он предотвращает осадку грунта под ними при ударах молота. Чем больше масса падающих частей молота, тем больше размеры и масса фундамента. Фундаменты строят трех ви-

дов: под одностоечный, двустоечный арочный и двустоечный мостовой молоты.

Фундамент под одностоечный молот (см. рис. 160, б) состоит из одного цельного железобетонного массива. Под шабот подкладывают один-два ряда дубовых брусьев. Станина молота тоже установлена на брусьях, скреплена с фундаментом анкерными болтами.

Фундамент для двустоечного арочного молота (см. рис. 161, б) состоит из двух отдельных, но соединенных между собой частей. Для смягчения ударов по железобетону под шабот и фундаментную плиту станины укладывают дубовые брусья. Площадь основания фундамента и его размеры в зависимости от качества местного грунта выбирают такими, чтобы общее давление на грунт при ударе молота не превышало $2-2,5 \text{ кг/см}^2$.

Фундамент для тяжелого двустоечного паровоздушного молота мостового типа строят в виде двух отдельных, не соединенных между собой частей (см. рис. 162, б). От предыдущего он отличается тем, что в нем внутренний фундамент, являющийся опорой для шабота, устанавливается отдельно и он не связан с внешним, на котором устанавливают и крепят анкерными болтами станину молота.

§ 89. Управление молотом

Система управления паровоздушным молотом состоит из парораспределительного устройства и механизма управления. В современных паровых молотах пар распределяется обычно цилиндрическим золотником с дроссельным краном. Механизм управления состоит из системы рычагов и тяг, осуществляющих впуск пара в золотник и поочередную подачу его в верхнюю и нижнюю полости рабочего цилиндра.

Ковочные молоты с золотниковым парораспределением могут иметь ручное, автоматическое и смешанное (универсальное) управление.

Схема ручного управления молотом приведена на рис. 165. Пар (или сжатый воздух) поступает по пароподводящей трубе 9 в дроссельную камеру 10 крана. Поворотом рукоятки 13 дроссель 8, сидящий на шпинделе 11, поворачивается в горизонтальной плоскости и открывает окно, соединяющее золотниковую коробку 6 с дроссельной камерой 10. Пар (или воздух), проходя через открытое окно, попадает в кольцевое пространство средней части трубчатого золотника 5. Золотник может перемещаться вертикально с помощью золотниковой тяги 12 рукояткой 14, и при этом золотник будет открывать попеременно нижние и верхние окна золотниковой коробки, соединенные каналами 3 и 4 с нижней и верхней частями цилиндра 2.

При движении рукоятки 14 вверх пар через среднее кольцевое пространство золотника 5 устремится по каналу 3 под поршень 1 и, расширяясь, поднимает поршень, а вместе с ним шток 16 и бабу 15 вверх. Пар (или воздух), находящийся над поршнем, будет вытолкнут по каналу 4 в выхлопную трубу 7. При движении руко-

ятки 14 вниз золотник перемещается вверх, и тогда пар (или воздух) из среднего кольцевого пространства устремляется через канал 4 в верхнюю полость цилиндра, создает давление над поршнем 1 и толкнет с ускорением все падающие части с верхним бойком вниз, в результате чего произойдет удар. Отработанный пар или воздух из-под поршня уйдет через канал 3 в золотниковую коробку 6 и через внутреннюю полость золотника 5 в выхлопную трубу 7.

На ковочном молоте с ручным управлением можно осуществлять единичные полные и неполные удары, наносить последовательные удары разной силы, прижимать заготовку к нижнему бойку и удерживать бабу молота на весу. Чтобы удерживать бабу на весу, необходимо после удара постепенно поднимать и опускать рукоятку 14 для незначительной подачи пара (или воздуха) в нижнюю часть цилиндра, т. е. под поршень, создавая этим давление, которым можно обеспечить держание бабы молота на различной высоте.

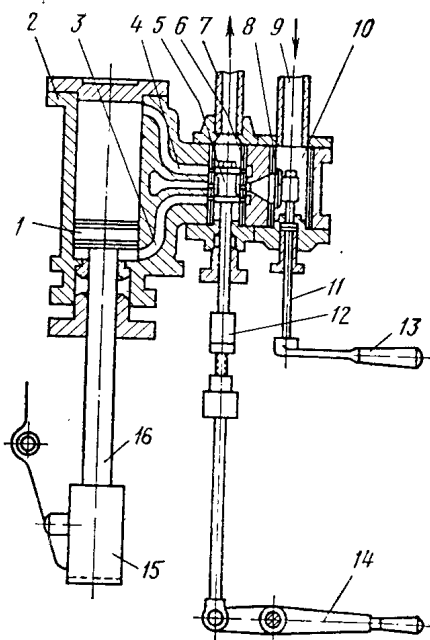


Рис. 165. Схема ручного управления молотом

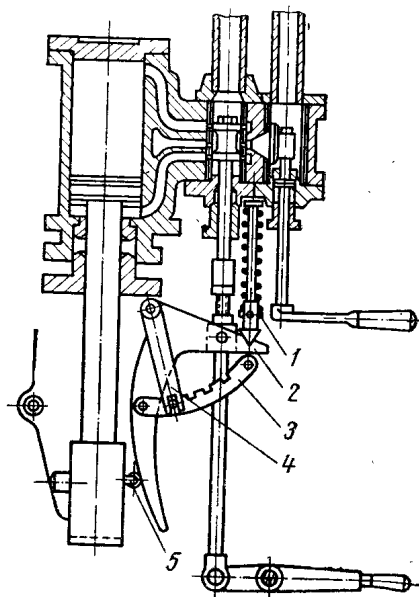


Рис. 166. Схема смешанного управления молотом

§ 90. Молоты с автоматическим и смешанным управлением

Схема парораспределительного механизма молота с автоматическим и смешанным управлением показана на рис. 166. Для автоматизации парораспределения к схеме ручного управления добавляется саблевидный рычаг 2, который прижимается под действием на него распорной пружины 1 к свободно вращающемуся ролику 5, установленному на бабе молота. При движении поршня молота

вверх саблевидный рычаг 2, поворачиваясь вокруг своей оси, отклоняется вправо и поднимает вверх связанную с ним золотниковую тягу 12 (см. рис. 165), а вместе с ней и золотник. В этот момент пар (или сжатый воздух) поступает через канал 4 в верхнюю часть цилиндра, и он вместе со штоком и бабой начинают движение вниз. При движении бабы молота вниз золотник тоже переместится вниз, потому что в этом направлении на него постоянно действует усилие пружины 1 (рис. 166), и через мгновения пар (или воздух) устремится по каналу 3 (рис. 165) в нижнее пространство цилиндра («под поршень»), который вместе со штоком и бабой начнет свое движение вверх. Так чередуются движения падающих частей молота вверх и вниз при работе на режиме с автоматическим управлением.

Чтобы изменить или настроить ход бабы на определенную величину, для получения требуемого по силе удара предусмотрена возможность перемещения оси, на которой качается саблевидный рычаг. Осуществляется эта настройка поворотом рычага 4 по сектору 3 (рис. 166). В случае необходимости перехода на ручное управление, механизм автоматического парораспределения легко отключается и управление молота осуществляется рукоятками 14 и 13 (см. рис. 165).

На молотах со смешанным управлением можно осуществлять автоматические последовательные удары с определенным ходом бабы, получать удары различной силы, удерживать бабу молота на весу и зажимать заготовку между бойками.

На тяжелых молотах (арочного и мостового типов) применяют разработанный новаторами Уральского завода тяжелого машино-

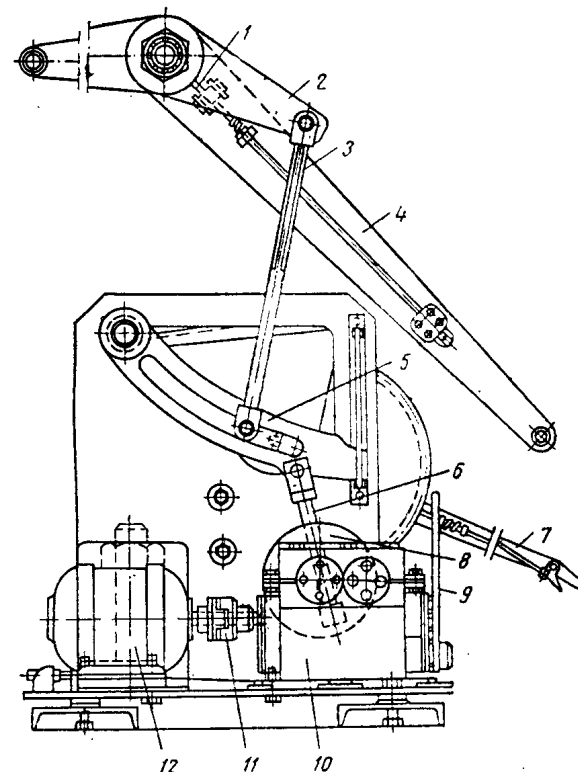


Рис. 167. Схема устройства механизма автоматического управления паровоздушным ковочным молотом:

1 — фиксатор включения автоматического управления, 2 — рычаг золотниковой тяги, 3 — тяга кулисного узла, 4 — рычаг ручного управления, 5 — кулиса, 6 — тяга кривошипа, 7 — ручка автоматического управления, 8 — кривошип на выходном валу редуктора, 9 — рычаг переключения скоростей, 10 — трехскоростной редуктор, 11 — муфта, 12 — электродвигатель

строения механизм для автоматического управления молотом, схема устройства которого показана на рис. 167. Идея разработки и внедрения этого механизма возникла в период освоения манипуляторов для механизацииковки тяжелых заготовок к крупным деталям.

§ 91. Эффективная энергия удара и паспорт молота

Силу ударов ковочного молота можно регулировать путем изменения высоты падения подвижных частей. Интенсивностьковки или эффективность ее, как известно, зависят от работы деформации за один удар молота, которая определяется с учетом объема заготовки-поковки, предела прочности металла нагретой заготовки, скорости хода машины и степени деформации металла за один удар.

Эффективная энергия одиночного удара паровоздушного молота выражается в джоулях, как результат произведения массы падающих частей, исчисляемой в кг, высоты, с которой они падают на деформируемый металл, выраженной в метрах, и ускорения свободного падения. Так как давление пара или сжатого воздуха, которое, поступая в надпоршневое пространство цилиндра, создает больший или меньший разгон кинетической энергии падающих частей, то эффективная энергия удара молота, в зависимости от этого, и длина пути падения, соответственно изменяются. Принято считать, что влияние верхнего пара (или сжатого воздуха) увеличивает почти в два раза энергию свободно падающих частей молота, а потери на трение в самом молоте и в направляющих достигают 10%.

Таким образом, эффективная энергия одного удара паровоздушного молота двойного действия может быть выражена так:

$$L_3 = 2 \cdot 0,9M \cdot g \cdot H = 1,8 \cdot 9,81M \cdot H \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^2} = 17,66 \text{ МН Дж},$$

где 0,9 — коэффициент, учитывающий потери на трение внутри молота; M — масса падающих частей молота, кг; H — ход бабы молота, м; g — ускорение свободного падения, равное 9,81 м/с².

В паспорт каждого паровоздушного ковочного молота (ГОСТ 9752—61) эффективную энергию удара заносят в обязательном порядке как один из главных параметров, характеризующий энергию падающих частей при полном одиночном ударе.

В паспорте ковочного паровоздушного молота помещают все основные данные и указания, имеющие важное значение и необходимые для нормальной эксплуатации машины. В их число входят подробные инструкции по сборке и монтажу, по наладке установленной машины, по способам смазки и контроля за ней, по уходу за молотом при работе и периодическому осмотру и освидетельствованию его основных узлов.

§ 92. Техника безопасности при ковке на молотах

Каждый работающий на молоте должен быть в обязательном порядке ознакомлен с инструкциями и рекомендациями, указанными

ми в паспорте молота, и обучен безопасным приемам пользования машиной. Без этого никто не может быть допущен к работе на молоте.

Приступая к работе на паровоздушном молоте, необходимо произвести наружный осмотр для выявления неисправностей и принять следующие подготовительные меры:

тщательно проверить, надежно ли крепление бойков клиньями, нет отклонения от непараллельности плоскостей верхнего и нижнего бойков и достаточно ли прогрет шток молота;

открыть вентиль выхлопной трубы до отказа, затем медленно приоткрыть вентиль впускной трубы и продуть паропроводящую систему, после чего открыть паровпускную трубу полностью;

удалить сконденсировавшуюся воду из цилиндра и из органов управления молотом;

прогреть путем постепенной подачи пара в золотниковую коробку и холостыми ходами прокачать цилиндр при полностью открытом выхлопном вентилю;

подтянуть сальниковое кольцо (грундбуксу), предотвратив лубую течь из него, и, если нужно, заменить старую набивку новой; смазать трущиеся части молота.

Одним из основных условий нормальной работы ковочных молотов являются правильная и достаточная смазка трущихся поверхностей. Цилиндр, шток, золотник и пусковой вентиль (дроссель) смазывают цилиндрическим маслом с помощью лубрикатора — механизма, обеспечивающего непрерывную подачу смазки под давлением.

Для смазки направляющих станины и бабы молота применяют масло высокой вязкости типа нитрол марки Т. Параллели смазывают вручную помазком на длинной ручке. Эту операцию выполняют осторожно, чтобы движущиеся части не задели рук. Смазку на направляющие параллели наносят равномерно и по всей их длине.

Бойки молота закрепляют надежно клиньями, для чего время от времени проверяют и подбивают клинья верхнего и нижнего бойков. Бойки должны плотно прилегать один к другому и не иметь разворота по вертикальной оси.

Бойки молота должны быть одинаковой ширины. Если верхний боек шире нижнего, то губки клещей могут попасть под удар верхнего бойка и вырваться из рук кузнеца. Заготовку всегда располагают посередине нижнего бойка. Ручные подкладные инструменты и клещи нужно держать так, чтобы рукоятки их находились не перед кузнецом, а обязательно сбоку от него.

Если ковку ведут с крана, т. е. заготовка поддерживается цепью, то следят, чтобы удары молота не передавались на цепь. Для этого надо своевременно опускать, «травить» цепь.

При рубке горячего металла под молотом внимательно следят за тем, чтобы положение топора было строго вертикальным и последние удары наносят как можно слабее. Холодная рубка металла под молотом категорически запрещена.

Машинист молота осуществляет удары по команде кузнеца, но если он видит неправильно наложенный на заготовку подкладной инструмент при применении опасного недозволенного приема работы, он не должен наносить удара.

Окалину с нижнего бойка молота сдувают сжатым воздухом или паром, при отсутствии этих возможностей окалину сметают обыкновенной метлой, которой обеспечивают каждое рабочее место. Счищать окалину руками и рукавицами категорически запрещено.

Движущиеся части молота должны быть ограждены.

В нижней крышке цилиндра у сальника паровоздушных молотов проверяют наличие и исправность ограждения из сетки или листового железа, обеспечивающие улавливание могущих упасть частей сальника в случае его поломки.

При ножном управлении педаль должна быть ограждена так, чтобы возможность случайного нажатия на нее была исключена. Нельзя допускать холостых ударов верхнего бойка по нижнему без деревянной прокладки. При остановке молота бабу опускают в нижнее положение до смыкания бойков и полностью выключают молот. Категорически запрещается вести какой-либо ремонт и наладку молота во времяковки или работы молота.

§ 93. Типы прессов

Ковочные прессы в зависимости от вида энергоносителя и способов приведения их в действие разделяются на гидравлические, парогидравлические и механические прессы.

Гидравлические и парогидравлические прессы в основном применяют для изготовления крупных поковок, механические — дляковки с помощью подкладного инструмента, для объемной штамповки и чеканки небольших и средних размеров поковок.

Гидравлические прессы. Действие гидравлического пресса основано на законе Паскаля, согласно которому «давление на жидкость передается по всем направлениям с одинаковой силой; давление, производимое жидкостью на стенки сосуда, перпендикулярно к поверхности стенок и пропорционально их площади». На основании этого ученый в конце XVII в. указал, что «сосуд, наполненный водой, является машиной для увеличения сил в желаемой степени».

Если в закрытый сосуд (рис. 168), наполненный жидкостью, погрузить два плунжера диаметрами D и D_1 , то, действуя на малый плунжер диаметром D_1 небольшим усилием P_1 , можно получить большое давление P на плунжере диаметром D и обрабатывать этим давлением нагретую заготовку. Сила давления пресса увеличивается пропорционально увеличению площади плунжера диаметром D .

На рассмотренном принципе работает гидропривод ковочных прессов.

Гидравлический насос, нагнетающий в сосуд жидкость с опре-

деленной силой P , заставляет перемещаться плунжер малого диаметра D_1 . Тогда плунжер большого диаметра D , соединенный с подвижной траверсой и верхним бойком гидравлического пресса, будет перемещаться с усилием P , значительно превышающим усилие малого плунжера P_1 .

При определении усилия, которое может создать при этом плунжер D , необходимо учитывать потери на трение (от 10 до 20%).

На рис. 169 показана схема гидравлического пресса. Рабочий (главный) цилиндр 6, в котором ходит рабочий (главный) плунжер 5, закреплен в верхней поперечине 4, называемой архитравом. Архитрав с помощью четырех колонн 2 соединен с нижней плитой 1,

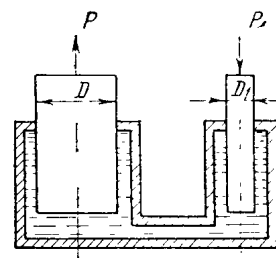


Рис. 168. Схема действия гидравлического пресса

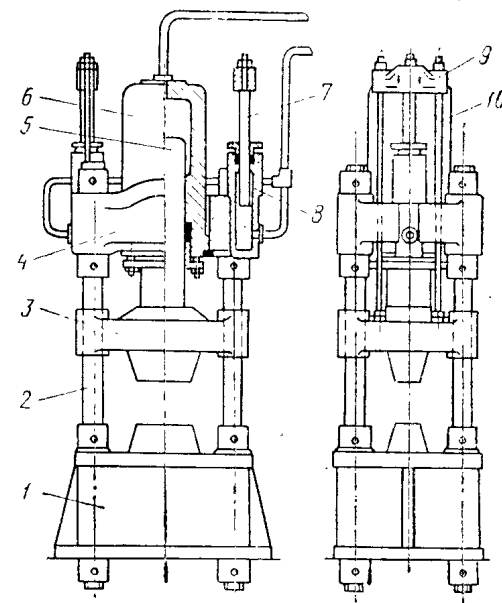


Рис. 169. Устройство гидравлического пресса

устанавливаемой на фундаменте. Рабочий (главный) плунжер 5 соединен с подвижной поперечиной 3 (траверсой), направляемой при движении колоннами 2, и сообщает ей движение только вниз. Для подъема траверсы служат установленные на архитраве подъемные цилиндры 8 с подъемными плунжерами 7, соединенные с помощью поперечины 9 и тяг 10 с подвижной траверсой 3. Бойки, верхний и нижний, соответственно закреплены на траверсе 3 и нижней плите 1.

Для передвижения нижнего бойка пресса при выполнении ряда основных и вспомогательных операцийковки, а также при замене бойков (вне опасной зоны) применяют механизированные выдвигные столы, перемещение которых осуществляется гидравлическим приводом. На рис. 170 приведена схема работы и управления выдвигным столом гидравлического пресса. Стол 1 перемещается вдоль оси пресса приводом, состоящим из двух гидравлических цилиндров 2 и 4 и плунжера 3. Когда поршневой гидравлический насос 8 подает воду с давлением 200 ат в правый или левый цилиндр, плунжер 3 перемещается, а вместе с ним движется и стол пресса. Вытесняемая при перемещении плунжера вода поступает из ци-

линдра в сливной бак 5. Управление движением стола осуществляется рукояткой 6 распределительного устройства 7.

Для работы гидравлического пресса необходим источник воды высокого давления (насос) и приемник для сбора отработанной воды (наполнительный бак). С помощью специального распределительного устройства — дистрибутора можно попеременно соединять рабочий цилиндр 6 (см. рис. 169) с насосом, а подъемный цилиндр 8 с баком и получать

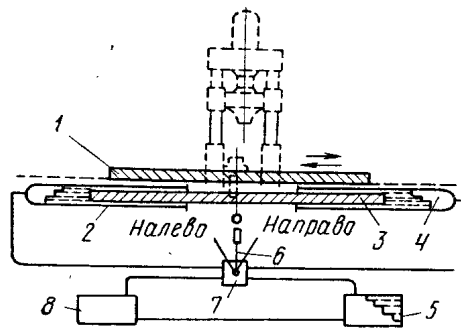


Рис. 170. Схема управления подвижным столом пресса

в результате движение траверсы 3 вверх и вниз. Так, если подать в рабочий цилиндр 6 сжатую до высокого давления воду, а из подъемных цилиндров 8 сливать в бак отработанную воду, то пресс произведет рабочий ход и может деформировать помещенную между бойками нагретую заготовку. Если после этого соединить рабочий цилиндр 6 с баком, а подъемные цилиндры 8 с насосом, то траверса 3 будет перемещаться вверх.

Отработанная вода из наполнительного бака поступает в гидравлический насос, создающий рабочее давление. От насоса вода уже под высоким давлением поступает по трубопроводу через проходной клапан в емкость аккумулятора.

Аккумулятор накапливает запас воды высокого давления во время пауз между рабочими ходами пресса. Этот запас энергоносителя необходим как постоянный резерв на случай, когда потребность пресса в воде высокого давления больше, чем производительность насоса. Тогда недостаток воды компенсируется запасом в аккумуляторе. Аккумуляторы бывают грузовые и воздушные (пневматические).

Грузовой поршневой аккумулятор работает следующим образом. Поршень, на котором подвешивается большой груз, давит на воду в цилиндре, в котором создается запас воды высокого давления. Такие аккумуляторы громоздки, дороги в эксплуатации и в настоящее время почти не применяются.

Воздушный (пневматический) беспоршневой аккумулятор является более совершенным. Состоит он из двух баллонов, один из которых заполняется водой от насоса на уровень до трех четвертей своей высоты. Остальная часть емкости занята сжатым воздухом, поступающим из второго баллона по трубе, соединяющей их. Таким образом, сжатый воздух создает необходимое давление на поверхность резервной воды в соответствии с рабочим давлением, создаваемым насосом.

Гидравлический пресс, укомплектованный такими средствами, как насос, источник воды высокого давления, приемный бак, аккумуля-

мулятор, распределительное устройство, трубопроводы и др., обеспечивающими нормальную работу ковочного агрегата, принято называть установкой ковочного гидравлического пресса. Схема такой установки приведена на рис. 171.

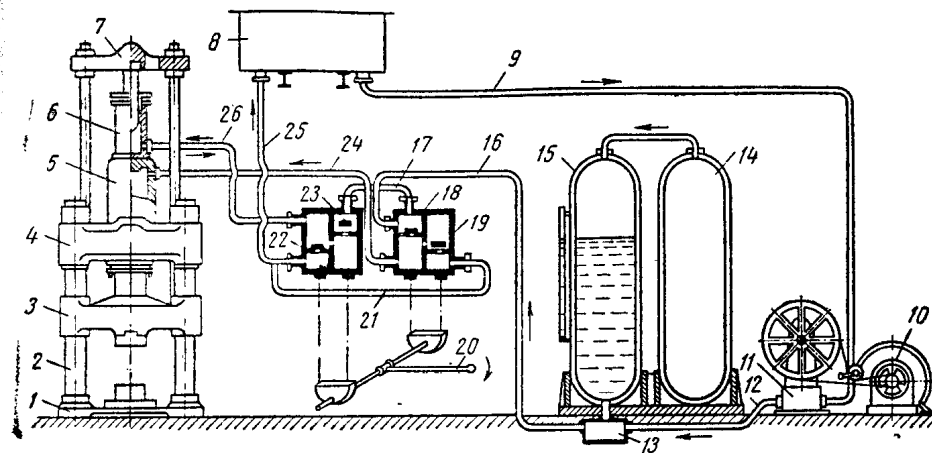


Рис. 171. Схема гидравлической установки с насосно-аккумуляторным приводом:

1 — плита, 2 — колонна, 3 — подвижная траверса, 4 — архитрав, 5 — рабочий цилиндр, 6 — подъемный цилиндр, 7 — поперечина, 8 — бак, 9 — трубопровод к насосу, 10 — электродвигатель, 11 — насос, 12 — трубопровод к аккумулятору, 13 — проходной клапан, 14 — воздушный баллон, 15 — водный баллон аккумулятора, 16 — трубопровод к дистрибутору, 17 — трубопровод, соединяющий камеры, 18, 19, 22 и 23 — клапаны дистрибутора, 20 — рукоятка управления, 21, 25 — трубопроводы к баку, 24 — трубопровод к рабочему цилиндру, 26 — трубопровод к подъемному цилиндру

Вода от насоса 11 и пневматического баллона аккумулятора 15 идет по трубопроводу 16 в распределительное устройство — дистрибутор, состоящий из четырех камер с клапанами, которые закрываются и открываются машинистом пресса при помощи рукоятки 20. Чтобы пресс совершил рабочий ход, надо подать воду в рабочий цилиндр 5. Для этого машинист опускает рукоятку 20 вниз. При таком положении клапан 18 будет открыт и вода из трубопровода 16, пройдя клапан 18, поступает в трубопровод 24 и по нему — в рабочий цилиндр 5. Одновременно с этим вода, вытесняемая из верхнего подъемного цилиндра 6, пойдет по трубопроводу 26 в водораспределительную камеру, и так как клапан 22 открыт, она по трубопроводу 25 пойдет в наполнительный бак 8.

Чтобы пресс совершил обратный ход, т. е. поднялась траверса, надо рукоятку 20 повернуть вверх. При этом клапан 18 будет закрыт, а клапан 19 открыт и вода из рабочего цилиндра по трубе 24 пойдет в водораспределительную камеру, пройдет клапан 19 и далее по трубопроводам 21 и 25 направится в наполнительный бак 8. В то же время вода высокого давления из трубопровода 16, пройдя водораспределительное устройство, поступает в трубопровод 17, далее через клапан 23 пройдет в трубопровод 26 и по нему в подъемный цилиндр 6, отчего подъемный плунжер переместится вверх и ув-

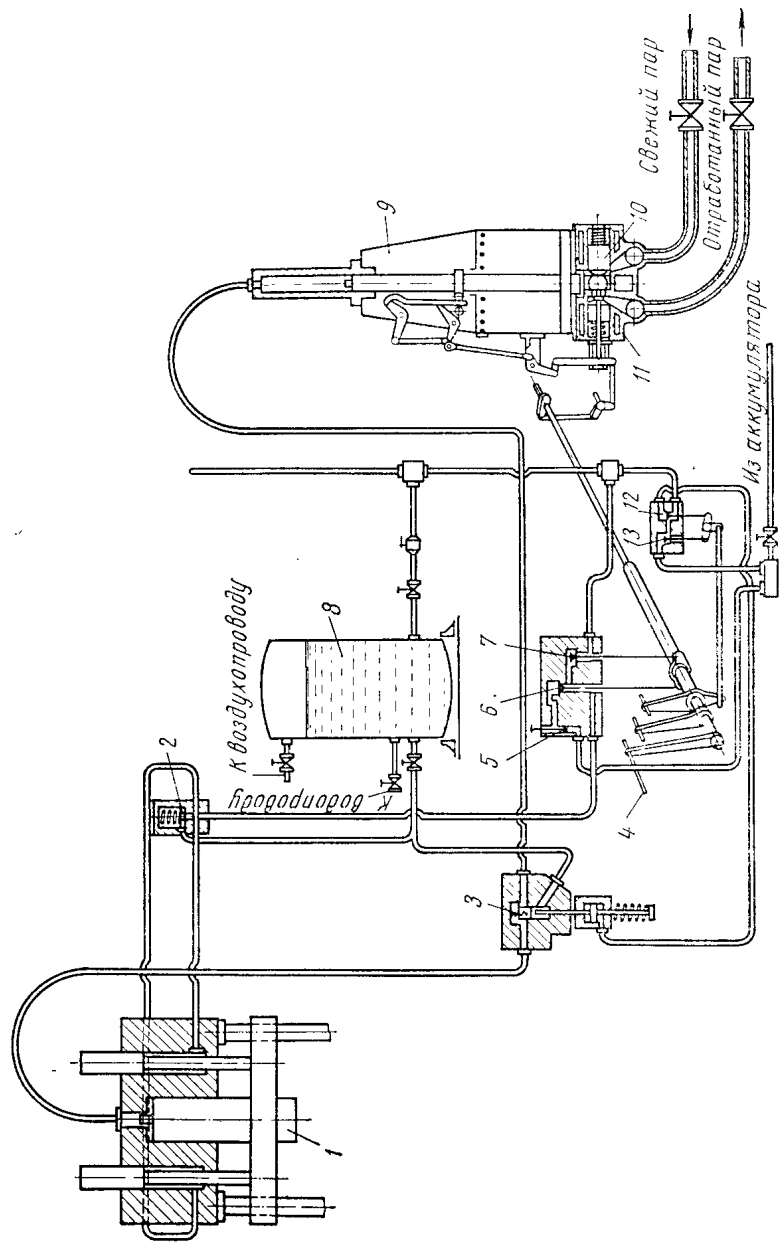


Рис. 172. Схема гидропрессовой установки с паровым мультипликатором:

1 — главный плунжер, 2 — предохранительный клапан, 3 — клапан наполнения, 4 — рукоятка управления, 5 — дроссельный клапан, 6, 7 — клапаны управления, 8 — наполнительный резервуар, 9 — мультипликатор, 10, 11 — клапаны подачи пара, 12, 13 — клапаны подачи воды

лечет за собой траверсу. Прессы описанного типа относятся к чисто гидравлическим прессам.

Парогидравлические прессы работают от паровоздушных мультипликаторов. Сами прессы по своему устройству почти не отличаются от гидравлических. Прессы, показанные на рис. 169, 171, могут работать как при насосно-аккумуляторном, так и при мультипликаторном приводе. Мультипликатор (что дословно значит умножитель) повышает давление воды, подаваемой в рабочий цилиндр. В нем с помощью пара или сжатого воздуха 6—12 ат увеличивается давление воды до 400 ат. Мультипликатор устроен следующим образом. В большом цилиндре движется поршень, продолжение штока которого служит плунжером малого гидравлического цилиндра. При подаче пара или воздуха в большой цилиндр усилие, с которым энергоноситель давит на большой поршень, передается по штоку на плунжер в малом гидравлическом цилиндре, а значит и на воду, вытесняемую из него через трубопровод в рабочий цилиндр прессы. Таким образом, рабочее давление воды, создаваемое мультипликатором, будет во столько раз больше давления пара или воздуха, во сколько раз площадь большого поршня будет больше площади плунжера.

На рис. 172 приведена схема гидропрессовой установки с паровым мультипликатором. В целях экономного расходования воды высокого давления при осуществлении рабочих ходов прессы объем цилиндра предварительно заполняется водой низкого давления, подаваемой из наполнительного резервуара 8. Предварительное заполнение происходит вплоть до встречи бойка с нагретой заготовкой. В этот момент трубопровод от резервуара 8 перекрывают и включают подачу в рабочий цилиндр воды высокого давления от мультипликатора, которая создает высокое давление на главный плунжер, траверсу и верхний боек прессы.

Рабочей жидкостью или средством, передающим механическую энергию в ковочных гидравлических прессах, является вода под давлением до 200 ат и выше. Вода должна быть мягкой — в ней не должно быть солей или примесей, вызывающих образование осадков и накипи. Для этого воду подвергают химической очистке.

В качестве смазывающего вещества в рабочую жидкость вводят зеленое мыло, такая вода уменьшает опасность коррозии и ржавления в трубопроводах.

Потребное усилие прессы при рабочем ходе может быть определено следующим способом:

$$P = pF\eta,$$

где P — усилие прессы, кг; p — давление воды высокого давления, кг/см²; F — площадь поперечного сечения рабочего плунжера, см²; η — механический коэффициент полезного действия, учитывающий потери на трение и равный 0,8—0,9.

Механические прессы. Кинематическая схема прессы показана на рис. 173. Электродвигатель 1 через ременную передачу, шкив 2 и вал 3 приводит в движение шестерню 4. Малая шестер-

ня 4 передает это движение большому зубчатому колесу 5, свободно вращающемуся на главном кривошипном валу 7. Фрикционной муфтой 6 (чаще пневматической) можно производить сцепление колеса 5 с кривошипным валом 7 и приводить его в движение. Шатун 8 преобразует вращение коленчатого вала в возвратно-поступательное перемещение ползуна 9 по направляющим станины 10. Для остановки кривошипного вала при включенной муфте сцепления служит тормоз 11, работа которого заблокирована с работой фрикционной муфты.

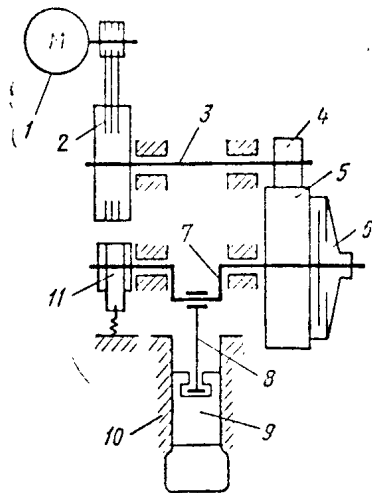


Рис. 173. Кинематическая схема кривошипного пресса

Кривошипные ковочные прессы изготавливают с различным номинальным усилием на ползуне. Процесс ковки расчленяется на отдельные простые операции, выполнение которых послед-

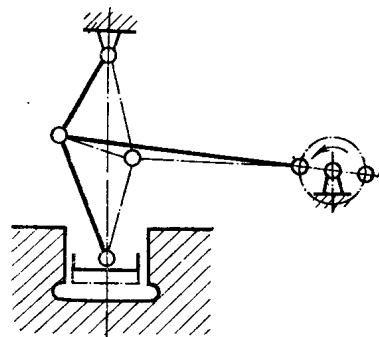


Рис. 174. Кинематическая схема кривошипно-коленного чеканного пресса

довательно осуществляют с помощью сменного подкладного инструмента, устанавливаемого в универсальных блоках на кривошипных ковочно-штамповочных прессах (см. рис. 173) или кривошипно-коленных прессах типа чеканочных (рис. 174).

Оснасткой для ковки на кривошипных прессах являются раскатки, подкладные сменные бойки различных размеров, оправки, обжимки пружинного типа и другой подкладной инструмент, устанавливаемый на подштамповой плите в специальных блоках (сундуках).

Поковки несложной формы в виде гладких пластин, валов, сплошных дисков и дисков с прошитыми отверстиями выгодно изготавливать на кривошипных прессах даже при единичном производстве, когда применяют универсальный подкладной инструмент. Для поволоков сложной формы в виде ступенчатых валов, фланцев, втулок с уступами и т. п. требуется специальная штамповая оснастка. Поэтому условия экономичности применения механических прессов для сложных поволоков требуют увеличения партий выпускаемой продукции.

Экономичность и универсальность этого метода ковки заключается в том, что, начиная от резки заготовки и кончая калибровкой поковки, можно сочетать операции ковки с завершающей операцией штамповки в подкладном штампе. Простота инструмента и его крепления, а также низкая стоимость оснастки позволяют rentabelно изготавливать поковки разной сложности и серийности.

§ 94. Техника безопасности при ковке на прессах

На гидравлических прессах в основном куят крупные поковки из слитков. Размеры поволоков достигают 2500 мм в поперечном сечении, а масса их до 100 т и более. Для работы ковочных прессов применяют воду, масла и эмульсии, находящиеся под высоким давлением, поэтому обслуживание прессов и гидравлических установок должно быть строго организовано. Правила работы и ухода за прессами подробно изложены в специальных инструкциях, знание и выполнение которых являются обязательными для всех допущенных к работе.

При работе на ковочном прессе необходимо выполнять следующие правила техники безопасности:

на ковочном прессе разрешается выполнять только те работы, для которых он предназначен;

команды машинисту может давать только бригадир;

если бойки пресса мокрые — ковку вести нельзя;

ковать можно только по центру бойков;

запрещается ковать и рубить металл при температурах ниже указанных в технологической карте;

при рубке металла под прессом топор необходимо устанавливать строго вертикально; обух топора должен быть гладким, без забоин, с ровной поверхностью; накладки при наставлении на обух топора должны соприкасаться с ним по всей поверхности;

категорически запрещается пользование клиновидными подкладками, так как при нажатии они могут выскочить;

начало прошивки отверстия и удаление выдры должно осуществляться осторожным (медленным) нажатием верхнего бойка;

в случае заедания прошивки удаление его из поковки с помощью подъемного крана категорически запрещается;

запрещается выполнять любые ремонтные работы, а также очистку и удаление окалины на ходу, без остановки пресса;

заменять набивку сальников, прокладки на фланцах труб, устранять неисправности в сети трубопровода можно только при полной остановке и при снятом давлении во всей системе трубопроводов;

при неисправности манометров у пресса, аккумулятора и на длинных трубопроводах работать на прессе запрещается;

необходимо следить непрерывно как при транспортировании, так и при манипулировании во время ковки на бойках за тем, надежно ли закреплен слиток в патроне;

перед работой пресса колонны и все движущиеся части прессовой установки должны быть обильно смазаны;

при обнаружении неполадок в работе пресса необходимо немедленно остановить его, сообщить о замеченном мастеру или дежурному слесарю по ремонту оборудования и обязательно записать об этом в журнал при сдаче смены; работать на неисправном прессе категорически запрещается;

по окончании работы или во время перерыва плунжер пресса необходимо оставлять в опущенном положении, перекрыв вентили и установив рычаги управления на положение «стоп»;

перед каждым новым заданием бригаду подробно инструктируют о способах выполнения предстоящей работы и обращают особое внимание работающих на соблюдение требований техники безопасности.

§ 95. Преимущества и недостатки работы прессов по сравнению с молотами

Дляковки крупных поковок, требующих применения молота с массой падающих частей более 5 т, промышленность выпускает прессы со все большими усилиями. Приковке небольших и средних деталей иногда применяют механические кривошипные и кривошипно-коленные прессы.

Работа на прессах по сравнению с работой на паровоздушных молотах имеет следующие преимущества:

ударное действие молотов вызывает сотрясение грунта, из-за чего преждевременно разрушаются здания, выходят из строя приборы и разлаживается настройка другого оборудования. Дорогостоящие фундаменты только уменьшают, но не ликвидируют сотрясений от ударов. Фундаменты для прессов намного проще и дешевле, так как рабочее давление от бойков не передается на фундамент, а воспринимается жесткой станиной пресса;

прессы работают в основном бесшумно, что значительно улучшает условия труда как у самого агрегата, так и во всем цехе;

эксплуатационные расходы при прессовом оборудовании ниже, чем при молотовом;

коэффициент полезного действия (к. п. д.) у паровоздушного кованного молота очень низкий и составляет 2—3%, в то время как к. п. д. гидравлических прессов достигает 50—60%, а у механических еще выше.

Ковка на прессах дает возможность полнее осуществлять механизацию вспомогательных операций; сроки службы (стойкость) вспомогательного оборудования выше, чем при работе на молотах.

Перечисленные недостатки ковочных молотов возрастают по мере увеличения массы падающих частей. Поэтому ГОСТ предусматривает изготовление ковочных молотов с максимальной массой падающих частей не более 5 т.

Однако необходимо отметить, что приковке некоторых мелких и средних деталей молоты имеют преимущество перед прессами

как по обеспечению хорошего качества поверхности получаемых на них поковок, так и по производительности. Поверхность поковок получается чище потому, что при ударах верхнего бойка окалина с заготовки удаляется легче, своевременно и не заковывается в тело поковки.

В современном машиностроении все большее распространение находят сложные по составу дорогостоящие стали и сплавы. Многие из них хорошо деформируются в горячем состоянии при ковке и штамповке под молотом, но значительно хуже куются и штампуются под гидравлическими (или парогидравлическими) прессами. Объясняется это тем, что открытые ручьи, в особенности в верхней части штампа, заполняются лучше на молотах, потому что начальная скорость деформации металла на прессе значительно меньше, чем на молоте. Тем более, что процесс заполнения верхней части штампа на прессе должен закончиться за один ход, а деформируемый металл при этом меньше заполняет полость и больше течет в стороны. При ковке на молоте этот процесс осуществляется за несколько ударов. Таким образом, инерционные силы, возникающие в деформируемом металле при больших скоростях, в момент удара влияют на заполнение верхней части штампа многократно в зависимости от числа ударов, потребных до концаковки-штамповки.

При штамповке на прессах поковок с переменным сечением предварительное фасонирование заготовки протяжкой или прокатыванием приходится выполнять на другом оборудовании, которое необходимо встраивать в линию дополнительно.

Эти обстоятельства определяют важное преимущество молотов перед прессами.

§ 96. Ковка коленчатого вала на прессе

На прессах крупные коленчатые валы куют путем передачи металла с последующим разворотом колен или без разворота, шейки которых расположены в разных плоскостях или в одной плоскости. Приковке валов с разворотом колен передачу металла ведут в одной плоскости предварительно ковальной пластины. Разворот колен стремятся делать на возможно меньший угол закручивания. Однако даже при незначительном развороте механические свойства поковки снижаются, но если ковать вал с передачей металла без разворота колен, этого недостатка не будет.

Передовые кузнецы, например А. Г. Александров из Ленинграда и др., успешно выполняя ковку коленчатых валов путем передачи металла без разворота колен, положили начало внедрению этого способа на отечественных заводах.

Схема переходов, принятая при ковке восьмиколленчатого вала с использованием процесса передачи металла, приведена на рис. 175. Кованую пластину подвергают пережиму между вторым и седьмым коленами (рис. 175, а) и протягивают со смещением ме-

талла для образования колен 3, 4, 5 и 6 (рис. 175, б). После заготовки осуществляют пережим для получения колен 3 и 6 (рис. 175, в) и передачу металла для образования колена 3 (рис. 175, г).

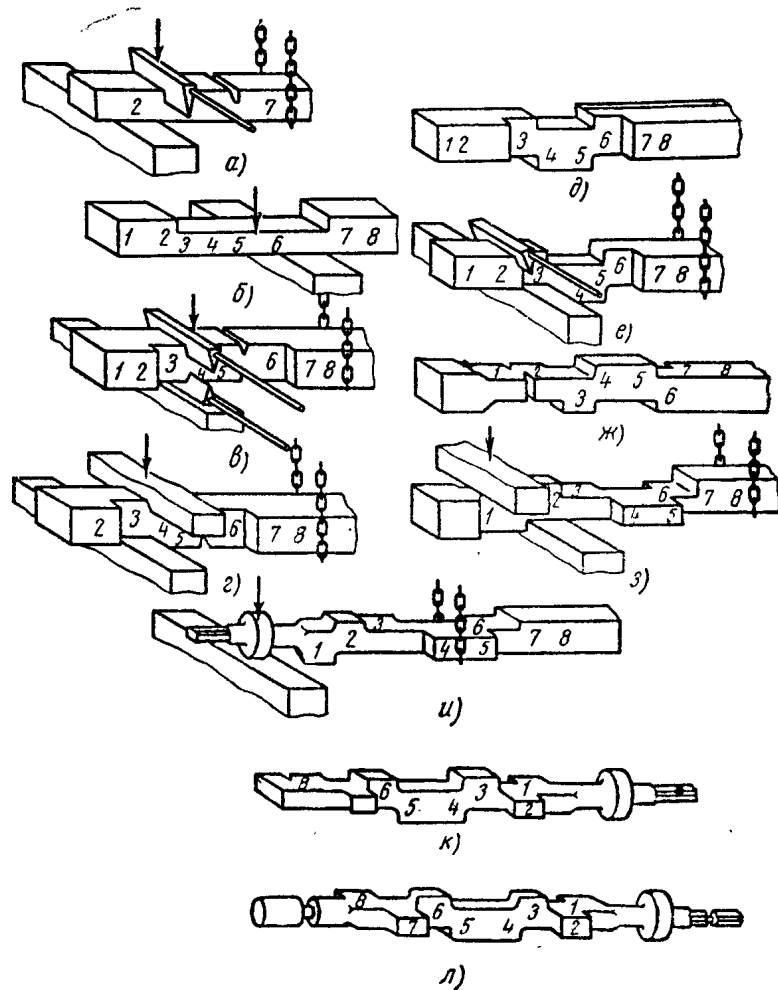


Рис. 175. Схемаковки восьмиколеначатого вала:
а — подвергнутая первому пережиму между вторым и седьмым коленами заготовка, б—к — пережимы, в результате которых получают 8 колен, л — полученная поковка

После передачи металла для образования колен 3 и 6 и оформления колен 4 и 5 заготовка принимает следующий вид (рис. 175, д). Затем осуществляют зарубку и пережим металла для образования колен 1 и 2 (рис. 175, е), зарубку и пережим металла для колена 1

(рис. 175, ж) и передачу металла для образования колена 1 (рис. 175, з). Оставшийся на конце заготовки металл протягивают, оформляя последовательно цапфу, фланец и шейку вала со стороны колена 1 (рис. 175, и).

Укрепив надетый на цапфу со стороны колена 1 патрон, заготовку поворачивают и осуществляют пережим и передачу металла для образования колена 7, а также пережим для образования колена 8 (рис. 175, к).

После передачи металла для получения колена 8 осуществляют пережим для образования внешней шейки и приступают к завершающему переходу: протягивают и скругляют оставшуюся часть заготовки, расположенную слева от колена 8, оформляя внешнюю шейку и пробку (для контрольных образцов) и таким образом получают поковку, изображенную на рис. 175, л.

§ 97. Поковки из углеродистых и легированных сталей, изготавливаемые машинной ковкой

Из углеродистых и легированных сталей машинной ковкой изготавливаются поковки для баб ковочных и штамповочных молотов; поковки для ответственных и тяжело нагруженных деталей турбин, котлов, подъемно-транспортного и горнорудного, шахтного и другого оборудования.

Ниже приведены примеры изготовления ковкой некоторых типовых поковок.

Пример 1. Поковку стального диска (табл. 19) куят под молотом из заготовки квадратного сечения сталь ЭИ-958.

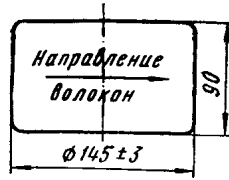
Пример 2. Поковку корпуса агрегата с отверстием из стали 38ХМЮА отковать (табл. 20) под ковочным молотом с массой падающих частей 3 т. Поковку получают из заготовки квадратного сечения 200×200 мм.

Пример 3. Ковать рабочий валок стана холодной прокатки с диаметром бочки 555 мм из слитка массой 5150 кг, стали 9Х2, на гидравлическом прессе усилием 2000 Т. Ковку валка (табл. 21) ведут с двумя осадками слитка с последующей энергичной протяжкой в связи с большим диаметром бочки (более 400 мм) и высокими требованиями к качеству металла по прочности и ударной вязкости.

При ковке заготовок из легированных сталей учитывают наличие в них легирующих элементов, которые в той или иной степени изменяют свойства металла. Легированные стали обладают меньшей теплопроводностью и пластичностью по сравнению с углеродистыми, поэтому отличаются большей склонностью к образованию трещин и легче подвергаются перегреву и пережогу. В связи с этим температурный режим нагрева их отличается от режима нагрева углеродистых конструкционных сталей.

Таблица 19

Технологический процесс ковки сплошного диска под молотом
(температурный интервал ковки 1150—850° С)



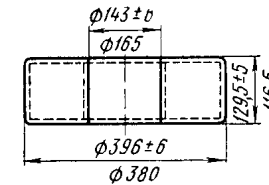
| Операция | Переходы | | Эскиз перехода | Оборудование и инструмент |
|----------|----------|---|----------------|---|
| | № п/п | наименование | | |
| I II | 1 | Резка заготовки | | Пила дисковая Печь камерная Ковочный молот массой падающих частей 2 т |
| | 2 | Нагрев заготовки: предварительный до 800° С окончательный до 1150° С | | |
| III | 1 | Ковка диска Протяжка заготовки на квадратное сечение 100×100 | | Плоские бойки, продольно-поперечные клещи, кронциркуль |
| | 2 | Сбивка углов и скругление заготовки | | Плоские бойки, продольные клещи |
| | 3 | Подкатка заготовки на круг диаметром 100 мм, длиной 220 мм Подогрев заготовки до 1150° С | | Плоские бойки, продольные клещи, кронциркуль Камерная печь |
| | 4 | Осадка цилиндрической заготовки до высоты 70 мм | | Ковочный молот с массой падающих частей 2 т, плоские бойки, поперечные клещи, кронциркуль |
| | 5 | Обкатка заготовки на диаметр 145 ± 3 мм | | Плоские бойки, поперечные клещи, кронциркуль |

Продолжение табл. 19

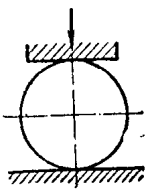
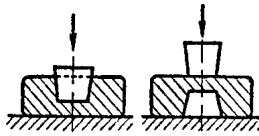
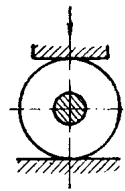
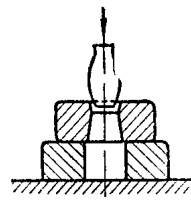
| Операция | Переходы | | Эскиз переходов | Оборудование и инструмент |
|----------|----------|---|-----------------|----------------------------|
| | № п/п | наименование | | |
| IV | 6 | Правка диска по торцам и проверка размеров поковки, указанных в эскизе перед таблицей | | Плоские бойки, кронциркуль |
| | | Охлаждение поковки в песке | | Бункер |

Таблица 20

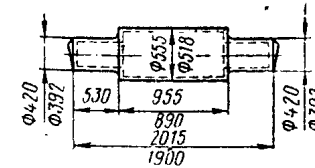
Технологический процесс ковки корпуса агрегата под молотом
(температурный интервал ковки 1100—850° С)
Материал: сталь 38ХМЮА

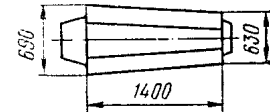
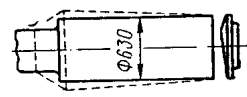
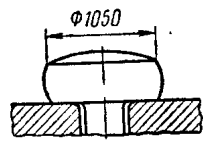
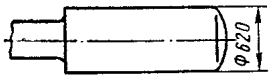


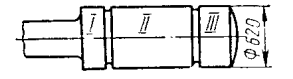
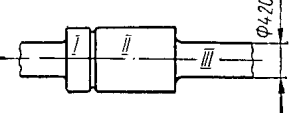
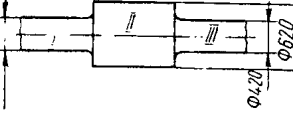
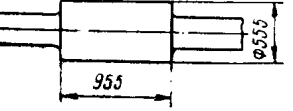
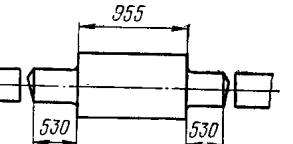
| Операция | Переходы | | Эскиз перехода | Оборудование и инструмент |
|----------|----------|--|----------------|--|
| | № п/п | наименование | | |
| I II | 1 | Резка заготовки | | Пила дисковая Двухкамерная печь |
| | 2 | Нагрев заготовки: предварительный до 800° С окончательный до 1100° С | | |
| III | 1 | Ковка корпуса Осадка заготовки до высоты 135 мм | | Ковочный молот Плоские бойки, поперечные клещи, кронциркуль |

| Операция | Переходы | | Эскиз перехода | Оборудование и инструмент |
|----------|----------|---|---|---|
| | № п/п | наименование | | |
| IV | 2 | Обкатка заготовки по диаметру |  | Плоские бойки, продольно-поперечные клещи |
| | 3 | Прошивка отверстия диаметром 140 мм с двух сторон Подогрев заготовки до 1100°С |  | Плоские бойки, поперечные клещи, прошивень Печь камерная |
| | 4 | Раскатка заготовки на оправке |  | Плоские бойки, продольные клещи, оправка |
| | 5 | Калибровка отверстия диаметром 140 мм | | Плоские бойки, поперечные клещи, калибр, кольцо |
| | 6 | Поправка поковки по торцам и проверка размеров, указанных в эскизе поковки перед таблицей | | Плоские бойки, кронциркуль |
| | 7 | Клеймение поковки |  | Клейма, ручник |
| | | Охлаждение поковки в песке | | Бункер |

Технологическая схемаковки рабочего вала для стана холодной прокатки под гидравлическим прессом (температурный интервалковки 1150—800°С). Материал: сталь 9Х2



| № выплоса | Операции и переходы | Эскиз переходов | Оборудование и инструмент |
|-----------|--|---|--|
| 1 | Исходный слиток |  | |
| | Ковка цапфы Обжатие граней (биллетирование), ковка на диаметр 630 мм Рубка поддона |  | Пресс усилием 2000 Т Бойки: верхний плоский, нижний вырезной; патрон Топор односторонний |
| | 2 | Осадка слитка на диаметр 1050 мм |  |
| 3 | Протяжка на диаметр 620 мм |  | Бойки: верхний плоский, нижний вырезной; патрон, кронциркуль |
| | Осадка на диаметр 1050 мм Протяжка на диаметр 620 мм | | Плиты: верхняя сферическая, нижняя плоская с отверстием Бойки: верхний плоский, нижний вырезной; патрон |

| № выноса | Операции и переходы | Эскиз переходов | Оборудование и инструмент |
|----------|--|---|---|
| | Разметка и при-сечка участков ва-ла I, II и III |  | Кронциркуль, раскат-ка |
| | Ковка участка III (конца со сто-роны поддона) в меру |  | Бойки: верхний пло-ский, нижний вырезной, кронциркуль |
| | Ковка участка I (конца со стороны прибыли) в меру |  | Бойки: верхний пло-ский, нижний вырезной; патрон, кронциркуль |
| 4 | Ковка участка II — бочки в меру |  | Бойки: верхний пло-ский, нижний вырезной; патрон, кронциркуль |
| 5 | Обрубка концов (рубка излишков) | | Бойки: верхний пло-ский, нижний вырезной; патрон, кронциркуль, то-поры односторонние — правый и левый |
| 6 | Правка и отдел-ка согласно разме-рам, указанным в эскизе поковки пер-ед таблицей |  | Плоские бойки, пло-ские раскатки, сподки |
| 7 | Охлаждение по-ковки | | Бункер |

Для холодных слитков температурный режим нагрева состоит из трех периодов. В начале нагрева, когда сталь обладает низкой теплопроводностью и малой пластичностью, предварительный обогрев слитка ведут медленно и осторожно до температур 600°C , а для особенно хрупких — до 800°C . Последующий окончательный нагрев до температур начала ковки ведут быстро, не опасаясь образования трещин. Третий период нагрева слитка из легированной стали заключается в том, что нагретый металл выдерживают при

постоянной температуре, соответствующей температуре начала ковки с целью выравнивания температуры по всему сечению слитка. Этот период нагрева называется выдержкой. Для горячих слитков, не остывших после отливки, время нагрева их перед ковкой значительно сокращается за счет первого периода, с учетом температуры как поверхности, так и сердцевины, а также за счет третьего периода — выдержки, так как выравнивание температуры по всему сечению слитка проходит быстрее. Прокатанные заготовки квадратного и круглого сечения размером до 100 мм из легированных сталей нагревают со скоростью, рекомендуемой для высокоуглеродистых сталей.

Общая продолжительность нагрева заготовок из легированных сталей больше продолжительности нагрева заготовок такого же сечения из углеродистых конструкционных сталей.

Температурный режим ковки заготовок из легированных сталей (вполне определенный для каждой марки) необходимо выдерживать с высокой точностью. Поковки деталей ответственных изделий из легированных сталей можно получить, соблюдая следующие рекомендации:

ковку следует выполнять на молотах или прессах с повышенной мощностью;

для лучшей проработки осевой зоны поковки ковать заготовку желательно с применением операций осадки и протяжки, способствующих заварке осевых дефектов слитка;

осадку слитков из высоколегированной стали лучше вести на сферических плитах, а протяжку — на вырезных бойках соответствующих размеров;

вследствие того, что температурный интервал ковки легированных сталей небольшой, бойки молота и прессов, а также подкладной инструмент, применяемый при ковке, подогревать до температуры $400\text{--}500^{\circ}\text{C}$, чтобы уменьшить охлаждение металла от контакта с ними;

охлаждать готовые поковки из легированных сталей в специальных устройствах: отапливаемых колодцах, термостатах, бункерах с песком или шлаком для обеспечения равномерного и медленного остывания их до нормальной температуры.

§ 98. Пример назначения величины припуска на ковку деталей из углеродистой и легированной стали и определения размеров и массы заготовки

Пример. Отковать под молотом из легированной стали 38ХМЮА корпус агрегата, представляющий собой диск с отверстием (рис. 176, а). Необходимо определить массу и размеры заготовки. Решение задачи разбивается на следующие этапы.

Первый этап — составление чертежа поковки. Вычертив тонкими штриховыми линиями контур детали, определим основные размеры поковки согласно ГОСТ 7829—70. По табл. 8 упомянутого ГОСТа назначаем припуски на механическую обработку и допуски на ковку, принимая деталь как диск с отверстием, у которого соотношение размеров соответствует $H \leq D$ и $d \leq 0,5 D$.

Припуск и допуск на $D=380$ мм составит $a=18\pm 5$ мм, а на высоту $H=116,5$ мм; $\sigma=13\pm 4$ мм. Припуск на диаметр отверстия $d=165$ мм будет $c=25\pm 5$ мм (так как $D-d=380-165=215$ мм). Таким образом, поковочные размеры корпуса агрегата будут соответственно равны:

диаметр $D_1=D+a=380+18\pm 5=398\pm 5$ мм;

высота $H_1=H+\sigma=116,5+13\pm 4=129,5\pm 4$ мм;

диаметр отверстия $d_1=d-c=165-25\pm 5=140\pm 5$ мм.

На основании этих данных чертеж поковки принимает вид контура, обведенного жирными линиями вокруг контура детали (рис. 176, б). На чертеже проставляем полученные размеры и допуски на ковку.

Второй этап — определяем объем и массу поковки корпуса агрегата. Объем поковки

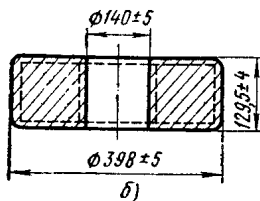
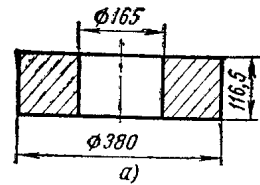


Рис. 176. Чертежи корпуса агрегата (а) и поковки этого изделия (б)

Третий этап — определение объема и массы исходной заготовки. Объем заготовки будет $V_{\text{заг}} = V_{\text{пок}} + V_{\text{отх}} + V_{\text{уг}}$ см³. При прошивании отверстия прошивнем диаметром 140 мм высота выдры будет равна $\frac{1}{3}$ от полной высоты поковки H_1 . Таким образом, объем отхода на выдру будет равен:

$$V_{\text{выд}} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot h \text{ см}^3; \quad h = \frac{H}{3} = \frac{129,2}{3} = 43,2 \text{ мм};$$

$$V_{\text{выд}} = \frac{3,14 \cdot 14^2}{4} \cdot 4,32 = 664 \text{ см}^3.$$

Считаем, что поковка будет изготовлена за один нагрев и один подогрев, поэтому потери на угар примем в размере 3% от объема заготовки. Объем поковки с выдрой $V_{\text{пок}} = 14110 + 664 = 14774$ см³. Тогда объем металла, ушедшего на угар

$$V_{\text{уг}} = 14774 \cdot 0,03 = 443,2 \text{ см}^3.$$

В итоге объем исходной заготовки

$$V_{\text{исх}} = 14110 + 664 + 443,2 = 15217,2 \text{ см}^3.$$

Масса исходной заготовки

$$M_{\text{исх}} = \frac{15217,2 \cdot 7,85}{1000} = 119,5 \text{ кг}.$$

Четвертый этап — определение размеров заготовки, исходя из соображений удобства осадки ее под молотом и получения рекомендуемого отношения высоты к диаметру или стороне квадрата. Заготовку выбираем квадратного сечения размером 200×200 мм. Площадь поперечного сечения заготовки $F_{\text{заг}} = 400$ см², тогда длина исходной заготовки

$$L_{\text{исх}} = \frac{V_{\text{исх}}}{F_{\text{заг}}} = \frac{15217,2}{400} = 38,0 \text{ см}.$$

В этом случае отношение длины заготовки к стороне квадрата ее сечения будет

$$\frac{L}{B} = \frac{38,0}{20} = 1,9,$$

что допустимо, так как не превышает предельной 2,5.

Таким образом, размеры исходной заготовки для изготовления поковки корпуса агрегата принимаются: длина 380 мм, сторона квадратного сечения 200 мм.

§ 99. Режимковки на молотах и прессах

При ковке под молотами — машинами динамического воздействия на заготовку скорость движения верхнего бойка в момент соприкосновения с горячим металлом достигает 7—8 м/с и за время около 0,001 с к концу удара падает до нуля. При ковке, в особенности крупных поковок, усилие удара бойка не успевает проникнуть на всю глубину заготовки, так как скорость движущихся частей молота и бойка в момент удара намного больше скорости течения металла. Поэтому при ковке под молотами деформация носит поверхностный характер, особенно в тех случаях, когда ковку ведут на молоте недостаточной мощности.

Во времяковки под гидравлическими прессами — машинами статического воздействия деформация распространяется по всему сечению заготовки, потому что верхний боек пресса развивает почти постоянное давление от момента соприкосновения с горячим металлом до конца рабочего хода, и скорость деформирования металла верхними бойками составляет 0,1—0,3 м/с. При ковке под прессом на нагретую заготовку воздействует не мгновенный удар, а продолжительное нажатие верхнего бойка, усилие которого успевает распространиться в глубину проковываемого металла.

Из сказанного видно, что технологический процессковки на прессах имеет ряд преимуществ перед ковкой на молотах. Однако многое зависит от выбора рационального режимаковки, начиная с нагрева заготовок в печи и кончая правильным подбором и использованием подкладного инструмента и приспособлений, применяемых для машиннойковки.

Так, в соответствии с продолжительностьюковки одной заготовки под молотом устанавливают рациональное количество одновременно нагреваемых заготовок с тем, чтобы, добившись ритмичной работы ковочного оборудования с нагревательной печью, обеспечить высококачественный нагрев, высокую производительность и гарантированные механические свойствапоковок.

§ 100. Рациональное применение инструмента, приспособлений при машинной ковке и примеры изготовления ковано-сварныхпоковок

Правильный выбор и рациональное использование подкладного инструмента, приспособлений и штампов позволяет значительно улучшить схему и технико-экономические показатели технологического процесса изготовленияпоковок средней и сложной конфигурации. Например, ковка деталей типа колец, осуществляемая на

паровоздушном молоте, при рациональном применении подкладного инструмента позволяет получать поковки высокой точности при высокой производительности труда.

Передовики кузнечного производства для изготовления поковок, близких по форме и размерам к готовым деталям, применяют специальный инструмент, в ряде случаев изготовленный самими кузнецами, что совершенствует и развивает технологиюковки. Рациональные способы изготовления поковок повышают производительность труда и обеспечивают гарантированный контроль точности при работе.

Рассмотрим некоторые из них. При ковке небольших партий изделий в виде колец применяют скобы и оправки для раскатки поковок до требуемых размеров по наружному диаметру кольца и по толщине стенок. Контроль толщины стенок кольца в процессе раскатки путем периодических замеров не гарантирует от перебивки, т. е. утончения стенки, и, кроме того, требует затраты времени.

Внедренные новаторами кузнечного цеха завода им. Кирова в Ленинграде приспособления, показанные на рис. 177, позволяют вести раскатку колец сильными ударами в быстром темпе, не опасаясь «перебить» поковку. Ограничители 4, приваренные электросваркой к скобе 1, гарантируют под ударами верхнего бойка получение размера a (рис. 177, а). При необходимости получения колец с другими размерами стенок приспособление легко перестроить, заменив ограничители, высота которых должна быть равна сумме диаметра d дорна 3 и заданной толщины a стенки кольца 2.

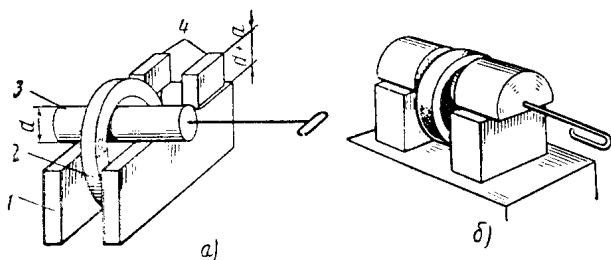


Рис. 177. Ограничители для раскатки колец сильными ударами в быстром темпе (а), оправка с углублением для раскатки колец из высоколегированных материалов (б):

1 — скоба, 2 — кольцо, 3 — дорн, 4 — ограничители

Применение оправки с углублением (рис. 177, б) при раскатке колец из материалов, отличающихся повышенной пластичностью, обеспечивает точность получаемых размеров и высокую производительность.

Калибровку внутреннего отверстия с устранением овальности всей круглой поковки, как показано на рис. 178, рационально вести с помощью пустотелой оправки 1 на плоских бойках. На подкладном кольце 3, уложенном на нижнем бойке, устанавливают по-

ковку 2 и калибровочную оправку 1, которая под воздействием верхнего бойка проходит и калибрует внутреннее отверстие детали.

Изготовление мелких и средних поковок, близких по форме и размерам к готовым деталям, не встречает серьезных затруднений. Производство же крупных и сложных поковок, близких к форме и размерам готовых деталей, стало возможным с внедрением новой технологии комбинированной обработки металлов давлением и сваркой. Созданный Институтом электросварки им. О. Е. Патона (АН УССР) метод электрошлаковой сварки открыл широкие возможности в технологии изготовления крупных и сложных поковок для ответственных деталей тяжелого машиностроения.

Вместо монолитной тяжелой поковки, производство которой связано с применением уникального оборудования, большими потерями металла в стружку при механической обработке, куют относительно несложные отдельные элементы, которые затем надежно сваривают в одно целое. Такой технологический процесс позволяет, применяя обычное оборудование кузнечных цехов, изготавливать сварные поковки, близкие по форме и размерам к крупным и сложным деталям, при значительно меньших затратах металла и станочного времени на механическую обработку.

В зависимости от размеров изделия и от возможностей кузнечно-прессовых и сборочных цехов, на отечественных заводах производят штампованные и кованные сварные поковки. Так, при изготовлении цельнокованого вала турбины для Варваринской ГЭС норма расхода металла была 103,85 т, а при выполнении его в ковано-сварном варианте норма расхода металла снизилась до 57,97 т, и продолжительность цикла изготовления вала соответственно с 50,6 снизилась до 29,4 суток.

На одном из заводов была разработана новая конструкция и внедрена технология производства сварных валов для мощных дымососов. Заготовка для вала ротора дымососа в цельнокованом исполнении весила 3225 кг и отходы в стружку достигали 1335 кг. При исполнении этого же вала в ковано-сварном варианте заготовка весит 1380 кг, а отходы в стружку не превышают 150 кг. Из этих примеров видно, что пути приближения формы и размеров поковок к готовым деталям и к повышению коэффициента использования металлов лежит в направлении внедрения прогрессивной технологииковки при одновременном совершенствовании конструкций и повышении их технологичности в сочетании с другими методами обработки, особенно со сваркой.

ГЛАВА XVII

СВЕДЕНИЯ О ПРОИЗВОДСТВЕ ПОКОВОК МЕТОДОМ ГОРЯЧЕЙ ШТАМПОВКИ

§ 101. Машины для горячей объемной штамповки

При машинной ковке металл под действием плоских или вырезных бойков свободно течет в разные стороны, и только знание за-

конов течения металла, опыт и навыки умелого кузнеца заставляют металл перемещаться в требуемом направлении.

Нам уже известны такие приемы работы, когда при завершенииковки фасонной поковки применяют подкладные штампы для того, чтобы придать поковке окончательную форму и размеры. При горячей объемной штамповке нагретую заготовку укладывают в штамп, рабочие полости которого ограничивают свободное течение металла. Металл под воздействием штамповочного оборудования заполняет полость ручья штампа и получает требуемые форму, размеры и механические свойства. Производительность горячей объемной штамповки значи-

тельно выше, чемковки, а квалификация кузнеца - штамповщика ниже.

Машинами для горячей объемной штамповки являются штамповочные молоты, штамповочные прессы, горизонтально - ковочные машины, ковочные вальцы и другое кузнечно - штамповочное оборудование.

Паровоздушный штамповочный молот двойного действия (рис. 179) работает на сжатом воздухе давлением 7 ат или от пара с давлением 9 ат. Отечественные заводы выпускают паровоздушные штамповочные молоты с номинальной массой падающих частей от 0,63 до 25 т.

От ковочных паровоздушные штамповочные молоты отличаются тем, что у них стойки станины крепятся на шаботе, благодаря чему конструкция штамповочного молота жестче и на нем достигается более точное совпа-

дение верхнего и нижнего штампов при ударе; точность движения бабы штамповочного молота обеспечивается значительным удлинением направляющих и возможностью более точного регулирования зазоров между направляющими ползуна и станины; шабот штамповочного молота по сравнению с шаботом ковочного тяжелее, масса его в 20—25 раз превышает массу падающих частей, благодаря чему можно получать высокую точность размеров изготавливаемых поковок; конструкция парораспределения и управления штамповочных паровоздушных молотов обеспечивает автоматическое качение бабы молота по весу и более широкую регулировку силы ударов.

Молотами с массой падающих частей до 9 т управляет ножной педалью штамповщик, без машиниста. Паровоздушные штамповочные молоты применяют преимущественно для штамповки из проката в многоручьевых штампах.

Устройство паровоздушного молота показано на рис. 179. На шаботе 1 смонтированы две литые стойки 3 станины, верхние части которых скрепляются анкерной подцилиндрической плитой 6, образуя жесткую станину. На шаботе установлена подштамповая подушка 2. На подцилиндрической плите 6 установлен литой цилиндр 8, усиленный ребром жесткости и приливом, внутри которого расположены каналы для подачи энергоносителя. В цилиндре перемещается поршень 7, насаженный на шток 5, который соединен с бабой 14. Цилиндр закрыт крышкой 9, в которой установлен амортизатор, предохраняющий ее от ударов поршня. Внизу цилиндр закрыт сальниковым кольцом (грундбуксой), состоящим из ряда уплотняющих деталей, в которых скользит шток.

Парораспределительное устройство состоит из цилиндрического золотника 10, осуществляющего впуск и выпуск пара или воздуха в цилиндр, и из запорного механизма дроссельного крана 11, подающего энергоноситель к золотнику. Система тяг и рычагов механизма управления обеспечивает при небольшом расходе энергоносителя автоматическое качение бабы молота с помощью саблевидного рычага 12, скользящего по скосу бабы, а педалью 15 и рычагом 13 могут осуществляться одновременно полное открытие дросселя и резкий подъем золотника.

Для нанесения удара кузнец-штамповщик нажимает на педаль 15 в тот момент, когда баба идет по направляющим 4 вниз. При сильном нажатии на педаль степень открытия дросселя и подъема золотника будет большой. Поэтому произойдет удар максимальной силы. Таким образом, обученный опытный кузнец-штамповщик в зависимости от выбора момента и силы нажатия на педаль может наносить по заготовке удары от самых слабых прилипающих ударов до самых сильных.

Бесшаботные штамповочные молоты. Паровоздушные штамповочные молоты требуют тяжелых шаботов и дорогостоящих фундаментов под них для того, чтобы снизить значительные колебания грунта при сильных ударах падающих частей. Поэтому в ряде кузнечных цехов для штамповки крупных поковок (в одноручьевых штампах) применяют паровоздушные штамповоч-

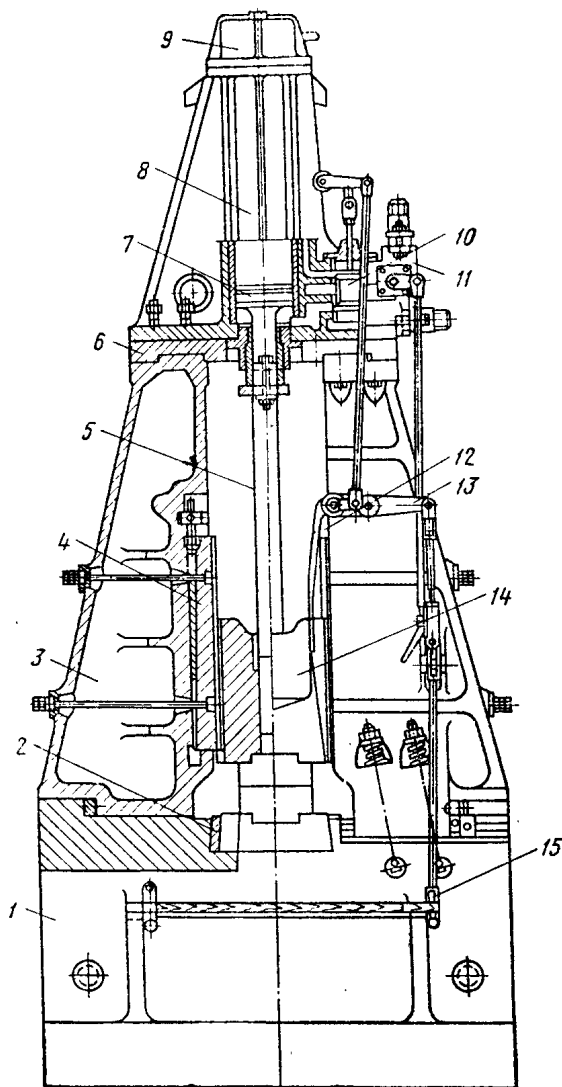


Рис. 179. Паровоздушный штамповочный молот двойного действия

ные бесшаботные молоты, у которых вместо шабота установлена вторая нижняя баба, движущаяся при ударе навстречу первой. Движение верхней бабы происходит так же, как и у обычного паровоздушного молота с золотниковым распределением. Движение нижней бабы навстречу верхней до соударения осуществляется либо ленточной, либо гидравлической связью.

В молотах с ленточной системой верхняя баба связана с нижней двумя наборными из стальных тонких полос лентами, перекинутыми через свободно вращающиеся на осях ролики. Концы лент соответственно закреплены в теле верхней и нижней баб. При движении верхней бабы вниз нижняя баба перемещается вверх навстречу ей, и соударение происходит на определенной высоте хода. Схема устройства такого бесшаботного штамповочного молота с ленточной связью показана на рис. 180, а.

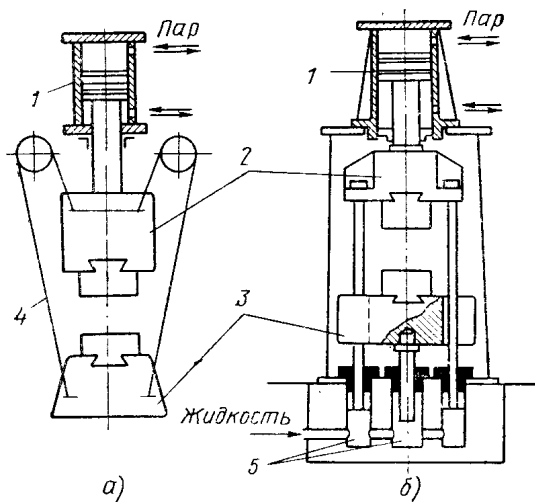


Рис. 180. Схемы бесшаботных штамповочных молотов:

а — с ленточной связью, б — с гидравлической связью; 1 — цилиндр, 2 — верхняя баба, 3 — нижняя баба, 4 — ленточная связь, 5 — гидравлическая связь

сечения двух малых цилиндров равна сечению большого, поэтому скорости движения нижней и верхней бабы равны. Схема устройства паровоздушного штамповочного бесшаботного молота с гидравлической связью показана на рис. 180, б.

Обе системы связи обеспечивают постоянную направленность движения, длину хода и равные скорости (в момент удара) для верхней и нижней бабы.

Подвижность нижнего бойка затрудняет манипулирование при работе в многоручьевом штампе, так как для поворота, перемещения и укладки заготовки необходимо опустить нижнюю бабу, приостановив молот. Поэтому бесшаботные паровоздушные молоты эффективно используют при штамповке тяжелых и сложных поковок в одноручьевом штампе из заготовок, предварительно откованных

на молотах или гидравлических прессах. Так штампуют коленчатые валы, шатуны, шестерни, фланцы и другие подобные им поковки.

Фрикционные штамповочные молоты, так называемые падающие с доской, с ремнем и др., относятся к молотам простого действия. Они работают от индивидуального электропривода. Технические характеристики штамповочных фрикционных молотов с доской приведены в табл. 22.

Таблица 22

Параметры штамповочных молотов с доской

| Наименование параметров | Количественные показатели | | | |
|--|---------------------------|----------|----------|----------|
| Номинальная масса падающих частей, кг | 500 | 750 | 1000 | 1500 |
| Рабочий ход бабы (регулируемый), мм | 900—1400 | 900—1450 | 900—1450 | 900—1500 |
| Наименьшая высота штампа без хвостовиков, мм | 180 | 220 | 220 | 260 |
| Расстояние между направляющими в свету, мм | 450 | 500 | 550 | 660 |
| Размер бабы перпендикулярно плоскости чертежа, мм | 350 | 400 | 450 | 600 |
| Размер штамподержателя перпендикулярно плоскости чертежа, мм | 600 | 650 | 700 | 800 |
| Число ударов в минуту, не менее | 42 | 40 | 40 | 38 |

Фрикционные штамповочные молоты с доской применяют для штамповки мелких и, главным образом, тонких поковок типа ножей, вилок, ножниц, медицинского инструмента, деталей швейных машин, а также для холодной правки штампованных поковок после обрезки заусенцев.

На рис. 181 изображен фрикционный штамповочный молот с доской. В кузнечно-штамповочных цехах ряда предприятий на фрикционных штамповочных молотах прижим роликов к подъемным доскам осуществляют с помощью пневматических устройств.

Кривошипные горячештамповочные прессы являются прогрессивным видом кузнечного оборудования и применяются для штамповки деталей различной формы. На них можно получать поковки такие же, как и под паровоздушными штамповочными молотами, но со значительно меньшим расходом металла за счет уменьшения припусков, напусков, штамповочных уклонов и потерь на обрезку.

Кузнечно-штамповочные цехи, оснащенные кривошипными горячештамповочными прессами и нагревательными устройствами к ним для безокислительного и скоростного нагрева заготовок, отличаются высокой производительностью, постоянством размеров поковок и значительно улучшенными условиями труда, так как при

этом устраняются обычные для кузниц шум и сотрясение от ударов падающих частей, задымленность атмосферы и теплооблучение работающих, благодаря механизации и автоматизации средств нагрева.

Кривошипные ковочно-штамповочные прессы отечественного производства с номинальными усилиями от 630 до 8000 Т предназначены для различных штамповочных и калибровочных работ с применением специальных штампов. На рис. 182 показан пресс К-864. Кинематическая схема кривошипного горячештамповочного прессы отличается от кинематической схемы кривошипного ковочного прессы на рис. 173 наличием фрикционного предохранителя и вспомогательного тормоза для остановки зубчатого колеса. Кроме того, ползун прессы увеличен по длине за счет хвостовой части, прилитой к блоку, что повышает точность перемещения ползуна.

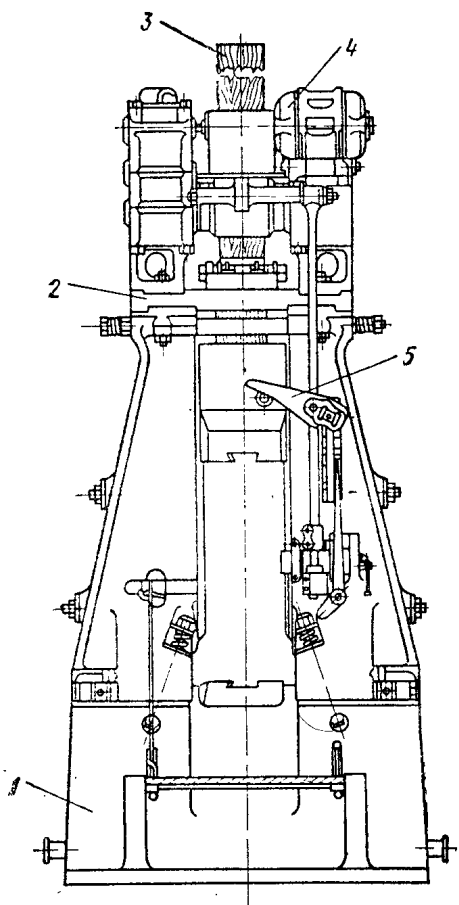


Рис. 181. Фрикционный штамповочный молот с доской:

1 — шабот, 2 — стальная плита, 3 — доска, 4 — электродвигатель, 5 — кулак, регулирующий высоту хода бабы

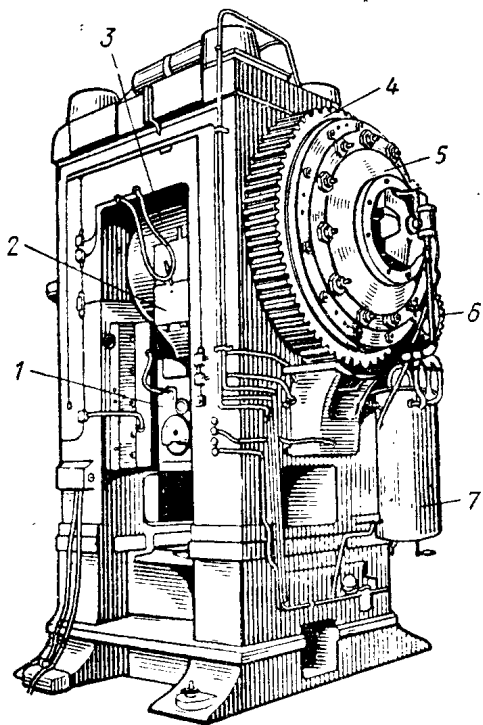


Рис. 182. Кривошипный ковочно-штамповочный пресс К-864:

1 — ползун, 2 — шатун, 3 — главный вал, 4 — шестерня большая (ведомая), свободно сидящая на валу, 5 — пневматическая многодисковая фрикционная муфта, 6 — шестерня малая (ведущая), 7 — ресивер сжатого воздуха, питающий пневматическую систему прессы

Клиновья конструкция стола обеспечивает регулировку величины закрытой высоты прессы и облегчает устранение «заклинивания» ползуна.

Удаление поковки из верхней и нижней полостей штампа осуществляется с помощью механических выталкивателей, размещенных в ползуне и в столе прессы. Верхний выталкивающий механизм работает от системы рычагов, смонтированных в ползуне прессы, а нижний — от рычагов, размещенных в столе и соединенных с помощью тяги с эксцентриком на главном валу прессы.

Управление прессыом пневматическое и осуществляется кнопками или ножной педалью. Пресс может работать в трех режимах: толчками при наладке штампов, одиночными и непрерывными автоматическими ходами.

Перечисленные конструктивные особенности кривошипных ковочно-штамповочных прессы позволяют производить на них ковку-штамповку также в закрытых штампах, где формоизменение происходит без уширения при полном боковом давлении металла на стенки штампа сразу же с момента начала деформации.

Единственным недостатком прессы является необходимость предварительной протяжки и подкатки заготовки на другой машине, если сечение детали по продольной оси переменное.

Фрикционные винтовые прессы (рис. 183) применяют для горячей штамповки деталей различной конфигурации из сталей и цветных сплавов. На этих прессых можно производить разнообразные работы: штамповку, гибку, правку и калибровку поковок в горячем и холодном состоянии. Благодаря наличию выталкивающего устройства, можно удалять поковку из нижнего штампа. Эти возможности фрикционного прессы приближают его к кривошипным горячештамповочным

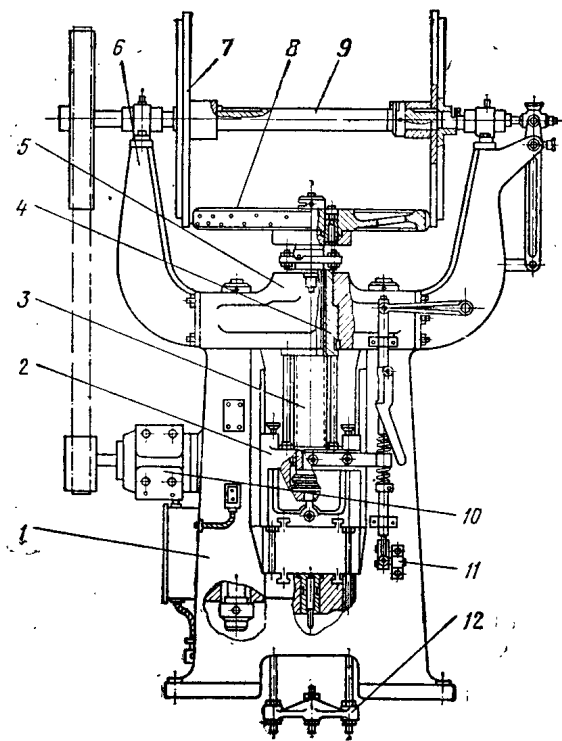


Рис. 183. Фрикционный винтовой двухдисковый пресс:

1 — станина прессы, 2 — ползун, 3 — винт, 4 — гайка винта, 5 — траверса, 6 — кронштейн трансмиссии, 7 — диски (левый и правый), 8 — маховик, 9 — вал привода, 10 — электродвигатель, 11 — рукоятка управления, 12 — выталкиватель

прессам. Отсутствие опасности заклинивания и поломки узлов преса при избытке металла в заготовке, в отличие от прессов с жестким ходом ползуна, является его преимуществом перед ними. Однако винтовые прессы тихоходны, они имеют малую скорость ползуна и небольшой запас кинетической энергии.

Двухдисковые фрикционные винтовые прессы, выпускаемые отечественной промышленностью, имеют номинальное усилие от 40 до 630 т с числом ходов ползуна от 39 до 11 в минуту.

За последние годы для успешного решения технологических проблем получения точной объемной штамповки сложных поковок из труднодеформируемых и малопластичных сплавов разработаны и внедряются в производство принципиально новые кузнечно-прессовые машины, которые работают в комбинированном режиме силового воздействия на деформируемую заготовку. Созданы гидровинтовые пресс-молоты, работа которых основана на принципе совместного и одновременного воздействия на обрабатываемую заготовку от удара и от нажатия. Удар получают в результате разгона подвижных частей — вращающегося шпинделя и маховика, а нажатие от давления жидкости в гидравлическом передаточном механизме. Благодаря такому характеру приложения рабочих усилий к заготовке, в штампе создаются условия регулирования скорости и точного дозирования энергии в момент удара, чем расширяются возможности выбора оптимальных (наилучших) технологических режимовковки-штамповки.

Сейчас в Советском Союзе и за рубежом разрабатывают и эксплуатируют винтовые шпиндельные молоты-прессы с гидравлическим приводом усилием до 4000 Т, применяемые для ряда технологических операций при обработке металлов давлением. На рис. 184, а показан гидровинтовой молот-пресс модели LVH, созданный машиностроительной фирмой ZDAS (Чехословакия), которая может поставлять машины с диаметром шпинделя от 160 до 630 мм.

Принцип работы этой машины показан на схеме (рис. 184, б) и заключается в том, что под действием жидкости высокого давления на поршень 1 гидравлического цилиндра 2, ползун-рама 4, соединенная со штоком 3 и несущая в верхней поперечине штамп 5, совершает движение вниз в надежных направляющих станины 7. Гайка 8, установленная в нижней поперечине ползуна-рамы, с ходовой несамотормозящей резьбой приводит во вращательное движение шпиндель 9 и плотно посаженный на его нижнем конце маховик 10.

При рабочем ходе ползун-рамы 4 маховик 10 накапливает кинетическую энергию вращательного движения, которая одновременно с энергией высокого давления жидкости расходуется на деформирование металла при встрече верхней половины штампа 5 с заготовкой, уложенной в нижней половине штампа 6.

Подъем ползун-рамы 4 после рабочего хода совершается жидкостью гидропривода, поданной в подпоршневую полость гидравлического цилиндра 2. Удлиненная ползун-рама обеспечивает хо-

рошее направление для выполнения высоко точных штамповок при условии эксцентричнойковки. В конструкциях машин модели LVH, развивающих усилия больше 1000 Т, цилиндры гидропривода так же, как и винтовой шпиндель с маховиком, расположены ниже уровня пола, что облегчает обслуживание и повышает условия безопасности работы.

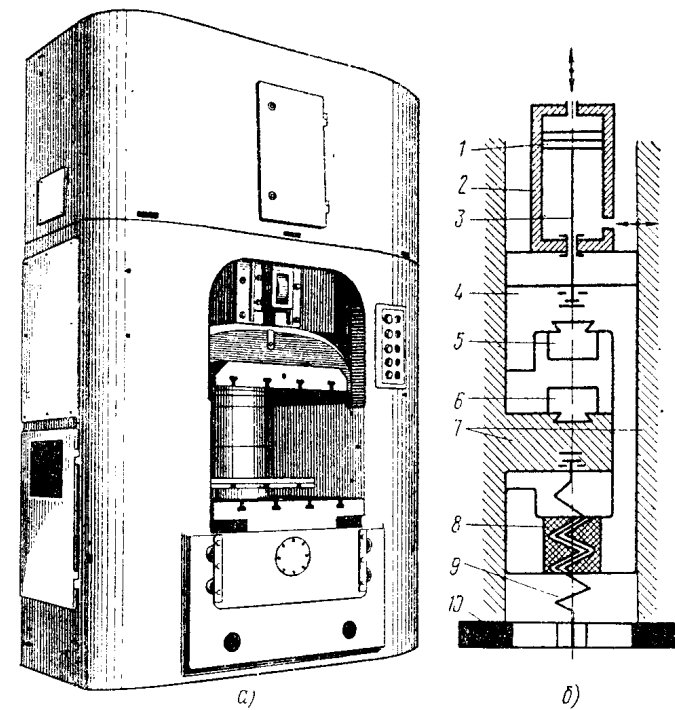


Рис. 184. Гидровинтовой молот-пресс LVH:

а — общий вид, б — схема; 1 — поршень гидроцилиндра, 2 — цилиндр, 3 — шток, 4 — ползун-рама, 5 — верхний штамп (боек), 6 — нижний штамп, 7 — направляющие станины, 8 — гайка, 9 — винт-шпиндель, 10 — маховик

Обрезные прессы. При горячей открытой штамповке под молотами и прессами на поковках образуется заусенец (облой), который необходимо удалить — обрезать. Для этой цели применяют обрезные прессы.

Потребная мощность обрезного преса определяется по расчету сечения заусенца, подвергаемого срезу. Практически принято считать, что на каждую тонну падающих частей штамповочного молота достаточно 100 Т усилия устанавливаемого при нем обрезного преса. Отечественные заводы выпускают кривошипно-обрезные прессы усилием от 100 до 1600 Т. Такой пресс (рис. 185) имеет двухстоечную станину 5, на верхней части 1 которой расположен механизм привода и передачи движения от главного вала 6 ползуну 8 и к боковому ползуну 11. На подштамповой плите 10 уста-

навливают обрезные штампы для прошивки отверстий и обрезки облоя по периметру поковки. Боковой ползун 11 служит для прошивки перемычек в штампованных деталях (поковках) и может быть использован для отрубки концов и резки мелкого профиля при установке соответствующих штампов.

Горизонтально-ковочные машины применяют в кузнечно-штамповочных цехах для штамповки способом высадки и прошивки поволоков, близких к телам вращения. На горизонтально-ковочных машинах поковки (детали) получают из длинных прокатанных штанг или из нарезанных от них мерных заготовок.

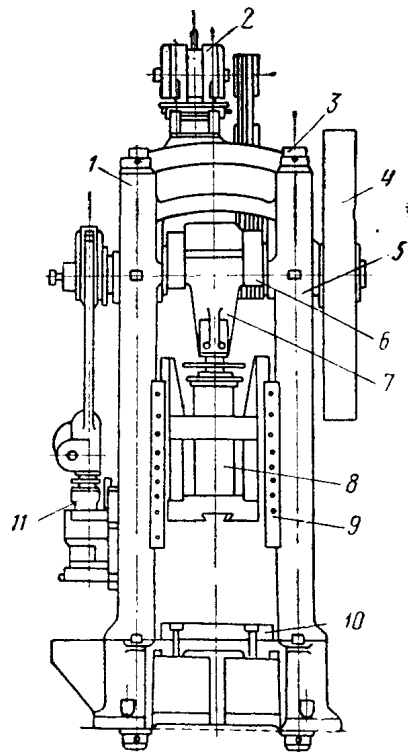


Рис. 185. Кривошипный обрезной пресс:

1 — головка станины, 2 — электродвигатель, 3 — гайка стяжного болта, 4 — маховик, 5 — двустоечная станина, 6 — главный вал, 7 — шатун, 8 — ползун, 9 — направляющие, 10 — подштамповая плита, 11 — боковой ползун

Горизонтально-ковочная машина для высадки поволоков из прутка диаметром 50 мм показана на рис. 186. Станина горизонтально-ковочной машины литая, имеет вид открытой сверху коробки со стенками, усиленными ребрами жесткости. Жесткость верхней части станины усиливается стяжкой продольными и поперечными болтами. Для приема готовых (отделившихся от прутка) поволоков в нижней правой стороне станины имеется отверстие с желобом, выходящим в приямок.

Ориентировочные данные о горизонтально-ковочных машинах приведены в табл. 23.

Таблица 23

Ориентировочные данные о минимальной производительности горизонтально-ковочных машин и диаметрах прутков и поволоков в зависимости от усилия машины

| | | | | | | | | | | | | |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
| Номинальное усилие машины, Т | 100 | 160 | 250 | 400 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
| Часовая производительность, кг | 25 | 60 | 85 | 170 | 480 | 625 | 850 | 1200 | — | — | — | — |
| Наибольший диаметр обрабатываемого прутка, мм | 20 | 40 | 50 | 80 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 210 | 240 | 270 |
| Наибольший диаметр поволока, мм | 40 | 55 | 70 | 100 | 135 | 155 | 175 | 195 | 225 | 255 | 275 | 315 |

Чеканочные прессы. Чеканочные кривошипно-коленные прессы (схема показана на рис. 174) предназначены для холодной калибровки или чеканки предварительно штампованных поволоков на молотах и прессах. Калибровку-чеканку применяют для повышения точности размеров поволока и получения поверхности высокого качества, не требующей дальнейшей механической обработки.

Особенностью конструкции кривошипно-коленного прессы является наличие в нем шарнирно-рычажного механизма, которым передается (через дополнительный шарнир и рычаг) усилие от коленчатого вала к ползуну, и мощной станины, обеспечивающей жесткую конструкцию системы. Шарнирный механизм состоит из двух сочлененных рычагов, один из которых (верхний) упирается в неподвижную часть станины прессы, а второй (нижний) соединен с ползуну прессы.

Отечественные заводы изготовляют чеканочные прессы с номинальными усилиями от 63 до 3150 Т.

Ковочные вальцы. При изготовлении большого количества мелких поволоков простой формы пользуются методом прокатки.

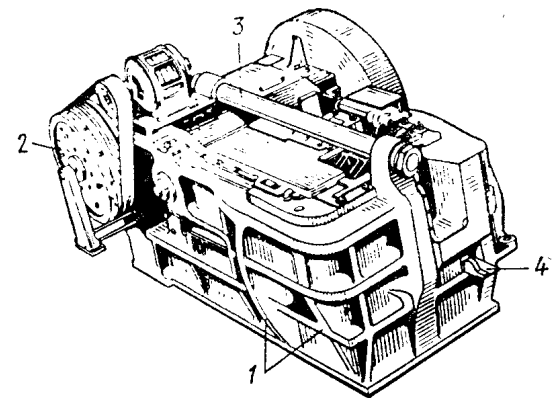
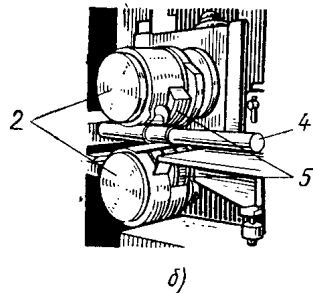
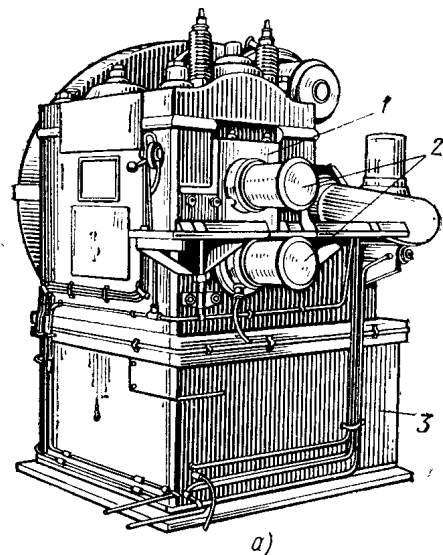


Рис. 186. Горизонтально-ковочная машина:

1 — станина, 2 — фрикционная муфта, 3 — продольный болт, 4 — педаль

Для различного вида горячего прокатывания металла как в продольном, так и в поперечном направлении, служат специальные прокатные станы. К группе этих машин относятся ковочные вальцы



двухопорного и консольного типов. Ковочные вальцы двухопорного типа применяют для изготовления поковок периодического профиля, а ковочные вальцы консольного типа — как заготовительную машину к кривошипному ковочно-штамповочному прессу. Их встраивают в линию для подкатки и протяжки заготовок при изготовлении поковок, форма которых требует применения этих предварительных операций.

Применение ковочных вальцов значительно повышает производительность прессов и позволяет использовать при штамповке обычный сортовой прокат, имеющий менее точные размеры, и помогает удалять окалину с поверхности заготовки. На рис. 187, а и б показаны ковочные вальцы консольного типа и валки, на которых установлены секторные штампы.

Рис. 187. Ковочные вальцы консольного типа:

а — общий вид, б — вальцы в работе; 1 — клеть, 2 — валки, 3 — станина, 4 — заготовка, 5 — секторные штампы

§ 102. Горячая штамповка и ее преимущества перед ковкой

В крупносерийном и массовом производствах обработку давлением осуществляют преимущественно методом штамповки, так как при этом поковки в партии могут быть получены одинаковые по форме и объему, с большой точностью размеров при хорошем качестве поверхности и с уменьшенными припусками на обработку по сравнению с поковками, получаемыми ковкой. Штампованные поковки всегда более близки по форме и размерам к готовой детали.

Применение горячей объемной штамповки вместоковки приводит к повышению производительности труда в кузнечном цехе и снижению трудоемкости в механических цехах. Точность размеров штампованных деталей позволяет уменьшить припуски на механи-

ческую обработку, благодаря чему значительно сокращается расход металла на деталь. Способ спаренной и многошпучной штамповки для одновременного получения двух и более поковок, наряду с повышением производительности труда, дает значительную экономию металла, увеличивает коэффициент использования металла в кузнечно-штамповочном цехе и по заводу.

В механических цехах снижение трудоемкости при обработке штамповочных деталей обеспечивается еще и тем, что благодаря идентичности базовых размеров поковок представляется возможность применять многоместные приспособления и механизировать питание металлорежущих станков заготовками.

Технологический процесс горячей объемной штамповки деталей на молоте или кривошипно-штамповочном прессе состоит из следующих основных последовательно проводимых операций: рубки заготовки, нагрева заготовки, штамповки, обрезки облоя (заусенцев), термической обработки, очистки от окалины и поверхностных дефектов, правки и калибровки. При этом обрезка облоя, очистка от окалины, заточка поверхностных дефектов, правка и калибровка являются отделочными операциями.

При горячей объемной штамповке происходит главным образом осадка металла и раздача его от середины к краям полости штампа. Нагретую заготовку определенного размера и формы помещают в полость нижней половины штампа (рис. 188, а), в которой металл под воздействием каждого удара на верхнюю половину штампа потечет согласно закону наименьшего сопротивления как в полость, так и в зазоры между незамкнувшимися еще половинками штампа, образуя заусенец раньше, чем металл заполнит всю полость штампа (рис. 188, б). Когда заусенец становится тонким и подстывает, то сопротивление истечению металла в зазоры значительно возрастает. Поэтому металл заготовки потечет в направлении труднозаполняемых полостей штампа (рис. 188, в), и окончательная штамповка произойдет при последних ударах штамповочного молота или пресса.

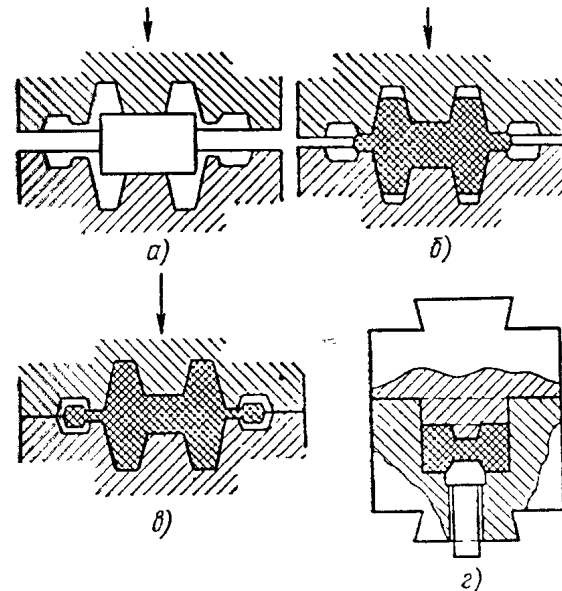


Рис. 188. Схема течения металла при штамповке: а, б, в — в открытом штампе, г — в закрытом (безоблойном)

Такой способ получения поковок называется штамповкой в открытых штампах. При этом способе часть металла заготовки в виде заранее предусмотренного излишка выходит в облой, вытека в специально выполненную по размеру штампа канавку, образуя заусенец, который постепенно оформляется на поковке с каждым рабочим ходом ковочного агрегата.

Если характер течения металла при заполнении рабочей полости штампа определяется отсутствием полостей для вытекания облоя, то в этом случае штамповку ведут в закрытых штампах (рис. 188, з). При этом способе в заготовке не предусматривают излишки металла для образования облоя, поэтому такая штамповка называется безоблойкой. Штамповка в закрытых штампах обеспечивает высокие механические свойства поковок. Это объясняется тем, что металл деформируется по схеме всестороннего неравномерного обжатия, и после пластической деформации волокна, ориентированные в направлении контура поковки, не перерываются при обрезке заусенцев.

Наиболее подходящим оборудованием для ведения штамповки в закрытых штампах являются кривошипные горячештамповочные, гидравлические прессы, а также и горизонтально-ковочные машины.

§ 103. Повышение точности поковок после штамповки

Для получения точных размеров и высокого качества поверхности поковок с исключением последующей механической обработки применяют дополнительные отделочные операции после штамповки. В число дополнительных отделочных операций входят калибровка плоскостная или объемная в горячем, полугорячем и холодном состоянии (чеканка).

Степень повышения точности размеров и качества поверхности поковок зависит от способа калибровки, от температуры нагрева металла, а также от оборудования, на котором выполняется калибровка.

При плоскостной калибровке металл течет неограниченно в стороны, перпендикулярные направлению обжима. При объемной калибровке свободное течение обжимаемого металла ограничено, а излишек его выходит в заусенец.

Горячая калибровка бывает обычно объемной. Выполняют ее немедленно после горячей обрезки заусенца с одного нагрева со штамповкой. Образовавшийся вторичный заусенец удаляют после охлаждения поковки. Горячую калибровку осуществляют в чистовом ручье штампа, устанавливаемого на штамповочном молоте или фракционно-винтовом прессе, но лучше эту операцию выполнять на кривошипном горячештамповочном прессе.

Холодная калибровка — чеканка может быть плоскостной и объемной, но выполнять ее рекомендуется только на чеканочных кривошипно-коленных прессах в специальных чеканочных штампах.

Полугорячую калибровку осуществляют на чеканочных прессах при калибровке поковок из низкопластичных сталей. Для этого защищенную от окалины и поверхностных дефектов поковку нагревают в печах с защитной безокислительной атмосферой. Температура нагрева должна быть не ниже 600°C и не выше температуры структурных превращений для данной стали.

Подвергаемые холодной калибровке поковки предварительно очищают от окалины и поверхностных дефектов.

§ 104. Классификации штампов

В зависимости от вида оборудования, на котором устанавливают штампы, их можно подразделить на следующие девять групп: молотовые, калибровочные, правочные для молотов; штамповочные, калибровочные для кривошипно-ковочных штамповочных прессов;

высадочные, калибровочные, правочные и штамповочные (на фрикционные прессы);

простые и комбинированные (на обрезные прессы);

высадочные, многоручьевые, обрезные и просечные в виде отдельных ручьев в них (для горизонтально-ковочных машин);

чеканочные (для чеканочных прессов);

секторы вальцовочные (для ковочных вальцев);

гибочные (для горизонтально-гибочных машин) и штампы для ковочных машин узкого назначения.

Перечисленные штампы могут быть подразделены по технологическому, конструктивному и другим признакам.

В зависимости от вида деформации и характера металла при заполнении рабочей полости штампы делятся на открытые для штамповки с заусенцем и закрытые — безоблойные.

По конструктивному признаку различают штампы с одной плоскостью разъема, с двумя плоскостями разъема, цельноблочные и со вставками в блоках, сборные в пакетах и другие.

По количеству ручьев штампы разделяются на одноручьевые (рис. 189, а) и многоручьевые (рис. 189, б).

Одноручьевые штампы применяют для производства простых по форме поковок или же для штамповки заготовок, предварительно подготовленных ковкой или прокатыванием. Эта подготовка состоит в перераспределении металла с целью приближения сечения заготовки к форме будущей поковки.

Многоручьевые штампы применяют для изготовления поковок сложной формы, у которых отдельные сечения резко отличаются друг от друга. В каждом отдельном ручье многоручьевого штампа исходная заготовка последовательно формоизменяется, превращаясь в поковку нужной формы (рис. 190).

В крупносерийном и массовом производстве в основном применяются многоручьевые штампы. Ручьи многоручьевого штампа можно классифицировать следующим образом:

заготовительные, в задачу которых входит перераспределение объемов катаной заготовки и приближение их к форме поковки;

штамповочные, в которых поковке придаются окончательная форма и размеры;

отрезные ножи, применяемые для отделения полученной поковки от прутка или клещевины.

Заготовительные ручки, в свою очередь, в зависимости от характера выполняемых работ, подразделяются на формовочный, пережимной, подкатной, протяжной, гибочный и площадку для осадки заготовок.

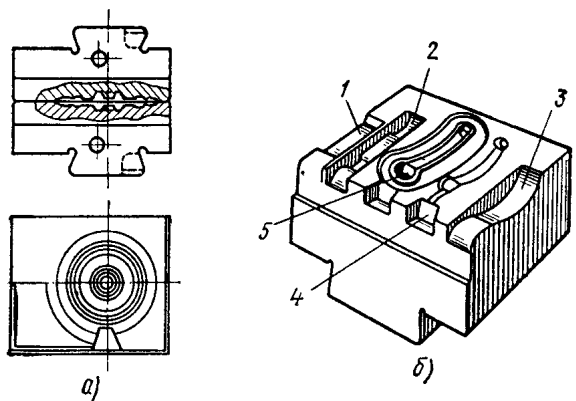


Рис. 189. Молотовые штампы:

а — одноручевой с площадкой для осадки заготовки, б — многоручевой; ручки: 1 — протяжной, 2 — подкладной, 3 — гибочный, 4 — предварительный (черновой), 5 — окончательный (чистовой)

Формовочный ручей придает заготовке форму, близкую к форме поковки в плоскости разъема штампа. В формовочном ручье, как правило, по заготовке делается один удар. В следующий штамповочный ручей заготовку переносят с кантовкой на 90°.

Пережимной ручей служит для разгонки заготовки поперек оси при небольшом перемещении металла вдоль оси, что облегчает заполнение полости последующего ручья. В следующий штамповочный ручей заготовку подают без кантовки.

Подкатной ручей необходим для набора металла, т. е. увеличения одних поперечных сечений заготовки за счет уменьшения других, и для перемещения объема металла вдоль оси заготовки. Работа выполняется за несколько ударов с кантовкой на 90° после каждого из них.

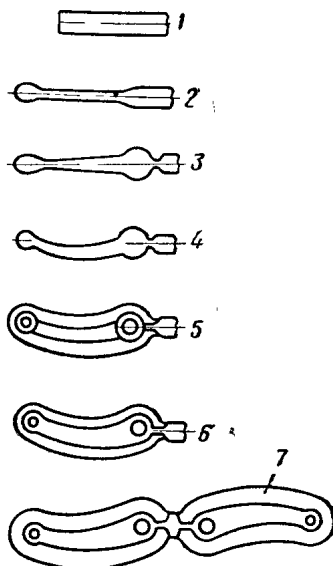


Рис. 190. Последовательность переходов изготовления поковки:

1 — заготовка, подвергнутая 2 — протяжке, 3 — подкатке, 4 — гибке, 5 — предварительной штамповке, 6 — окончательной штамповке, 7 — с того же нагрева последовательно отштампованная вторая поковка из парной заготовки

Протяжной ручей служит для уменьшения площадей поперечного сечения отдельных участков заготовки при увеличении их длины. Протяжку заготовки ведут при смещении заготовки вдоль оси протяжки и с поворотом вокруг нее на 90° после каждого удара.

Гибочный ручей предназначается для изгиба заготовки. Гибку выполняют одним-двумя ударами, после чего заготовку переносят в следующий штамповочный ручей с кантовкой на 90°.

Площадка для осадки представляет собой плоскую поверхность, чаще всего на левом переднем углу штампа, на которой перед штамповкой заготовки в торец уменьшают высоту заготовки. При осадке заготовки происходит удаление окалины с ее поверхности.

Штамповочные ручки разделяются на предварительные — черновые и окончательные — чистовые.

Предварительный черновой штамповочный ручей служит, главным образом, для разгрузки и уменьшения износа окончательного чистового ручья. В черновом штамповочном ручье образуется предварительная форма поковки.

Окончательный чистовой штамповочный ручей служит для придания точной формы и размеров горячей поковки с учетом величины усадки при охлаждении. По контуру поковки в плоскости разъема штампа образуется облой (заусенец).

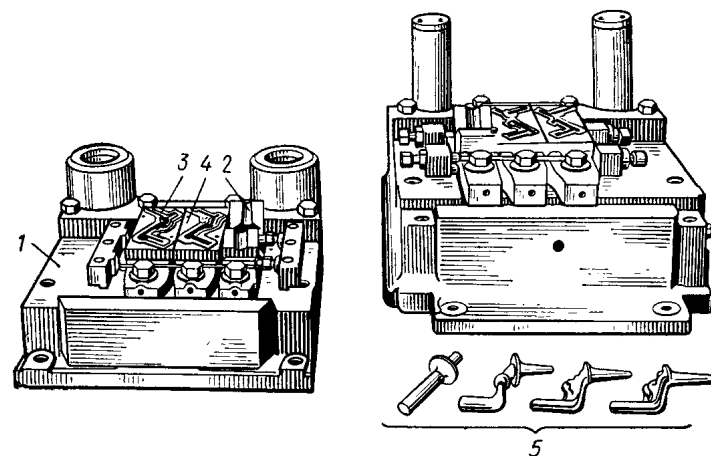


Рис. 191. Многоручевой штамп пакетного типа к кривошипному прессу:

1 — пакет, 2, 3, 4 — гибочный, черновой, чистовой ручки, 5 — поковка по переходам (гибка, черновая и чистовая штамповка)

Многоручевой цельноблочный штамп для паровоздушного штамповочного молота показан на рис. 189, б. Отдельные ручки расположены на штампе в следующем порядке: заготовительные по краям справа и слева, а штамповочные в средней части, поближе к центру.

Многоручьевой сборный штамп для кривошипно-штамповочного пресса, состоящий из универсального пакета с направляющими колонками и втулками, на котором монтируются сменные рабочие ручьевые вставки, представлен на рис. 191. Количество ручьевых вставок, размещающихся в пакете, колеблется от двух до четырех пар. Каждая пара вставок предназначена для одного ручья и при выходе из строя может быть заменена независимо от других. Пакетные многоручьевые штампы оснащены выталкивающим механизмом, работающим от верхнего и нижнего толкателей пресса. Располагаются ручьи так же, как и на молотовом многоручьевом штампе: заготовительные по краям, а штамповочные в средней части (по оси пресса).

Штампы для горизонтально-ковочной машины отличаются от штампов для молотов и прессов тем, что у них не одна плоскость разреза, а две взаимно перпендикулярные. Одна из них между пуансоном 1 и полуматрицами 2, а вторая — между половинками матриц. Штамп (рис. 192) состоит из блока пуансонов и

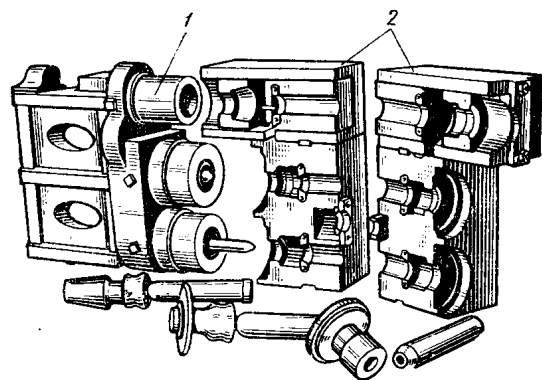


Рис. 192. Многоручьевой штамп к горизонтально-ковочной машине:

1 — пуансон, 2 — полуматрицы

двух блоков матриц, в которых монтируются ручьевые полуматрицы (вставки).

Блоки изготовляют из углеродистой стали, а полуматрицы и пуансоны из легированной штамповой стали. В зависимости от сложности поковки и характера высадки штамповку осуществляют в одном или нескольких последовательных ручьях.

§ 105. Заусенцы, их форма и расположение на поковке

В открытых штампах с облойными канавками для выхода заусенцев штампуют сплошные поковки с наружным облоем, а также

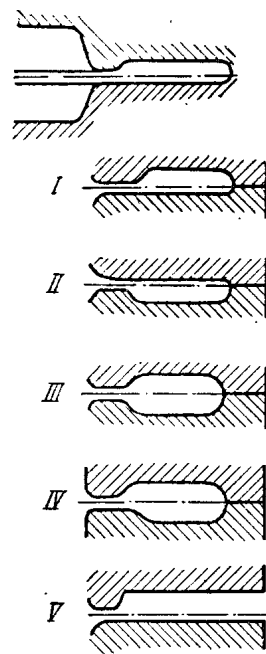


Рис. 193. Формы наружных канавок под заусенцы

поковки со сквозными отверстиями или в виде вилок, у которых получается наружный и внутренний облой.

Наружный облой (заусенец) предусматривается для создания достаточного сопротивления дальнейшему вытеканию металла за пределы штамповочного ручья и обеспечения этим лучшего заполнения металлом полости штампа. Облой необходим также для компенсации неточной укладки заготовки в ручей. Для размещения наружного облоя по контуру ручья производят выборку облойной канавки, состоящей из мостика и магазина. В соответствии с формой облойной канавки по плоскости разреза штампа на поковке образуется заусенец, который удаляется в специальном обрезном штампе, установленном на обрезном прессе.

Форма наружных канавок для заусенцев показана на рис. 193. Канавки типа I применяются для штампов ко всем видам оборудования, кроме кривошипных ковочно-штамповочных прессов, типа II — для штампов с верхним гладким бойком, типа III — при необходимости штамповать с большим избытком металла, типа IV — при широком пояске обрезной матрицы, типа V (открытая) — для штампов, используемых на кривошипных ковочно-штамповочных прессах.

Внутренний облой (перемычка). Штамповку вилок и поковок, имеющих сквозные отверстия, ведут обычно в два приема. Сначала оформляют встречные выемки, наметку отверстия, т. е. штампуют поковку с перемычкой вместо сквозного отверстия, а в дальнейшем эту перемычку прошивают и удаляют как внутренний облой. Толщина обычной плоской перемычки зависит от диаметра и глубины наметки.

§ 106. Стали, применяемые для изготовления штампов

Штампы для горячей штамповки работают при больших нагрузках в условиях резко изменяющихся температур и контактного трения. Поэтому штампы изготовляют из специальных штамповых износостойких и высокопрочных сталей. Лучше всех штамповых сталей этим требованиям отвечает сталь 5ХНМ, однако вследствие ее дороговизны, из нее изготовляют только самые ответственные детали штампа.

Молотовые штампы, вставки в пакетные штампы, полуматрицы и пуансоны к горизонтально-ковочным машинам изготовляют из штамповых сталей 5ХГМ, 5ХНВ и 5ХНТ. Детали штампов, не подвергаемые тяжелым нагрузкам, делают из низколегированных сталей. Матрицы и пуансоны для штампов на обрезные прессы изготовляют из сталей марок Х12, Х12М, 8Х3, 7Х3.

Ручьевые вставки для пакетных штампов под кривошипные ковочно-штамповочные прессы больших усилий изготовляют из сталей 3Х2В8, 4Х2В8, подвергая затем азотизации рабочие поверхности, что значительно повышает разгаростойкость и износостойкость вставок.

В табл. 24 приведен химический состав основных штамповых сталей.

Химический состав некоторых легированных инструментальных сталей

| Марка стали | Химический состав в % | | | | | | | Прочие элементы |
|-------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|---------|---|---------|-----------------|
| | C | Mn | Si | Cr | Ni | W | | |
| 7Х3 | 0,60—0,75 | 0,15—0,40 | 0,15—0,35 | 3,20—3,80 | | | | |
| 8Х3 | 0,75—0,85 | 0,15—0,40 | 0,15—0,35 | 3,20—3,80 | | | | |
| X12 | 2,00—2,30 | 0,35 | 0,40 | 11,5—13,0 | | | | |
| 3Х2В8Ф | 0,30—0,40 | 0,15—0,40 | 0,15—0,40 | 2,20—2,70 | | | 7,5—9,0 | 0,2—0,5 V |
| 5ХНМ | 0,50—0,60 | 0,50—0,80 | 0,15—0,35 | 0,50—0,80 | 1,4—1,8 | | | 0,15—0,30 Mo |
| 5ХГМ | 0,50—0,60 | 1,20—1,60 | 0,25—0,65 | 0,60—0,90 | | | | 0,15—0,30 Mo |
| 5ХНВ | 0,50—0,60 | 0,50—0,80 | 0,15—0,35 | 0,50—0,80 | 1,4—1,8 | | | |
| 5ХНТ | 0,50—0,70 | 0,50—0,80 | 0,35 | 0,90—1,25 | 1,4—1,8 | | | 0,08—0,15 Ti |

Заготовки для штампов (кубики) куют с обязательной осадкой слитка в торец. Направление оси слитка в штамповом кубике обычно совпадает с длинной осью ковальной заготовки, что отмечается условным клеймом на одной из граней. Размещать фигуру окончательного ручья штампа рекомендуется вдоль этой оси.

§ 107. Правила эксплуатации и ухода за штампами

На изготовление каждого штампа требуются значительные денежные затраты, которые составляют определенную долю себестоимости поковки. Тщательный уход за штампами, правильная эксплуатация их, увеличивая срок службы, являются одним из основных способов снижения себестоимости поковок.

Чтобы увеличить стойкость штампа, т. е. удлинить срок его службы, необходимо соблюдать следующие правила:

места крепления штампов на оборудовании должны быть исправленными и в хорошем состоянии;

штамп должен быть точно установлен и надежно закреплен, установку и крепление проверяют перед началом работы. Во время работы периодически проверяют крепление верхней и нижней половины штампа;

окалину своевременно и тщательно удалять из полости штампа, так как она не только ухудшает качество поковки, но и разрушает поверхность ручьев;

состояние поверхностей ручьев постоянно контролируют, а обнаруженные на них наплывы и разгарные трещины немедленно устраняют, чтобы не допустить увеличения появившегося дефекта;

перед началом работы штамп подогревают до температуры 200—220°С, а во время работы температуру штампа поддерживают около 400—450°С, обдувая сжатым воздухом или воздушно-водяной смесью, подаваемыми на штамп специальными устройствами;

не допускать штамповку металла, охладившегося ниже температуры концаковки, установленной для данной марки стали;

перед укладкой заготовки рабочую полость штампа обязательно смазывают, так как стойкость штампа и качество получаемой поковки в значительной степени зависят от применения технологических смазок и их состава.

Для соблюдения должного ухода и правильной эксплуатации штампового хозяйства необходимо вести обязательную паспортизацию штампов, система которой должна обеспечить рациональную организацию хранения и учета работы каждого штампа. Паспорт штампа — это документ, в котором накапливаются конкретные данные по учету стойкости данного штампа (в штуках, снятых с него поковок), по количеству и характеру произведенных ремонтов, для выявления причин поломок штампа и преждевременного выхода из строя его рабочих частей. Анализируя и обобщая конкретные сведения, руководство цеха принимает необходимые меры по улучшению конструкции, технологии изготовления штампов и ус-

ловий их хранения и эксплуатации. Основной причиной поломок и преждевременного износа штампов является нарушение перечисленных правил эксплуатации и ухода.

Для увеличения срока службы штампов осуществляют следующие меры:

восстанавливают и ремонтируют изношенные ручки наплавкой специальными электродами;

улучшают технологию изготовления штампов (их механическая и термическая обработка и слесарная отделка);

применяют электроискровой метод обработки штампов, который увеличивает в два раза стойкость их по сравнению со штампами, изготовленными резанием и значительно снижает трудоемкость слесарных операций;

применяют способ штамповки вкладышей мастер-штампами при изготовлении молотовых штампов со вставками (сменными вкладышами с посадкой их на «горячую» в постоянные блоки). Этот способ выполнения рабочих полостей штампов сокращает расходы на их изготовление и повышает стойкость штампованных вставок по сравнению со вставками, обработанными на металлорежущих станках со слесарной доводкой.

§ 108. Основные сведения о выборе штамповочного молота и определении расчетной заготовки

Для определения необходимого усилия штамповочного молота разработан ряд формул, диаграмм и таблиц. Так, для ориентировочного определения массы падающих частей штамповочного молота в зависимости от массы поковки пользуются данными И. Ф. Головнева, которые приведены ниже:

| | | | | | | | | |
|---------------------------------------|--------|---------|---------|------|-------|-------|--------|------------|
| Масса поковки кг, . . . | до 0,5 | 0,5—1,5 | 1,5—5,0 | 5—12 | 12—20 | 20—40 | 40—100 | свыше 100 |
| Масса падающих частей молота, т . . . | 0,63 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 3,0 | 5,0 | 7—10 | 12 и более |

Выбор штамповочного молота по массе падающих частей, исходя из условий работы деформации за последний удар молота, можно делать по упрощенной формуле $M = a \cdot F$, где M — масса падающих частей молота, кг; a — удельный коэффициент деформации, равный для молотов двойного действия 4 кг/см² и для молотов одинарного действия 8 кг/см²; F — общая площадь горизонтальной проекции поковки и заусенца в см².

Заготовку определяют расчетом объема (или массы) изготавливаемой поковки с припусками и допусками, к которому прибавляют потери металла на угар, заусенец, клещевину и другие отходы.

Масса заготовки в общем случае складывается из массы поковки, наружного облоя, внутреннего облоя и потерь от угара металла.

Массу поковки определяют подсчетом объема поковки (с разбивкой ее на ряд упрощенных объемов), помноженной на плотность металла.

Потери на угар при нагреве в пламенных печах принимают равным 2% массы стальной заготовки за один нагрев и 1% на каждый подогрев. При индукционном нагреве заготовок угар сокращается в два раза. Форму и размеры заготовки определяют по полученным объемам и общей массе.

Если штампуют методом осадки заготовки в торец, то размер заготовки определяется из условий отношения длины к диаметру. Длина заготовки должна быть не более 2—2,5 ее диаметра или стороны квадрата сечения. Если изготавливают деталь с постоянным по длине сечением, то площадь поперечного сечения заготовки определяют делением полного объема заготовки на длину поковки.

Если изготавливают поковку сложной конфигурации с переменным по длине сечением, то размеры и форму сечения заготовки определяют в зависимости от принятых технологических переходов или иначе, от примененных одноручьевых штампов или ручьев одного многоручьевого штампа. Например, если из заготовительных ручьев многоручьевого штампа предусмотрено применение только протяжного ручья, то площадь поперечного сечения исходной заготовки должна быть не меньше суммы самого большого поперечного сечения поковки и площади заусенца в ее зоне.

Если применяют только подкатной ручей, в котором осуществляется увеличение одних сечений заготовки за счет уменьшения других, то площадь поперечного сечения исходной заготовки определяют по площади среднего сечения расчетной заготовки. Расчетной заготовкой называют условную воображаемую заготовку с круглыми поперечными сечениями, размеры которых равны суммам площадей соответствующих сечений поковки и двустороннего заусенца в рассматриваемых зонах. Откладывая по вертикали величины этих площадей в характерных точках по длине поковки и соединив их концы линией, получают эпюру сечений. По эпюре сечений находят эпюру среднего сечения и по ней определяют сечение исходной заготовки.

§ 109. Технологические операции горячей штамповки

Технологические процессы горячей объемной штамповки в зависимости от применяемого для их осуществления ковочно-штамповочного оборудования отличаются некоторой специфичностью как по виду исходной заготовки, так и по методам постепенного придания заготовке более сложной формы, после чего в окончательном ручье штампуют заданную поковку.

В общем виде технологический процесс изготовления поволоков горячей штамповкой состоит из ряда следующих одна за другой операций, основными из которых являются: резка прутков на заготовки; нагрев заготовок; штамповка; обрезка заусенцев; правка; термическая обработка; очистка от окалины и, в случае необходимости, калибровка.

Отрезку прутков на мерные заготовки осуществляют разными

способами: на сортовых ножницах, на дисковых пилах и на электропилах, газопламенным способом и ломкой на холодноломах под прессами.

Отрезка на ножницах. В цехах крупносерийного и массового производства применяют пресс-ножницы, работающие по принципу кривошипных прессов. Отрезку на этих машинах ведут по регулируемому упору как в холодном, так и в горячем состоянии. При отрезке заготовок из высокоуглеродистых и легированных сталей в местах среза вследствие смятия возникают большие напряжения, поэтому во избежание появления трещин металл перед отрезкой подогревают до температуры 350—550°С. Низкоуглеродистые мягкие стали сечением до 200×200 мм режут в холодном состоянии. Недостатком отрезки на пресс-ножницах является неровный торец заготовки, который ограничивает использование этого способа отрезки для заготовок, обрабатываемых осаживанием в торец.

Отрезка заготовок на дисковых пилах (холодной резки) и на электропилах (анодно-механических). Для заготовок, длина которых меньше 0,8 диаметра или стороны квадрата (сечения) исходного материала, а также при необходимости получения ровного торца и точного размера по длине заготовки применяют отрезку на пилах.

Дисковые пилы для холодной резки металла из-за относительно низкой производительности и потерь металла применяют в кузнечно-штамповочных цехах ограниченно.

Более производительны анодно-механические станки, которые широко применяют для отрезки заготовок из высоколегированных сталей, совершенно незаменимы при отрезке вязких и очень твердых сплавов. Поверхность реза (торца) получается чистой, и так как толщина режущего диска не превышает 1,5—2 мм, то потери металла при резке этим способом значительно меньше, чем при использовании пил для холодной отрезки.

Анодно-механическая резка основана на электроэрозионном эффекте — способности электрического тока при определенных условиях разрушать любой металл.

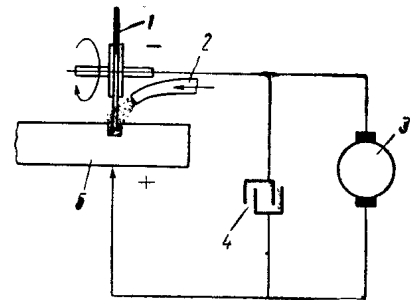


Рис. 194. Схема анодно-механической резки металла:

1 — диск (катод), 2 — подача электролита, 3 — генератор, 4 — конденсатор, 5 — заготовка (анод)

Источник постоянного тока (низкого напряжения) генератор 3 (рис. 194) соединен положительным полюсом (анодом) с разрезаемой заготовкой 5, а отрицательным полюсом (катодом) с вращающимся режущим диском 1. По трубке 2 в зазор между вращающимся диском и телом заготовки подается электролит — жидкость, плохо проводящая ток, которая образует на поверхности реза тонкую пленку. Однако при высокой плотности тока происхо-

дит замыкание электрической цепи. Электрический ток в виде проскакивающей искры от анода к катоду разрушает — отрывает частицы металла, а вращающийся диск и струя электролита удаляют оплавленные частицы за пределы прорезанной зоны. Расход режущих дисков небольшой, изготавливают их штамповкой из листовой стали марок 08 и 10, а часто из кровельного железа толщиной от 0,5 мм.

Газовая резка. Этот способ резки применяют в кузнечных цехах при ковке и для грубой разделки крупных заготовок из толстолистового металла и штанг фасонного профиля. Ацетилен, пары бензина и керосина, сжигаемые в струе кислорода, создают пламя, необходимое для подогрева металла до температуры горения. С помощью этого пламени, направляемого специальными резаками и так называемыми бензорезами и керосинорезами, происходит сгорание металла и выдувание жидких частиц окислов и шлака из полости реза при включении струи режущего кислорода.

Газовую (кислородную) резку необходимо готовить и проводить, соблюдая следующий обязательный порядок. Поверхность штанги или толстолистового металла в зоне намеченного реза предварительно очищают от ржавчины, масляных и других загрязнений пламенем подогревательного мундштука. После тщательной очистки металлической щеткой участка, подлежащего резке, производят интенсивный нагрев металла до его воспламенения и только после этого включают центральный мундштук, через который в резак подается режущий кислород. В струе режущего кислорода металл сгорает, и жидкий шлак от него выдувается из полости реза напором той же струи.

Ломку на холодноломах осуществляют на гидравлических и механических приводных прессах с помощью несложного штампа-холоднолома. Болванку или пруток, подлежащие разделке на мерные заготовки, размечают, в местах деления делают надрез (чаще всего газом) на глубину до 10 мм. Установив подготовленную болванку на опоры холоднолома надрезом вниз, располагают ее так, чтобы нажатие узким верхним бойком приходилось посередине между опорами. Ломка происходит при относительно небольшом усилии без искривления заготовки и торца, что объясняется концентрацией напряжений у места надреза. По излому хорошо контролируется качество металла, что очень важно при ковке и штамповке высоколегированных сталей. Длина мерной заготовки при этом способе деления может быть относительно короткой, но не меньше 1,2 диаметра или стороны квадрата сечения разделяемого прутка или штанги.

Холодная ломка при разделке прутков и болванок диаметром от 70 до 300 мм отличается хорошим качеством излома и высокой производительностью.

Нагрев заготовки перед штамповкой ведут в печах, производительность которых соответствует производительности штамповочных машин. Существуют два способа нагрева заготовок перед объемной горячей штамповкой: пламенный и электрический.

При пламенном нагреве пользуются высокопроизводительными механизированными нагревательными печами: проходными толкательными, карусельными и конвейерными со скоростными методами нагрева.

Электрический нагрев заготовок перед объемной штамповкой применяют в современных кузнечно-штамповочных цехах как высокопроизводительный способ нагрева.

При горячей объемной штамповке к способам нагрева металла предъявляют особые требования в отношении окисления и обезуглероживания на поверхностях заготовок. Эти требования, обусловленные свойствами штампуемого металла, заданными точностью размеров и шероховатостью поверхности поковок-штамповок, удовлетворяют в зависимости от имеющихся в цехе средств и способов нагрева.

Штамповка. Технологический процесс и приемы работ при штамповке на ковочно-штамповочном оборудовании в каждом отдельном случае выбирают в соответствии с производственными условиями и возможностями цеха. Простые по форме поковки, например круглые, штампуют в одноручьевом молотовом штампе открытого типа методом осадки (см. рис. 189, а).

Заготовку, рассчитанную на одну поковку, отрезанную на дисковой или анодно-механической пиле, нагревают до температуры началаковки и, очищенную от окалины, подают к штамповочному молоту. Установив заготовку вертикально, сначала подсаживают ее на осадочной площадке штампа, а затем в полости штампа штампуют, удаляя одновременно окалину из полости штампа сжатым воздухом. Штамповку осуществляют за несколько ходов молота, нанося легкий первый удар, а последующие удары с нарастающей силой.

Более сложную поковку, например рычаг, штампуют в многоручьевом цельноблочном молотовом штампе (рис. 189, б) открытого типа путем последовательного формообразования в заготовительных и штамповочных ручьях. Мерную заготовку (рис. 190, поз. 1), рассчитанную на изготовление двух поковок с поворотом, отрезанную на пресс-ножницах, нагревают до температуры началаковки и штампуют поочередно с одного нагрева. Взяв заготовку клещами, штамповщик протягивает концевую часть заготовки (рис. 190, поз. 2) в протяжном ручье, расположенном с левой стороны, и набирает металл для большой головки рычага (шатуна), деформируя заготовку (рис. 190, поз. 3) в подкатном ручье. Гибку для придания нужной кривизны (рис. 190, поз. 4) в плоскости разъема штампа осуществляют в гибочном ручье, расположенном справа. Закончив заготовительные операции с перераспределением объемов металла по длине заготовки, штамповщик перекладывает ее и последовательно штампует (рис. 190, поз. 5) в предварительном — черновом и (рис. 190, поз. 6) в окончательном — чистовом ручьях штампа. Схватив клещами за отштампованную часть заготовки, с поворота штамповщик, повторяя переходы, обрабатывает второй конец заготовки (рис. 190, поз. 7).

Обрезка заусенцев. Поковка, изготовленная в открытых ручьях многоручьевого штампа (с выходом металла в облой), подается на обрезку заусенцев. Эту операцию осуществляют в обрезном штампе на кривошипном прессе в горячем или холодном состоянии. Обрезку заусенцев в холодном состоянии осуществляют преимущественно у мелких поковок, изготовленных из мягких углеродистых сталей марок 20, 25, латуней, бронзы и алюминиевых сплавов. Холодное удаление заусенцев производят на прессах, установленных на отдельном участке, независимо от штамповочных молотов, куда всю партию отштампованных деталей подают одновременно. В горячем состоянии удаляют заусенцы у крупных поковок, а также поковок из прочных сталей. В этом случае операции штамповки и обрезки тесно связаны и ведутся с одного нагрева. Поковку из чистового ручья передают на обрезку и иногда тут же возвращают обратно на чистовой ручей для правки с того же нагрева.

Правка. При обрезке заусенцев поковка несколько деформируется, и для устранения этого дефекта вводится операция правки. Правку осуществляют под штамповочным молотом или прессом сразу после обрезки заусенцев в чистовом штамповочном ручье, одним ударом молота или нажатием пресса. Поковки, у которых заусенец обрезан в холодном состоянии, правят также в холодном состоянии в штамповочном ручье на падающих молотах.

§ 110. Получение простых и сложных поковок в нескольких последовательно применяемых штампах

Технологические возможности горячей объемной штамповки на горячештамповочных кривошипных прессах значительно шире, чем на штамповочных молотах. Расход металла за счет сокращения штамповочных уклонов, отсутствия клещевины на поковках и внедрения штамповки без заусенцев значительно меньше, чем при штамповке на молотах.

Большая точность горизонтальных и вертикальных размеров поковок объясняется надежным направлением ползуна пресса и возможностью применять универсальные пакетные штампы с солидными направляющими колонками и втулками. Жесткость станины, определенный ход ползуна кривошипного горячештамповочного пресса, а также возможность выталкивания (верхнего и нижнего) позволяют значительно сократить припуски на механическую обработку поковок и применять в кузнечной технологии процесс прямой и обратный выдавливания.

Прямой метод выдавливания заключается в том, что течение деформируемого металла через отверстие матрицы и движение давящего на заготовку пуансона происходят в одном и том же направлении.

Обратный метод выдавливания характеризуется тем, что течение деформируемого металла и движение давящего пуансона происходят навстречу друг другу.

Штамповка выдавливанием является одним из прогрессивных технологических процессов, который позволяет изготавливать поковки из малопластичных высокопрочных сталей и обеспечивает получение поковки с высокими механическими свойствами при незначительных отходах металла.

Примером штамповки в нескольких последовательно применяемых штампах может служить приведенная на рис. 195 схема последовательности изготовления сплошной детали типа тела вращения:

мерную заготовку из сортового проката, отрезанную на пиле, нагревают до температуры началаковки;

нагретую заготовку осаживают под плоскими бойками на кривошипном ковшочно-штамповочном прессе для того,

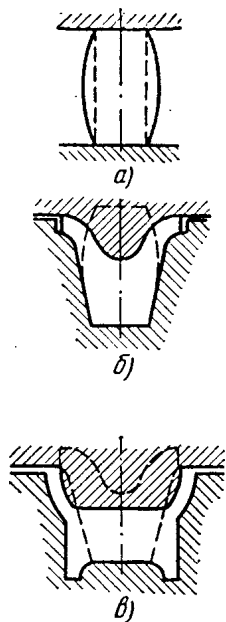


Рис. 195. Последовательность изготовления штамповкой сплошной детали типа тела вращения:

а — осадка заготовки, б — черновая штамповка, в — чистовая штамповка

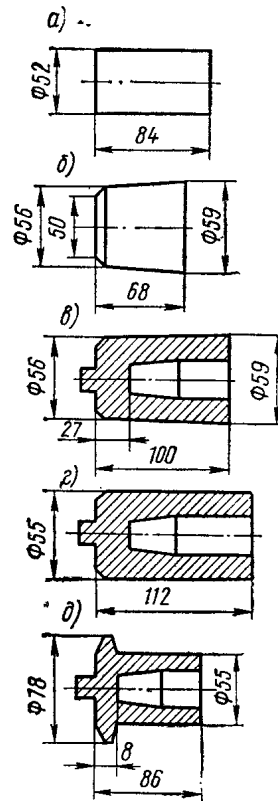


Рис. 196. Схема последовательного применения закрытых (безоблойных) штампов при изготовлении пустотелых поволоков: а — мерная заготовка, б — осаживаемая заготовка, в — прошивка с обратным выдавливанием, г — калибровка стакана, д — высадка грибка

мещают (с того же нагрева) в штамп окончательной штамповки (рис. 195, в).

Термически обработанную поковку после очистки от окалины предъявляют на контроль и направляют для дальнейшей обработки.

Приведенная на рис. 196 схема может служить примером последовательного применения закрытых (безоблойных) штампов при изготовлении пустотелой поковки из высоколегированной стали.

Штамповка осуществляется методом горячего осаживания и выдавливания в условиях всестороннего сжатия металла, чем обеспечивается необходимая пластичность заготовки и высокие механические качества поковки.

Мерную заготовку длиной 84 мм (рис. 196, а), отрезанную от штанги, проточенной на диаметр 52 мм (с целью обнаружения травлением возможных поверхностных пороков), нагревают в высокопроизводительной нагревательной печи до температуры началаковки и осаживают в первом закрытом штампе до высоты 68 мм (рис. 196, б). Во втором штампе (с того же нагрева) осаживаемую заготовку подвергают несквозной прошивке с обратным выдавливанием и получают стакан (рис. 196, в), имеющий на наружной и внутренней поверхностях незначительные штамповочные уклоны. В третьем калибровочном штампе, установленном рядом, производят протяжку стакана без дополнительного нагрева.

Протянутый через два кольца на мерном пуансоне стакан получает цилиндрическую форму с наружным диаметром 55 мм и несколько увеличенную длину (рис. 196, г). Стакан с протяжного (калибровочного) пуансона снимают разрезным кольцом-съемником, имеющим свободное боковое перемещение и установленным в нижней части штампа. После подогрева головной части стакана, объем которой обеспечивает образование металлом грибка, в четвертом окончательном штампе осуществляется высадка грибка до требуемой высоты и диаметра при соблюдении толщины доньшка не более $8,0 + 1$ мм (рис. 196, д).

Очищенные от окалины термически обработанные поковки предъявляют на контроль и направляют в дальнейшую обработку.

§ 111. Горячая штамповка с предварительной ковкой заготовки под молотами или на вальцах

Технология производства деталей методом горячей объемной штамповки в основном ориентируется на внедрение технологических процессов, осуществляемых на наиболее современных штамповочных машинах. Максимально эффективное использование действующего в цехе парка кузнечно-штамповочного оборудования и экономические соображения открывают возможность рационального веденияковки-штамповки методом расчленения операций. Комбинированная (раздельная) штамповка на разном оборудовании основана на том, что сообразно конфигурации и размерам отдельных элементов поковки при штамповке в одноручьевом штам-

чтобы удалить окалину и создать «бочку» для самоцентрирования заготовки в полости черного штампа (рис. 195, а);

предварительно деформированную заготовку (рис. 195, б) по-

пе выгодно применять предварительно фасонированные заготовки с соответствующим перераспределением металла по их длине.

В ряде случаев для штамповки деталей сложной формы заготовку (рис. 197, а) изготавливают предварительно ковкой на плоских бойках под молотом или на вальцах в виде проката периодического профиля (рис. 197, б).

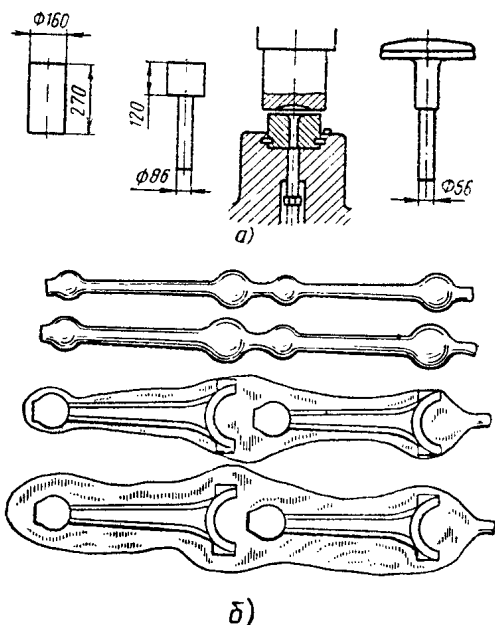


Рис. 197. Штамповка деталей сложной формы:

а — из предварительно ковкой под молотом заготовки, б — из проката периодического профиля

Примером такой технологии объемной горячей штамповки из ковкой заготовки может служить изготовление тарелкообразных буферных стержней для железнодорожных вагонов. Заготовка представляет собой сортовой прокат круглого сечения, диаметр которого больше диаметра направляющего стержня.

Технологический процесс изготовления состоит из следующих операций: отрезка исходной заготовки соответственно расчету (рис. 197, а); нагрев заготовки; ковка направляющего стержня вытяжкой с подкаткой в круглых обжимках на диаметр 86 мм под молотом ковки; штамповка осаживанием тарельчатой части в закрепленном штампе с выталкивателем; подогрев хвостовой части стержня; протяжка

хвостовой части стержня с подкатыванием в круглых обжимках на диаметр 56 мм под ковочным молотом; травление и зачистка поковки; контроль поковки наружным осмотром.

На Горьковском автозаводе применяют метод изготовления поковок для шатуна из заготовок периодического профиля (см. рис. 197, б), полученных на стане спиральной «косой» прокатки.

Заготовку после нагрева до температуры началаковки штампуют в спаренном одноручьевом открытом штампе, установленном на штамповочном молоте с массой падающих частей 1,2 т. При этом методе штамповки, заменившем изготовление шатуна в многоручьевом штампе из сортового проката, значительно увеличилась производительность молота, улучшилось качество поковок и сократился расход металла. Штамповка одной детали в многоручьевом штампе длилась 22—24 секунды и требовала 25 ударов молота, а при штамповке из фасонной прокатной заготовки продолжительность штамповки стала 12—14 секунд и завершается она

за 7 ударов молота. Расход металла на одну деталь существенно сокращается благодаря рациональному размещению металла по длине заготовки.

ГЛАВА XVIII КОВКА ЦВЕТНЫХ СПЛАВОВ

§ 112. Сплавы цветных металлов, обрабатываемые ковкой и штамповкой

Сплавы цветных металлов нашли широкое применение во всех отраслях машиностроения и приборостроения. Детали арматуры водопроводов, газопроводов (корпуса кранов, вентиля), насосов, перекачивающих органические кислоты, и трубопроводов для них, детали реакторов в ядерной энергетике и узлы механизмов, работающих в морской воде, арматура приборов и установок высокого давления, кабельные и контактные башмаки и другие ответственные детали электроаппаратуры изготавливают ковкой и штамповкой из цветных сплавов на медной, алюминиевой и титановой основе.

Эти сплавы во многих отраслях промышленности применяют для изготовления ответственных кованных и штампованных деталей, подвергаемых ударным нагрузкам, воздействию щелочей, минеральных масел и других агрессивных сред.

Как уже говорилось выше, широкое применение находят деформируемые сплавы на медной основе: обыкновенные и специальные латуни, оловянистые и безоловянистые бронзы.

Алюминиевые деформируемые сплавы, сочетающие в себе высокие механические свойства при небольшом удельном весе, применяют как конструкционный металл для изготовления поковок деталей, обладающих высокой удельной прочностью и коррозионной устойчивостью.

Магниево-сплавы применяют в современном машиностроении как конструкционный материал при изготовлении поковок для деталей сложной конфигурации, подвергаемых высоким динамическим нагрузкам.

Титановые сплавы применяют в машиностроении сравнительно недавно, но они заняли видное место как конструкционные материалы при изготовлении ковкой и штамповкой ответственных деталей современных двигателей и летательных аппаратов, в радиоэлектронике и многих других отраслях производства. Уровень потребления и диапазон использования титановых сплавов быстро растет. Они обладают высокими механическими свойствами, теплостойкостью и немагнитностью при относительно малом удельном весе. Титановые сплавы — перспективный конструкционный материал для объектов, монтируемых в межпланетном пространстве, где почти полный вакуум, и сварка, резка, нагрев не потребуют специальной защиты от взаимодействия с воздухом.

§ 113. Пластичность цветных сплавов

Ковку и штамповку цветных сплавов осуществляют на ковочных и штамповочных молотах и прессах, применяя соответствующий основной и вспомогательный кузнечный инструмент. Технология ковки и штамповки деталей из цветных сплавов почти аналогична технологии обработки давлением различных сталей. Однако в технологии обработки давлением цветных сплавов имеются некоторые особенности, которые необходимо учитывать.

Температура нагрева под обработку давлением заготовок из цветных сплавов ниже температуры нагрева стальных заготовок. Температурный интервал ковки заготовок следующий (°C): из бронзы — 900—800; из латуни — 750—720; из алюминиевых сплавов — 480—380; из магниевых сплавов — 420—300; из титановых сплавов — 1100—850.

Нагревать заготовки из бронзы и латуней можно в таких же кузнечных нагревательных печах, которые применяют для нагрева стальных заготовок. Заготовки из алюминиевых и магниевых сплавов перед ковкой и штамповкой нагревают в электрических нагревательных печах сопротивления. При нагреве заготовок из магниевых сплавов в рабочем пространстве печи не должно быть железных остатков окалины, и во избежание взрыва полностью должно быть исключено попадание в печь металлической магниевой пыли.

Нагревать заготовки из титановых сплавов, ковать и охлаждать их, как об этом говорилось выше, необходимо в герметически замкнутом пространстве, наполненном инертным газом, или в вакууме. Для примера это схематически показано на рис. 200.

Нагрев ведется в индукционном нагревателе, установленном в том же замкнутом пространстве, где помещаются бойки пресса и поковки до остывания.

Пластичность цветных сплавов отличается от пластичности сталей при ковке и штамповке и в большой степени зависит от выбора температуры, скорости и степени деформации, а также схемы деформирования.

При ковке цветных сплавов применяют вырезные бойки, обжимки и другие тщательно подогретые подкладные инструменты, с помощью которых можно создать боковое и всестороннее сжатие металла для повышения его пластичности.

Так как цветные сплавы имеют небольшие температурные интервалы ковки, то для штамповки мелких деталей из алюминиевых и магниевых сплавов, а также из латуней чаще всего применяют фрикционные прессы, способные осуществлять штамповку с высокой скоростью деформации за один удар пресса.

При изготовлении средних и крупных поковок из алюминиевых, магниевых и титановых сплавов применяют подогрев бойка и подкладного инструмента до температуры 200—250°C с тем, чтобы обеспечить формоизменение заготовки в узком температурном интервале.

При разработке технологии ковки и штамповки заготовок из цветных сплавов следует внимательно изучить их технологические свойства и правильно назначать температурные и деформационные режимы обработки, а также правильно выбирать вид обработки давлением в зависимости от типа сплава и формы изготавливаемой поковки.

§ 114. Особенности нагрева цветных сплавов

Материалы из цветных сплавов поступают в кузнечные цехи в виде слитков, заготовок, откованных из слитков, или же в виде прессованных прутков.

Слитки и прутки из цветных сплавов в осеннее и зимнее время подают со склада в цех за несколько часов до начала их нагрева под ковку. Перед нагревом поверхностные дефекты на слитках и прутках удаляют вырубкой с последующей зачисткой, а если требуется, то и проточкой на токарных станках по всей длине дефектного слоя.

Резку прессованных прутков в заготовительном отделении на мерные заготовки для ковки и штамповки осуществляют на ленточных и дисковых пилах. Разделку прутков из цветных сплавов на пресс-ножницах не применяют, так как при рубке ножами в местах среза концентрируются напряжения — появляются скалывание и торцовые трещины.

Для нагрева перед ковкой и штамповкой никелевых и медно-никелевых сплавов температура в печи при посадке холодных слитков и заготовок должна быть не выше 700°C, а для кремнисто-марганцовистой бронзы — не превышать 550°C.

Слитки и заготовки из специальных латуней и бронз типа БрАЖ9-4 после посадки в нагретую печь выдерживают некоторое время при этой температуре. Продолжительность выдержки при температуре посадки устанавливают в зависимости от средней толщины или диаметра заготовок, и время выдержки является составляющей общего времени, рекомендуемого для нагрева заготовки. При посадке заготовок в холодную печь время нагрева соответственно удлинится.

Заготовки из цветных сплавов нагревают до температуры начала ковки со скоростью, зависящей от средней толщины или диаметра заготовки. Выдержку при температуре начала ковки для выравнивания температуры по всему сечению заготовки устанавливают также в зависимости от размеров поперечного сечения слитка или заготовки. Например, общая продолжительность нагрева заготовок цветных сплавов на медной основе состоит из суммы времен собственно нагрева и выдержки в печи, как при температуре посадки холодных заготовок, так и выдержке при температуре начала ковки (табл. 25).

Слитки и заготовки из двойных латуней выдержке при температуре посадки в печь не подвергают.

Продолжительность нагрева и выдержка в печи заготовок

| Марка сплава | Составляющие нагрева | Время, мин, при средней толщине или диаметре заготовки, мм | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|----------------------------------|--|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 25 | 50 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 350 | 400 | 500 |
| БрАЖ9-4 | Выдержка при температуре посадки | 5 | 5 | 5 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 15 | 15 | 15 | 20 | 25 |
| | Нагрев до температурыковки | 10 | 15 | 25 | 25 | 30 | 30 | 35 | 45 | 50 | 50 | 50 | 55 | 60 | 60 | 70 |
| | Выдержка при температурековки | 5 | 10 | 10 | 10 | 15 | 15 | 15 | 20 | 20 | 25 | 25 | 25 | 30 | 35 | 40 |
| Л90, Л62 | Весь нагрев | 20 | 30 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 105 | 115 | 135 |
| | Нагрев до температурыковки | 10 | 15 | 20 | 25 | 25 | 30 | 30 | 35 | 40 | 50 | 60 | 75 | 90 | 100 | 120 |
| ЛС59-1 | Выдержка при температурековки | — | — | — | — | 10 | 10 | 20 | 25 | 30 | 30 | 35 | 35 | 40 | 40 | — |
| | Весь нагрев | 10 | 15 | 20 | 25 | 25 | 40 | 40 | 55 | 65 | 80 | 90 | 110 | 125 | 140 | 160 |

Посадка заготовок из стальных цветных сплавов допускается в печь, предварительно нагретую до любой температуры, даже до температуры началаковки нагреваемого сплава.

Продолжительность нагрева заготовок из алюминиевых сплавов больше, чем заготовок из латуней и бронз, и зависит в основном от толщины или диаметра заготовок. Ориентировочное время нагрева заготовок из алюминиевых сплавов в электропечах сопротивления при температуре в рабочем пространстве 500°C приведено ниже.

| | | | | | |
|------------------------------|-------|-------|-------|--------|---------|
| Диаметр заготовки, мм | 20—30 | 31—50 | 51—80 | 81—100 | 101—120 |
| Время нагрева заготовки, мин | 30—45 | 45—60 | 60—80 | 80—100 | 100—120 |

Продолжительное пребывание заготовок из алюминиевых сплавов в разогретой до 500°C печи или дополнительная передержка их при нагреве перед новой штамповкой на качество металла практически не влияет.

§ 115. Особенностиковки и объемной штамповки цветных сплавов

Ковку цветных сплавов осуществляют легкими и равномерными ударами молота при небольших обжатиях. Ковку ведут обыч-

но в вырезных бойках, которые обеспечивают хорошую протяжку с равномерной деформацией металла по всему сечению.

Возникновение трещин и так называемый «развал» слитков, часто наблюдаемые при ковке цветных сплавов под молотами на плоских бойках, объясняются тем, что при первых же ударах верхнего бойка происходит неравномерная деформация со свободным уширением перемещаемых объемов осаживаемого или протягиваемого металла. В результате этого вместе с поперечным перемещением металла возникают дополнительные (вторичные) растягивающие напряжения, и пластичность сплава падает, что и приводит деформируемый металл к хрупкому состоянию.

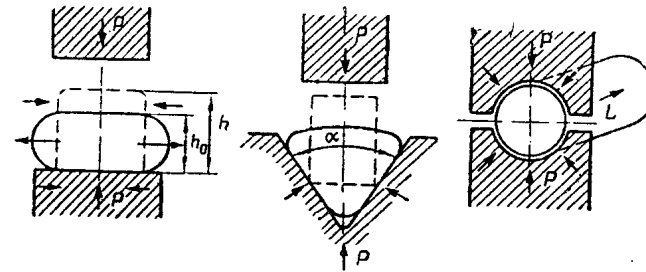


Рис. 198. Схемаковки при работе под плоскими и вырезными бойками

Чтобы уменьшить поперечную деформацию заготовки, а вместе с ней и возможность появления дополнительных растягивающих напряжений, необходимо создать боковое давление на металл жесткими стенками подкладного инструмента с тем, чтобы в самом начале, при первых же ударах бойка, сплав получил опору, как это показано на схемековки при работе на плоских и вырезных бойках (рис. 198).

Температурный режимковки алюминиевых сплавов строго контролируется.

К особенностям штамповки алюминиевых сплавов относятся различные скорости истечения нагретого металла при заполнении выступов и ребер, расположенных на поковках в виде бобышек или ребер жесткости.

В зависимости от применяемого оборудования установлено следующее:

при штамповке нагретой заготовки под молотом скорость истечения металла в верхний штамп почти в два раза больше скорости заполнения нижней половины штампа;

при горячей штамповке на прессах скорость истечения металла в верхнюю половину штампа в 1,5 раза меньше скорости истечения его в нижнюю часть штампа. Поэтому, проектируя штамповку деталей с высокими ребрами или выступами, необходимо располагать эти элементы в верхней половине штампа и производить формоизменение металла на молотах.

При необходимости вести подобную штамповку из алюминиевых сплавов на прессах, ребра и выступы располагают в нижней половине штампа.

Углы наклона стенок полости штампа к направлению действия деформирующего усилия (штамповочные уклоны) при штамповке деталей из цветных сплавов должны быть меньше, чем при штамповке стальных поковок.

Наклон стенок матриц и пуансонов так же, как и полостей гравюр у верхних и нижних половин штампа, для поковок из алюминиевых сплавов принимают в зависимости от их высоты от 1 до 2,5° и, как максимум, до 3°, так как увеличение углов наклона при штамповке полых деталей (например, поршней) приводит к нарушению условий бокового давления деформируемого металла, к снижению его пластичности и к появлению трещин.

Примером технологического процессаковки-штамповки детали из алюминиевого сплава с максимальным приближением формы и размеров поковки к готовой детали может служить изготовление крыльчатки из сплава АК-4 (рис. 199):

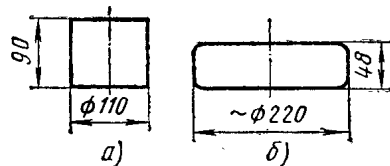
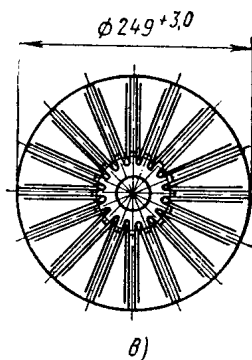
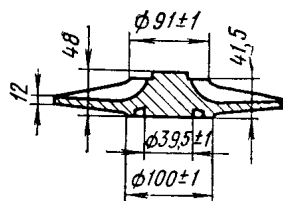


Рис. 199. Заготовка (а), предварительно полученная поковка (б) и штампованная крыльчатка (в) из алюминиевого сплава



исходную заготовку длиной 90 мм, отрезанную от прессованного прутка круглого сечения диаметром 110 мм на дисковой пиле, нагревают до температуры $480 \pm 10^\circ \text{C}$;

предварительную ковку производят двукратной осадкой (осадка — протяжка — осадка) до высоты $48 + 2$ мм на бойках двухтоного ковочного молота;

после дополнительного нагрева осаженную заготовку штампуют в одноручьевом открытом штампе на паровоздушном трехтонном штамповочном молоте;

холодную обрезку заусенцев осуществляют на обрезном прессе в штампе или на ленточной пиле.

Титановые сплавы перед горячей обработкой давлением нагревают в электрических высокотемпературных печах сопротивления, обеспечивающих большую скорость нагрева заготовок. Под печи должен быть без шлака и окалины, которые из-за

большой активности титана вступают в химическую реакцию со сплавами.

Время пребывания в печи заготовок из титановых сплавов при ковочной температуре не должно быть больше рекомендуемого, которое приводится ниже.

| | | | | | | |
|----------------------------------|------|------|------|------|-----|-----|
| Диаметр заготовки, мм | 350— | 250— | 190— | 140— | 70— | 45— |
| | 260 | 200 | 150 | 75 | 50 | 30 |
| Общее время нагрева, ч | 4 | 3 | 2,5 | 2 | 1,5 | 1,0 |

Температуру рабочей камеры печи постоянно контролируют стационарной термопарой, так как колебания температуры не должны превышать $\pm 20^\circ \text{C}$. Температурные интервалыковки некоторых деформируемых титановых сплавов приведены в табл. 26.

Таблица 26

Рекомендуемые температурные интервалы при ковке и штамповке титановых сплавов

| Марка сплава | Границы интервала | Температура, °C | | | |
|--------------|-------------------|-----------------|--------------------------------|-----------------|--------------------------------|
| | | ковка | | штамповка | |
| | | слиток | предварит. деформир. заготовка | тяжелые поковки | легкие поковки (масса до 3 кг) |
| BT3 | Начало Конец | 1050 850 | | 1050 850 | 1000 |
| BT3-1 | Начало Конец | 1050 850 | | 1050 850 | 1000 |
| BT8 | Начало Конец | 1100 900 | 850 | 1100 850 | 1050 |

При штамповке титановых сплавов предварительную ковку фасонной заготовки ведут с нескольких нагревов, а завершающую операцию штамповки с одного нагрева со степенью деформации не менее 40%.

Чтобы защитить заготовку и поковку от губительного влияния активных газов воздуха, нагрев заготовок перед ковкой, саму ковку-штамповку и охлаждение поковок осуществляют в специальных устройствах для работы в среде инертных газов (аргона или гелия) или же в усло-

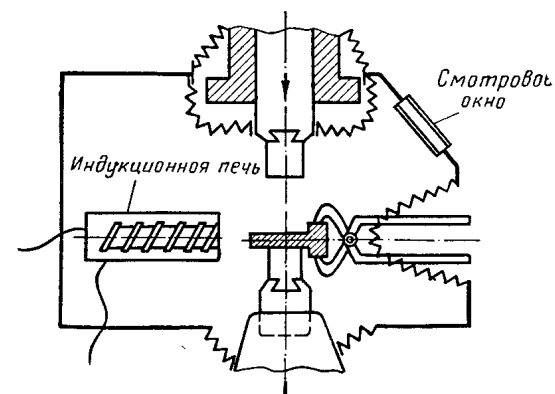


Рис. 200. Схема устройства для нагревания иковки на молоте поковки из титанового сплава в среде нейтрального газа — аргона

виях вакуума. На рис. 200 показана схема одного из устройств для работы под паровоздушным ковочным молотом.

Титановые сплавы дорогие, поэтому к качеству структуры металла, к ориентировке волокон и зерен относительно контура детали, а также к точности размеров и качеству поверхности поковок предъявляют высокие требования, чтобы максимально или, если возможно, полностью исключить последующую механическую обработку.

При штамповке деталей из титановых сплавов обычно соблюдают следующий порядок операций: обточка и травление исходной заготовки; осадка заготовки; обдувка в пескоструйной камере; зачистка дефектов на поверхности заготовки; нагрев и ковка заготовки по заданным размерам; штамповка детали; обрезка облоя в горячем состоянии; охлаждение поковки; обдувка поковки; зачистка дефектов на поверхности поковки; калибровка детали; термическая обработка.

Поковки из медных сплавов — латуней и бронз — типа БрАЖМ для предварительного и глянцевого травления до образования чистой и блестящей поверхности обрабатывают соответствующими растворами азотной и серной кислоты при комнатной температуре с промывкой в холодной, а затем в горячей воде.

Поковки из алюминиевых сплавов травят в 5—7% растворе едкого натрия или едкого калия при 40—50°С в течение 3—5 мин с последующей промывкой сначала в теплой воде, а затем в 50% растворе азотной кислоты до полного осветления поверхности, и после этого опять промывают в теплой воде.

Поковки из магниевых сплавов травят в 9—10% растворе азотной кислоты при 60—80°С в течение 3—5 мин с последующей промывкой сначала в холодной, а затем в горячей воде.

Заготовки и поковки из титановых сплавов обладают исключительной стойкостью против воздействия на них многих кислот, щелочей и солей. При комнатной температуре на них не действует даже «царская водка» — концентрированная смесь азотной и соляной кислот, в которой растворяются золото и платина.

Л и т е р а т у р а

Банкетов А. Н., Бочаров Ю. А. и др. Кузнечно-штамповочное оборудование. М., «Машиностроение», 1970.

Казакевич П. И. Техника безопасности в кузнечно-прессовых цехах. Профиздат, 1961.

Касенков М. А. Нагревательные устройства кузнечного производства. Mashgiz, 1962.

Мансуров А. М. Технология горячей штамповки. Изд. 2-е, М., «Машиностроение», 1971.

Семенов Е. И. Ковка и объемная штамповка. М., «Высшая школа», 1972.

Справочник. Ковка и объемная штамповка. Под ред. Сторожева М. В. Изд. 2-е, М., «Машиностроение».

Сторожев М. В., Середин П. И., Кирсанов С. Б. Технологияковки и горячей штамповки цветных металлов и сплавов. М., «Высшая школа», 1967.

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|-----------|
| Введение | 3 |
| Глава I. Краткие сведения о кузнечном производстве | 4 |
| § 1. Возникновение и развитие кузнечного производства | 4 |
| § 2. Основные понятия об обработке металлов давлением | 6 |
| § 3. Сущность и область примененияковки | 9 |
| § 4. Производственные процессы кузнечного цеха | 10 |
| Глава II. Общие сведения о нагреве металлов | 12 |
| § 5. Общие сведения о горении и передаче тепла металлу | 12 |
| § 6. Виды топлива, применяемые в кузнечном производстве | 15 |
| § 7. Влияние нагрева на свойства металла | 16 |
| § 8. Понятие о режиме нагрева | 17 |
| § 9. Влияние характера пламени на качество нагрева металла и виды дефектов | 21 |
| § 10. Температурные интервалыковки | 22 |
| § 11. Приборы, применяемые для замера температур | 23 |
| Глава III. Нагревательные устройства | 26 |
| § 12. Кузнечные горны | 26 |
| § 13. Пламенные нагревательные кузнечные печи | 31 |
| § 14. Устройства для сжигания жидкого топлива | 38 |
| § 15. Устройства для сжигания газообразного топлива | 42 |
| § 16. Вспомогательные устройства к пламенным печам | 45 |
| § 17. Электрические нагревательные кузнечные печи и устройства | 46 |
| § 18. Многократный нагрев и его влияние на расход топлива | 49 |
| § 19. Способы безокислительного нагрева | 50 |
| § 20. Охлаждение поковок | 52 |
| § 21. Производительность нагревательных печей | 52 |
| § 22. Краткие сведения об огнеупорных и теплоизоляционных материалах | 54 |
| § 23. Обслуживание камерных печей | 56 |
| § 24. Техника безопасности и противопожарные мероприятия при работе у нагревательных печей | 58 |
| Глава IV. Инструменты и приспособления для ручнойковки | 59 |
| § 25. Классификация кузнечного инструмента | 59 |
| § 26. Основной инструмент для ручнойковки | 61 |
| § 27. Вспомогательный инструмент для ручнойковки | 70 |
| § 28. Контрольно-измерительный инструмент | 71 |
| § 29. Приборы для определения твердости металлов | 75 |
| Глава V. Кузнечные операции | 78 |
| § 30. Отрубка | 78 |
| § 31. Осадка | 81 |
| § 32. Протяжка и пережим металла | 83 |
| § 33. Гибка, раскатка и скручивание | 88 |
| § 34. Пробивка и прошивка отверстий | 93 |
| § 35. Кузнечная сварка | 95 |

| | |
|--|------------|
| § 36. Фасонная ковка | 99 |
| § 37. Правка | 101 |
| Глава VI. Сведения из теории обработки металлов давлением | 104 |
| § 38. Строение металлов и виды деформации | 104 |
| § 39. Физическая сущность пластической деформации | 107 |
| § 40. Основные законы пластической деформации | 110 |
| § 41. Влияние состояния поверхности бойков на течение металла при ковке | 113 |
| Глава VII. Составление чертежа поковки и сведения о допусках, припусках и напусках в кузнечном производстве | 114 |
| § 42. Составление чертежа поковки | 114 |
| § 43. Примеры по определению размеров, припусков и допусков на поковку по рабочему чертежу детали | 117 |
| § 44. Определение размеров и массы заготовки | 121 |
| § 45. Понятие о коэффициенте использования металлов | 125 |
| Глава VIII. Техника безопасности, электробезопасность и противопожарные мероприятия | 126 |
| § 46. Электробезопасность | 126 |
| § 47. Производственный инструктаж по технике безопасности и правила поведения в цехах | 128 |
| § 48. Первая помощь при несчастных случаях | 128 |
| § 49. Противопожарные мероприятия в цехе | 130 |
| Глава IX. Подготовка исходных материалов | 132 |
| § 50. Материалы, обрабатываемые в кузнечном производстве | 132 |
| § 51. Марки сталей | 134 |
| § 52. Сплавы цветных металлов | 137 |
| § 53. Приемка и хранение металла | 140 |
| § 54. Подготовка исходного металла дляковки | 141 |
| Глава X. Сведения о структурных превращениях в сплавах при нагреве и ковке | 142 |
| § 55. Строение сплавов | 142 |
| § 56. Структурные составляющие в сталях | 143 |
| § 57. Структурные превращения в сталях при нагревании | 145 |
| § 58. Изменения структуры сплавов при ковке и методы их использования | 145 |
| § 59. Основные сведения о термической обработке | 147 |
| Глава XI. Технологический процесс ручнойковки | 149 |
| § 60. Общие сведения | 149 |
| § 61. Разделение процессаковки на операции и переходы, определение последовательности их выполнения | 150 |
| § 62. Технологическая дисциплина и документация | 152 |
| § 63. Основные типы поковок из углеродистых и легированных сталей | 153 |
| § 64. Основные типы слесарных и кузнечных инструментов, изготавливаемыхковкой | 154 |
| § 65. Технологические процессыковки слесарных и кузнечных инструментов | 157 |
| § 66. Изготовлениековкой кузнечного инструмента из высокоуглеродистой стали | 167 |
| § 67. Пример определения массы и размера заготовки при ковке плоской кузнечной гладилки | 168 |

| | |
|--|------------|
| Глава XII. Завершающие операции производства поковок | 169 |
| § 68. Термическая обработка поковок | 169 |
| § 69. Способы очистки поковок | 170 |
| § 70. Виды дефектов и причины их появления | 171 |
| § 71. Основные способы контроля поковок | 173 |
| § 72. Современные виды контроля поковок | 174 |
| Глава XIII. Операции машиннойковки | 175 |
| § 73. Отрубка под молотами и прессами | 175 |
| § 74. Осадка при ковке на молотах и прессах | 177 |
| § 75. Высадка под молотом или прессом | 179 |
| § 76. Операция протяжки при ковке на молотах и прессах | 180 |
| § 77. Гибка и скручивание | 188 |
| § 78. Пробивка и прошивка | 188 |
| § 79. Изготовление поковок фасонной ковкой и кузнечная сварка под молотом | 190 |
| Глава XIV. Исходные материалы | 192 |
| § 80. Виды заготовок | 192 |
| § 81. Обжатые, катаные и прессованные заготовки | 195 |
| § 82. Подготовка металла дляковки и штамповки | 196 |
| Глава XV. Инструмент для машиннойковки | 197 |
| § 83. Основной инструмент | 197 |
| § 84. Вспомогательный инструмент для машиннойковки | 202 |
| § 85. Контрольно-измерительный инструмент, применяемый при машинной ковке | 206 |
| Глава XVI. Ковочное оборудование, его выбор и правила эксплуатации | 210 |
| § 86. Ковочные молоты и прессы | 210 |
| § 87. Пневматические молоты | 212 |
| § 88. Паровоздушные молоты | 215 |
| § 89. Управление молотом | 221 |
| § 90. Молоты с автоматическим и смешанным управлением | 222 |
| § 91. Эффективная энергия удара и паспорт молота | 224 |
| § 92. Техника безопасности при ковке на молотах | 224 |
| § 93. Типы прессов | 226 |
| § 94. Техника безопасности при ковке на прессах | 233 |
| § 95. Преимущества и недостатки работы прессов по сравнению с молотами | 234 |
| § 96. Ковка коленчатого вала на прессе | 235 |
| § 97. Поковки из углеродистых и легированных сталей, изготавливаемые машинной ковкой | 237 |
| § 98. Пример назначения величины припуска на ковку деталей из углеродистой и легированной стали и определения размеров и массы заготовки | 243 |
| § 99. Режимковки на молотах и прессах | 245 |
| § 100. Рациональное применение инструмента, приспособлений при машинной ковке и примеры изготовления ковано-сварных поковок | 245 |
| Глава XVII. Сведения о производстве поковок методом горячей штамповки | 247 |
| § 101. Машины для горячей объемной штамповки | 247 |
| § 102. Горячая штамповка и ее преимущества перед ковкой | 258 |
| § 103. Повышение точности поковок после штамповки | 260 |
| § 104. Классификация штампов | 261 |
| § 105. Заусенцы, их форма и расположение на поковке | 264 |

Гла

| | |
|---|-----|
| § 106. Стали, применяемые для изготовления штампов | 265 |
| § 107. Правила эксплуатации и ухода за штампами | 267 |
| § 108. Основные сведения о выборе штамповочного молота и определении расчетной заготовки | 268 |
| § 109. Технологические операции горячей штамповки | 269 |
| § 110. Получение простых и сложных поковок в нескольких последовательно применяемых штампах | 273 |
| § 111. Горячая штамповка с предварительной ковкой заготовки под молотами или на вальцах | 275 |

Глава XVIII. Ковка цветных сплавов 277

Гла

| | |
|--|-----|
| § 112. Сплавы цветных металлов, обрабатываемые ковкой и штамповкой | 277 |
| § 113. Пластичность цветных сплавов | 278 |
| § 114. Особенности нагрева цветных сплавов | 279 |
| § 115. Особенностиковки и объемной штамповки цветных сплавов | 280 |
| Литература | 284 |

Гл

Гл

Г

Яков Семенович Вишневецкий

**ТЕХНОЛОГИЯ РУЧНОЙ
КОВКИ**

Редактор *Н. А. Сальникова*. Научный редактор *З. И. Юсипов*. Художник *А. В. Исиченко*. Художественный редактор *В. И. Пономаренко*. Технический редактор *Э. М. Чижевский*. Корректор *М. А. Минкова*

T-06643 Сдано в набор 12/IX—75 г. Подписано к печати 6/V—76 г.
Формат 60×90/16 Бум. тип. № 2 Объем 18 печ. л. Усл. п. л. 18
Уч.-изд. л. 19,91 Изд. № М-11 Тираж 19000 экз. Зак. № 312 Цена 57 коп.

План выпуска литературы издательства «Высшая школа» (профтехобразование) на 1976 г. Позиция № 64.

Москва, К-51, Неглинная ул., д. 29/14, издательство «Высшая школа»

Великолукская городская типография управления издательств, полиграфии и книжной торговли Псковского облисполкома, г. Великие Луки, Половская, 13.