

Блюм Э.Э., Джемилев Н.К.

**Основы
литейного производства и
обработки металлов давлением**

- Раздел 1
ВВЕДЕНИЕ
1. ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ
1.1. Факторы, влияющие на обработку металлов давлением
1.2. Основные гипотезы пластической деформации
1.3. Влияние обработки давлением на структуру и свойства металлов
1.4. Нагрев металла перед горячей обработкой давлением и нагревательные устройства
- Раздел 2
1.5. Прокатка
1.6. Волочение
1.7. Прессование
- Раздел 3
1.8. Ковка (начало)
- Раздел 4
1.8. Ковка (окончание)
- Раздел 5
1.9. Горячая объемная штамповка
1.10. Холодная штамповка из листа
1.11. Контрольные вопросы

ВВЕДЕНИЕ

Для успешного решения многих практических задач создания и ремонта современных машин и аппаратов лесного комплекса необходимы сведения о способах получения и обработки материалов, их свойствах и рациональных областях применения. Эти вопросы будущие специалисты изучают в курсе "Технология конструкционных материалов и материаловедение".

В настоящем учебном пособии рассматриваются вопросы обработки металлов давлением и технологии литейного производства. При этом основное внимание уделяется тем видам производства заготовок, которые непосредственно используются в производстве и ремонте машин лесного комплекса.

Первый раздел пособия дает представление о факторах, влияющих на способность материалов к обработке давлением, процессах горячего и холодного деформирования. Более подробно рассмотрены вопросы технологии свободной ковки, объемной горячей штамповки и холодной штамповки из листа. Такие виды обработки давлением, как прокатка, волочение, прессование рассмотрены более кратко, так как в машиностроении лесного комплекса используется только продукция, получаемая этими способами, а сами способы не применяются.

Во втором разделе рассмотрены основы технологии литейного производства. Главное внимание уделено наиболее распространенному способу - производству отливок в песчано-глинистых формах. Более кратко рассмотрены специальные способы литья, которые в машиностроении лесного комплекса используются сравнительно редко.

Учебное пособие предназначено для студентов факультетов лесомеханического, лесоинженерного и механической технологии древесины очной и заочной форм обучения при изучении соответствующих разделов курса.

Раздел I написан канд. техн. наук, доц. Э.Э.Блюмом, раздел II - канд. техн. наук, доц. К.К.Джемилевым.

1. ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

Обработка металлов давлением - процесс изменения формы и размеров заготовок под воздействием внешних сил, вызывающих пластическую деформацию без разрушения. Основными видами обработки давлением являются прокатка, волочение, прессование, ковка, объемная штамповка, холодная штамповка из листа.

В машиностроении лесного комплекса и автотракторостроении обработка металлов давлением применяется для изготовления ряда ответственных деталей: коленчатых валов, кулачковых валов, шатунов двигателей, валов и шестерен коробки передач, осей и катков ходовой части тракторов, лемехов, отвалов, лап культиваторов и др.

Широкое применение обработка металлов давлением нашла в практике ремонтного производства.

Многие виды продукции, полученной обработкой давлением, применяются как заготовки для дальнейшей механической обработки и для изготовления металлических конструкций в строительстве.

Внедрение и широкое использование заготовок, близких по конфигурации и размерам к деталям, позволяет сократить потери металла, уходящего в стружку на 20...50%, снизить затраты на механическую обработку, существенно повысить коэффициент использования металла, обеспечивает снижение расхода металла на 50...70%.

1.1. Факторы, влияющие на обработку металлов давлением

Обработка металлов давлением основана на пластических свойствах материалов, обладающих достаточной пластичностью, и не применима к хрупким металлам.

Пластичность металлов и сплавов и способность их к обработке давлением зависит от следующих факторов.

Природа материала (химический и фазовый состав, величина зерна и т.п.)

Хорошей пластичностью обладают такие металлы, как свинец, олово, алюминий, медь, железо, которые могут обрабатываться давлением даже при комнатной температуре.

Малоуглеродистые стали пластичнее высокоуглеродистых. Пластичность сталей снижается с увеличением в них примесей: кремния, марганца, серы, фосфора.

Крупнозернистые металлы менее пластичны, чем мелкозернистые.

Отожженные стали более пластичны, чем нормализованные или закаленные.

Некоторые металлы, например, хром, марганец, серый и белый чугуны имеют очень низкую пластичность и не могут обрабатываться давлением.

Температура деформирования

С повышением температуры пластичность металлов повышается, а сопротивление деформированию уменьшается (иногда в 10...15 раз).

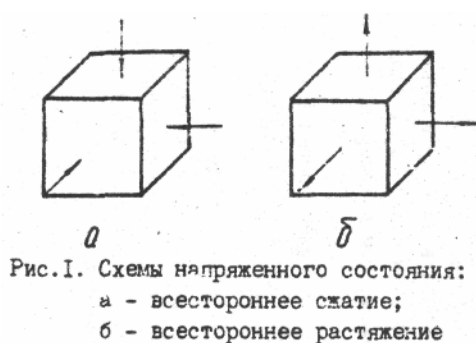
Скорость деформирования

С увеличением скорости деформирования сопротивление деформации возрастает. Это объясняется тем, что процесс рекристаллизации и разупрочнения наклепанного, деформированного, металла протекает во времени и при большой скорости деформирования может не завершиться. Поэтому динамическая деформация с большими скоростями под молотом вызывает большее сопротивление металла, чем медленная деформация под прессом.

Повышение предельно допустимых для каждого металла скоростей деформирования приводит к разрушению металла.

Схема напряженного состояния

Если представить элементарный объем металла, на который действуют внешние силы, то эти силы могут быть сжимающими, растягивающими или смешанными (рис.1). Такие схемы воздействия сил на металл осуществляются на практике при различных видах обработки давлением. Чем большую долю в схеме напряженного состояния занимают сжимающие напряжения, тем выше пластичность металла и больше его способность к обработке давлением. В условиях всестороннего сжатия даже металлы, обладающие минимальной пластичностью, могут подвергаться обработке давлением.



1.2. Основные гипотезы пластической деформации

При разработке технологии изготовления конкретной заготовки методом обработки давлением, например, ковкой или штамповкой, инженеру-технологу необходимо выбрать оборудование, составить технологическую карту последовательности операций и выполнить некоторые расчеты, например, определить объем и массу заготовки и т.п.

Составление технологической карты и выполнение расчетов требуют знания основных гипотез пластической деформации металлов.

Гипотеза о постоянстве объема

При пластической деформации объем металла практически не изменяется, т.е. объем заготовки до деформации равен объему заготовки, полученной после деформации.

Основываясь на этой гипотезе рассчитывают объемы, массы и размеры требуемых исходных заготовок.

Гипотеза о сплошности материалов

Условно принимается, что деформируемый металл не содержит несплошностей, т.е. представляет однородное по плотности тело.

Гипотеза об однородности свойств металла

В расчетах усилий, требуемых для деформации, принимают, что свойства металла однородны по всему объему, т.е. не учитывают анизотропию свойств в различных направлениях кристалла и разницу в упрочнении металла по сечению, возникающую при пластической деформации.

Гипотеза подобия

Количества энергии, необходимые для изменения формы геометрически подобных тел, имеющих одинаковое внутреннее строение и свойства, относятся между собой, как их объемы (или массы).

Поэтому, определив усилие, необходимое для деформации малых заготовок или образцов, можно ориентировочно подсчитать усилие, необходимое для деформации заготовок аналогичной формы, но больших размеров.

1.3. Влияние обработки давлением на структуру и свойства металлов

В общем случае деформации металлов при обработке давлением можно рассматривать как сумму упругой и пластической деформаций.

При упругой деформации под действием внешних сил изменение формы металла происходит за счет некоторой деформации кристаллической решетки т.е. за счет изменения расстояния между атомами. В этом случае при снятии нагрузки атомы возвращаются в исходные положения и тело приобретает прежнюю форму.

При пластической деформации изменение формы тела происходит за счет изменения формы зерен и сдвигов между ними. Процесс этот необратим, т.е. после снятия нагрузки форма тела не восстанавливается.

В результате пластической деформации зерна металла удлиняются, вытягиваются, и структура приобретает полосчатый (волоконный) вид (рис.2).

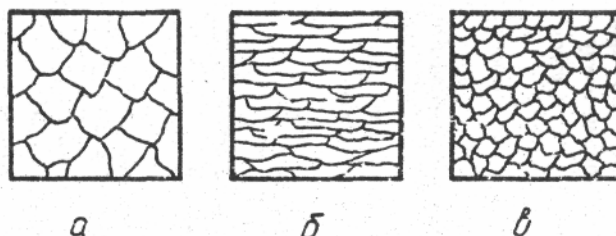


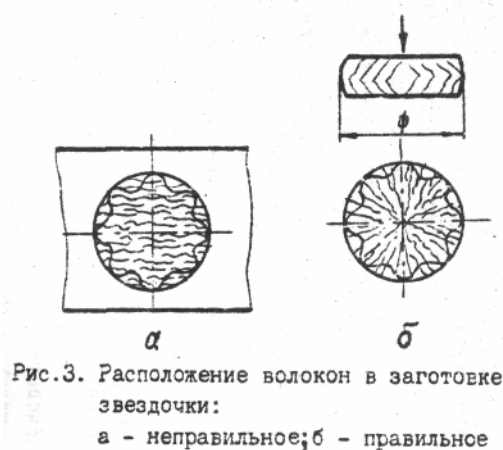
Рис.2. Схема изменения структуры металла при деформации и последующем отжиге: а - до деформации; б - после деформации; в - после рекристаллизационного отжига

Металл с полосчатой структурой имеет преимущественную ориентировку расположения кристаллических решеток в пространстве и за счет этого обладает анизотропией механических свойств. Например, относительное удлинение, сопротивление ударным нагрузкам вдоль волокон структуры больше, чем поперек.

Так как направление волокон зависит от характера деформирования металла заготовки, желательно в готовой детали получить такое расположение волокон, при котором она имела бы наилучшие служебные свойства. Рекомендуется, чтобы наибольшие растягивающие напряжения, возникающие в деталях в процессе работы, были направлены вдоль волокон, а срезающие силы действовали поперек волокон.

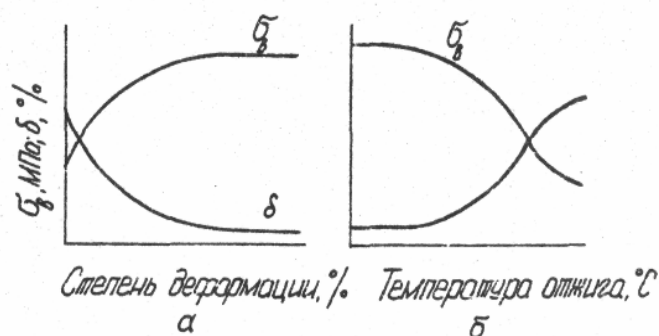
Выполнение этих требований повышает служебные характеристики детали, прочность и надежность в работе.

На рис.3 показано расположение волокон в заготовке звездочки, полученной вырезкой из толстолистовой стали (а) и осадкой из круглого проката диаметром меньшим, чем диаметр полученной заготовки (б).



В первом случае зубья получаются с различной прочностью, во втором - равнопрочные. Второй способ получения заготовки предпочтительней.

В процессе деформации в холодном состоянии свойства металла непрерывно изменяются: твердость и временное сопротивление растяжению (прочность) возрастают, а ударная вязкость, относительное удлинение (пластичность) уменьшаются. Такое изменение свойств называется наклепом (рис.4,а).



Если деформированный, наклепанный, металл нагревать, то свойства постепенно приобретают исходные значения (рис.4,б) без видимых изменений в структуре. При достижении определенной температуры на месте волокнистой деформированной структуры возникают новые мелкие равноосные зерна (рис.2,в), и свойства могут быть даже выше, чем у исходного металла до деформации. Этот процесс изменения формы зерен деформированного металла при нагреве называется рекристаллизацией.

Если деформация металла проводится ниже температуры рекристаллизации, то она называется холодной пластической деформацией, если выше этой температуры, то - горячей пластической

деформацией.

Температура рекристаллизации для каждого металла может быть приблизительно подсчитана по следующей формуле:

$$T_{рекр} \approx 0,4 \cdot T_{пл}$$

где $T_{рекр}$ - абсолютная температура рекристаллизации данного металла;

$T_{пл}$ - абсолютная температура плавления данного металла.

Например, для чистого железа: $t_{пл.железа} = 1535^{\circ}\text{C}$; $T_{пл} = 1535 + 273 = 1808 \text{ K}$; $T_{рекр} = 0,4 \cdot 1808 \approx 723 \text{ K}$; $t_{рекр} = 723 - 273 = 450^{\circ}\text{C}$.

1.4. Нагрев металла перед горячей обработкой давлением и нагревательные устройства

При нагреве металла происходит изменение механических свойств: относительное удлинение повышается, а временное сопротивление растяжению снижается, т.е. металл может деформироваться с меньшими усилиями и с большей степенью деформации.

Каждый металл имеет оптимальный интервал температур нагрева для горячей обработки давлением.

Превышение этих температур ведет к росту зерна и ухудшению механических свойств изделий. Сильный рост зерна при нагреве называется **перегревом**.

Если металл нагревается значительно выше оптимального интервала, вплоть до начала оплавления, то по границам зерен образуются прослойки хрупких окислов. Металл теряет механическую прочность и при обработке давлением разрушается. Это явление называется **пережогом**.

Если металл перед обработкой давлением нагрет до температур ниже оптимального интервала или в процессе деформации его температура сильно снизилась, то при обработке давлением резко возрастают усилия, требуемые для деформирования, металл становится менее пластичным, упрочняется, и в изделии могут появиться трещины. Поэтому заканчивать горячую обработку давлением следует также не ниже определенных температур. Температурный интервал горячей обработки давлением для некоторых металлов приведен в табл.1.

Таблица 1

Сплав	Температурный интервал, °С		Сплав	Температурный интервал, °С	
	Начало	Конец		Начало	Конец
Углеродистые стали			20Х, 30Х, 30ХА	1200	800
10, 15	1280	750	Инструментальные стали		
20, 25, 30, 35	1250	800	7ХФ, 8ХФ	1150	770
40, 45, 50, 55, 60	1200	800	Р9, Р9Ф5	1180	900
Легированные стали			Алюминиевые сплавы		
ШХ15	1130	850	Д1, АК8	460	400
30ХГСА	1140	830	Медные сплавы		
12Х18Н9Т	1150	900	БрАЖМц10-3-15	900	750

Нагревать заготовку следует равномерно во избежание резкого перепада температур по сечению, что может привести к образованию трещин. Поэтому обычно нагрев стали до температур 800...850°С ведется медленно, а затем скорость нагрева желательно увеличить. Ориентировочно время нагрева заготовок (ч) можно определить по формуле:

$$\tau = K \cdot D \cdot \sqrt{D},$$

где D - диаметр круглой или сторона квадратной заготовки, м;

K - коэффициент, зависящий от состава стали (для конструкционных углеродистых и низколегированных сталей $K = 10$, для инструментальных и высоколегированных $K = 20$).

Нагрев металла для горячей обработки давлением осуществляется в нагревательных печах и

электронагревательных устройствах.

В печах теплота к заготовке поступает из окружающего ее рабочего пространства нагретой печи, в электронагревательных устройствах теплота выделяется непосредственно в самой заготовке.

Нагревательные печи в зависимости от источника тепла разделяют на пламенные, работающие на жидком топливе (мазуте) или горючем газе, и электрические.

По характеру распределения температур в рабочем пространстве печи разделяют на камерные, в которых температура одинакова по всему рабочему пространству, и методические, в которых температура в рабочем пространстве повышается в направлении от места загрузки заготовки к месту выдачи.

На предприятиях лесного комплекса для нагрева металла под ковку и штамповку в основном применяются камерные электрические печи сопротивления. Большим преимуществом таких печей является возможность точного регулирования температуры рабочего пространства

Электронагревательные устройства разделяют на индукционные и контактные.

В индукционных устройствах заготовку помещают внутрь многовиткового индуктора, выполненного из медной трубки. По индуктору пропускается переменный ток и в заголовке, оказавшейся в переменном электромагнитном поле, возникают вихревые токи, за счет которых и происходит нагрев заготовки.

При нагреве заготовок диаметром до 150 мм обычно применяют ток частотой 500...8000 Гц, при нагреве заготовок большего диаметра - ток промышленной частоты 50 Гц. Индукционный нагрев обычно применяют в цехах крупносерийного производства.

При электроконтактном нагреве через нагреваемую заготовку пропускают ток большой силы. При этом выделяется теплота, количество которой пропорционально электросопротивлению, квадрату силы тока и времени.

1.5. Прокатка

Прокатка - способ обработки металлов давлением, заключающийся в обжатии заготовки между вращающимися валками.

Прокатное производство имеет огромное значение в народном хозяйстве, так как около 90% всей выплавляемой стали и большая часть цветных металлов подвергаются прокатке.

Ввиду непрерывности процесса прокатка является самым производительным способом обработки металлов давлением.

В зависимости от расположения валков и заготовки различают три основных вида прокатки: продольную, поперечную и поперечно-винтовую.

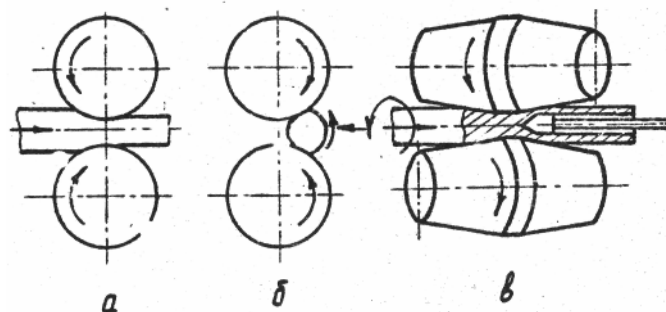


Рис. 5. Основные схемы прокатки

При продольной прокатке (рис. 5, а) заготовка деформируется между двумя валками и перемещается перпендикулярно осям валков. Это наиболее распространенный способ прокатки.

При поперечной прокатке (рис. 5, б) валки, вращающиеся в одном направлении, придают вращение заготовке, которая, перемещаясь вдоль осей валков, деформируется.

При поперечно-винтовой прокатке (рис. 5, в) оси валков расположены под углом друг к другу и сообщают при деформации заготовке вращательное и поступательное движения.

Инструмент и оборудование для прокатки

Инструментом прокатки являются валки. В зависимости от прокатываемого профиля они могут быть гладкими (рис. 6, а) и калиброванными (ручьевыми) (рис. 6, б).

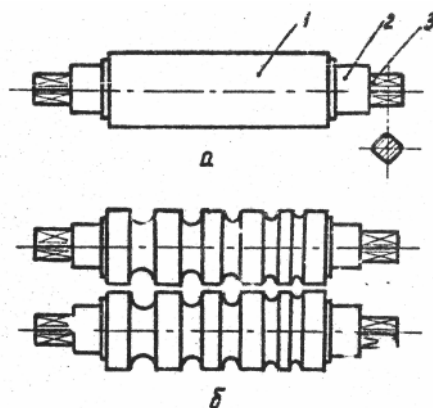


Рис. 6. Гладкие (а) и калиброванные (б) прокатные валки

Валок состоит из средней рабочей части - бочки 1, осуществляющей прокатку, шеек 2, которые устанавливаются в подшипники и трещ 3, через которые осуществляется вращение вала.

Гладкие валки применяются для прокатки листовой стали и обжиге слитков на квадратную заготовку (блюм) или прямоугольную (сляб).

Калиброванные валки имеют на рабочей поверхности бочки вырезы. Профиль, образованный

поверхностью выреза и образующей валка, называется ручьем, а фигура, образованная совокупностью двух ручьев пары валков, - калибром. Комплект валков, установленных в специальной станине, называется клетью.

Совокупность привода вращения валков, одной или нескольких рабочих клеток, подающих рольгангов образует прокатный стан.

Прокатные станы по назначению подразделяют на станы, производящие полупродукт, и станы для выпуска готового проката.

К первым относятся обжимные станы (блужинги и слябинги) для прокатки слитков в заготовки крупного сечения, которые в дальнейшем идут на прокатку сортового и листового проката.

Ко вторым относятся станы для прокатки листов, фасонных профилей, рельсов, труб и т.п.

Продукция прокатного производства

Продукция прокатного производства применяется в металлических конструкциях (мостах, зданиях, железобетонных конструкциях, железнодорожных путях, станинах машин и т.п.) в качестве заготовок для изготовления деталей резанием в механических цехах и заготовок для последующихковки и штамповки.

Форма поперечного сечения прокатанного изделия называется профилем. Совокупность профилей различных размеров называется сортаментом. Сортамент прокатываемых изделий разделяют на четыре основные группы: сортовой, листовой, трубы и специальные виды проката.

Сортовой прокат, получаемый продольной прокаткой, подразделяют на прокат простой геометрической формы - квадрат, круг, шестигранник, полосу (рис.7,а); фасонный прокат общего назначения - двутавр, швеллер, уголок, тавр, рельс (рис.7.б) и прокат специального назначения (рис.7,в).

Листовой прокат в зависимости от назначения подразделяют на электротехнический, судостроительный, котельный, автомобильный, жести для консервной промышленности. Кроме того, листовую сталь разделяют на толстолистовую (толщиной 4...160 мм) и тонколистовую (толщиной 4...0,2 мм). В зависимости от технологии производства тонколистовой металл может быть горячекатаным и холоднокатаным.

Трубы стальные разделяют на бесшовные диаметром 30...650 мм и сварные диаметром 10...1420 мм.

К специальным видам проката относятся колеса железнодорожных вагонов, зубчатые колеса, шары шарикоподшипников, периодические профили, которые представляют собой заготовку, форма и поперечное сечение которой периодически изменяются вдоль оси.

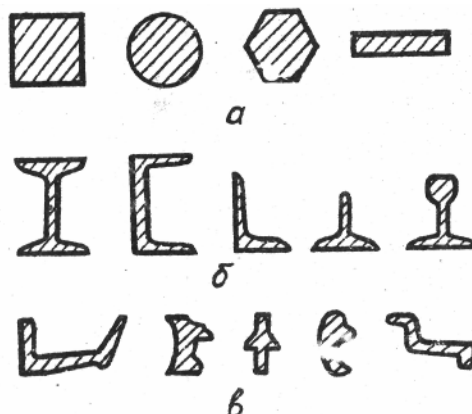


Рис.7. Основные профили проката

Особой разновидностью специальных видов проката являются холодногнутые профили (рис.8), изготавливаемые на гибочных роликовых станах из полосы. Применение таких профилей за счет повышения жесткости конструкций в строительстве и машиностроении взамен горячекатаных позволяет экономить до 40% металла.



Рис.8. Холодногнутые профили

1.6. Волочение

Волочение заключается в протягивании заготовки через сужающееся отверстие матрицы. При этом площадь поперечного сечения заготовки уменьшается и приобретает форму поперечного сечения отверстия матрицы.

Схемы процесса волочения сплошного круглого или фасонного профиля даны на рис.9,а, а круглой трубы на оправке - на рис.9,б.

Волоchильный инструмент - волоку (матрицу) изготавливают из закаленной стали, твердых сплавов, а для особо тонких изделий делают алмазные вставки. Усилия волочения в значительной мере влияют на силы трения на поверхности металл заготовки - матрица, которые стремятся снизить применением смазок (минеральные масла, тальк, графит, мыло).

Процесс волочения проводят обычно в несколько заходов. В большинстве случаев волочение проводят без нагрева, т.е. в холодном состоянии. В процессе волочения металл упрочняется. Поэтому перед каждым последующим проходом проводят отжиг (нагрев с медленным охлаждением) для снятия наклепа.

Методом волочения из стали и цветных металлов получают проволоку, которая находит широкое применение в технике (тросы, пружины, электропровода, электроды для сварки и т.п.), прутки и профили сложного сечения, трубы диаметром от 0,3 до 220 мм с толщиной стенки от 0,05 до 6 мм.

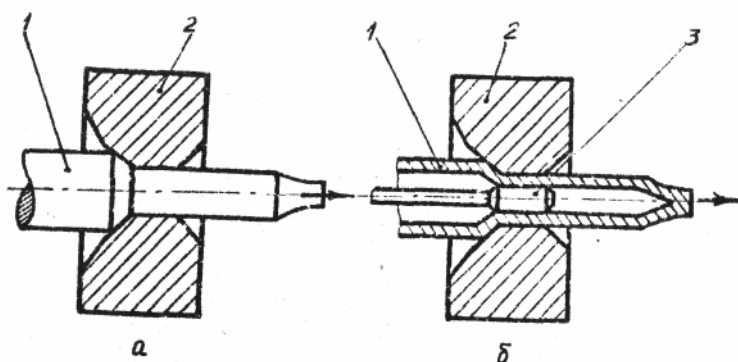


Рис.9. Схема процесса волочения прутка (а) и трубы (б):
1 - заготовка; 2 - матрица; 3 - оправка

1.7. Прессование

Прессование заключается в выдавливании металла из замкнутой полости через отверстие,

соответствующее сечению прессуемого профиля.

Принципиальная схема прессования приведена на рис.10. В процессе прессования прессуемый металл 1 выдавливается через матрицу 2 из контейнера 3 при движении пуансона 4.

Прессование может осуществляться прямым методом, при котором готовое изделие движется в том же направлении, что и пуансон (рис.10,а) и обратным, при котором готовое изделие движется навстречу пуансону (рис.10,б). Метод прямого прессования на практике применяется значительно чаще.

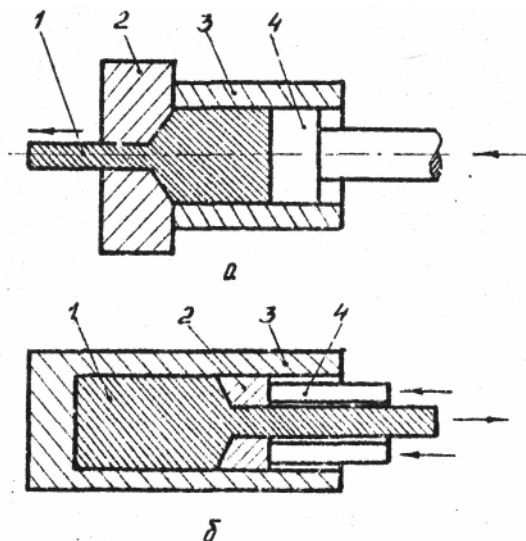


Рис.10. Схема прямого (а) и обратного (б) прессования

Исходной заготовкой при прессовании служит слиток или прокат.

Прессованием изготавливают изделия разнообразного сортамента из конструкционных, нержавеющих и других сталей и из цветных металлов. Таким методом получают прутки разнообразного сечения диаметром от 3 до 250 мм, трубы диаметром 20...400 мм с толщиной стенки 1,5...12 мм, полые профили сложного сечения и т.п.

При прессовании металл деформируется в условиях всестороннего сжатия, в результате чего показывает максимальную пластичность. Поэтому прессованием можно обрабатывать такие металлы, которые ввиду их низкой пластичности невозможно или затруднительно подвергать другим видам обработки давлением.

К недостаткам прессования надо отнести большие отходы металла, так как весь металл не может быть выдавлен из контейнера и в нем остается пресс-остаток (до 40% от массы исходной заготовки). В связи с большими усилиями прессования и высокой температурой инструмент для прессования быстро изнашивается. Для уменьшения износа его изготавливают из дорогих высоколегированных жаропрочных сталей, применяют специальные смазки (например, жидкое стекло).

Основным оборудованием для прессования являются вертикальные или горизонтальные гидравлические прессы.

1.8. Ковка

Ковка - вид горячей обработки металла давлением, при котором металл деформируется с помощью универсального инструмента под воздействием периодических ударов или статического давления.

Нагретую заготовку укладывают на нижний боек и верхним бойком последовательно деформируют на отдельных участках. При этом металл свободно течет в стороны, не ограниченные рабочими поверхностями инструмента (плоские или фигурные бойки, а также подкладной инструмент).

Заготовка, полученная ковкой, называется поковкой и в дальнейшем подвергается механической обработке.

Исходными заготовками дляковки крупных поковок являются слитки. Поковки средней и малой масс изготавливают обычно из сортового проката круглого, квадратного или прямоугольного сечений, разрезанного на заготовки требуемой длины.

Ковку подразделяют на ручную и машинную. Ручной ковкой с помощью кувалды и наковальни получают мелкие поковки при ремонтных работах. Такая ковка малопроизводительна и требует тяжелого ручного труда. Более распространена машинная ковка на молотах и прессах.

Молотами называют машины ударного действия, в которых энергия привода перед ударом преобразуется в кинетическую энергию линейного движения рабочих масс с закрепленным на них инструментом - бойком, а во время удара преобразуется в полезную работу деформирования металла заготовки.

При ударе бойка по заготовке часть энергии расходуется на ее деформацию, а остальная поглощается нижним бойком- или его основанием (шаботом). Коэффициент полезного действия молота определяется как отношение полезной работы деформации A_d ко всей энергии удара A ($\eta = A_d/A$).

Чем больше масса шабота, тем выше коэффициент полезного действия молота. Практически масса шабота бывает в 15 раз больше массы падающих частей, что обеспечивает $\eta = 0,8...0,9$.

Для привода молотов используют обычно пар, сжатый воздух или газ, жидкость под давлением. Меньшее распространение находят молоты, работающие на горючей смеси, взрывчатых веществах, магнитных полях. Применяются также электромеханические рычажные молоты, в которых энергия вращения электродвигателя преобразуется через систему рычагов в энергию движения бойка.

Принципиальные схемы паровоздушного и пневматического молотов представлены на рис.11.

Паровоздушные молоты приводятся в действие паром или сжатым воздухом, поступающими от котла или компрессора. Поступая под поршень рабочего цилиндра, энергоноситель поднимает подвижные части молота, а затем, поступая в верхнюю часть цилиндра, разгоняет поршень и связанные с ним части до скоростей 6...7 м/с, нанося удар.

Ковочные паровоздушные молоты строят с массой падающих частей 1000...8000 кг, что позволяет изготавливать поковки средней массы (20...350 кг) преимущественно из прокатанных заготовок.

Пневматические молоты используют сжатый воздух, который является как бы пружиной, связывающей два поршня: рабочий и компрессорный. Компрессорный поршень приводится в движение от коленчатого вала электродвигателя. Когда компрессорный поршень идет вверх, рабочий поршень молота идет вниз, и наоборот.

Пневматические молоты применяют дляковки мелких поковок (до 20 кг) и изготавливают с массой падающих частей 50...1000 кг.

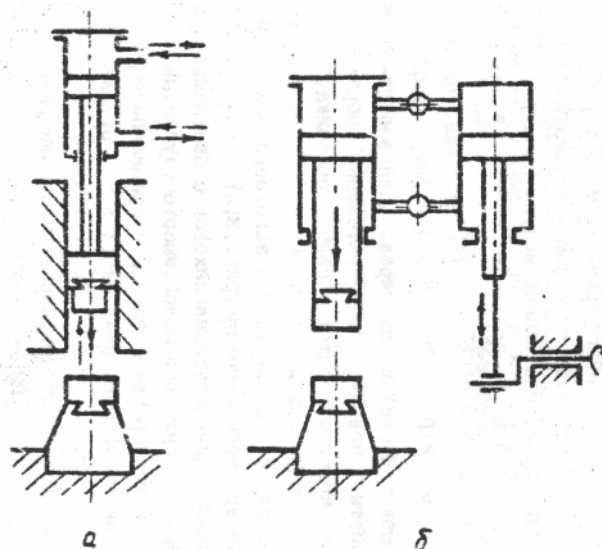


Рис. II. Схемы паровоздушного (а) и пневматического (б) ковочных молотов

Паровоздушные и пневматические молоты могут совершать удары полной или неполной силы, прижимать поковку между бойками (например, для операции гибки или скручивания), удерживать падающие части молота на весу.

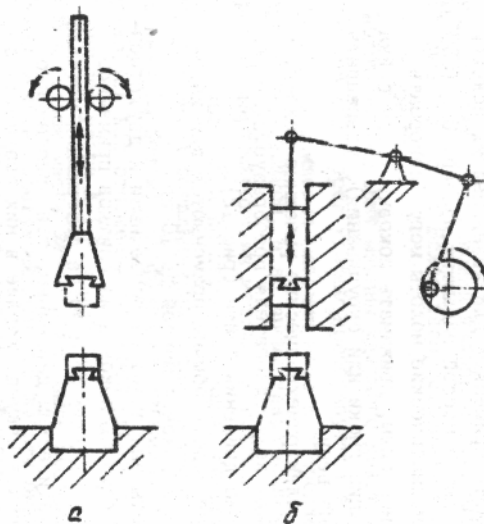


Рис. 12. Схемы электромеханических молотов:
а - молот с "падающей доской";
б - рычажный молот

Применяются также электромеханические рычажные молоты, в которых энергия вращения электродвигателя преобразуется через систему рычагов в энергию движения бойка (рис. 12).

Электромеханические молоты обычно применяются для изготовления мелких и средних поковок массой до 10 кг.

Конструктивно молоты выполняют одностоечными и двухстоечными. Для изготовления крупных поковок из слитков применяют гидравлические прессы. В отличие от молотов деформация металла в них осуществляется статическим давлением, т.е. постепенно в течение нескольких десятков секунд. Усилие в них создается с помощью жидкости (эмульсии или минерального масла). Ковочные гидравлические прессы изготавливают усилием 5...1000 кН.

В последние годы в СССР выпускают оборудование дляковки, штамповки и резки металла с программным управлением, которое может работать в наладочном, полуавтоматическом и автоматическом режимах, а также гибкие производственные модули преимущественно для штамповки деталей из листов, обеспечивающие повышение производительности труда в несколько раз.

Основные операцииковки

Процесс получения поковки состоит из чередования в определенной последовательности основных и вспомогательных операций. К основным операциямковки относятся: осадка, протяжка, прошивка, отрубка, гибка и скручивание.

О с а д к а - операция уменьшения высоты заготовки при увеличении площади ее поперечного сечения (рис.13,а).

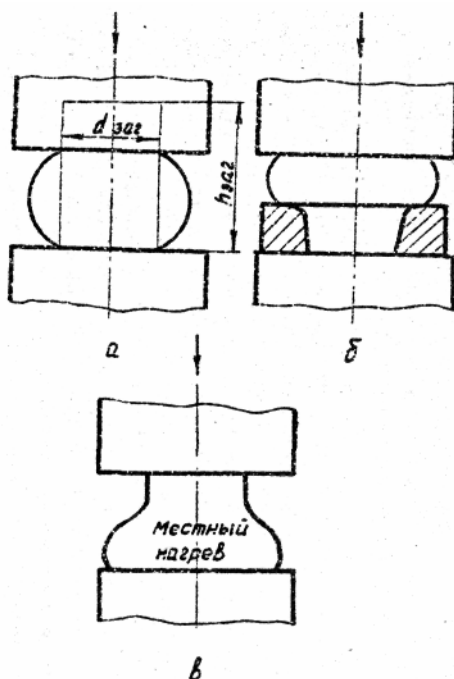


Рис.13. Схемы операции осадки (а) и высадки (б, в)

Осадку обычно применяют для получения поковок с большими поперечными размерами при относительно малой высоте (зубчатые колеса, маховики, диски) как предварительную операцию перед прошивкой при изготовлении пустотелых поковок (кольца, втулки, барабаны).

Деформация при осадке может быть выражена величиной уковки

$$Y = F_1/F_2$$

где F_1 - большая площадь поперечного сечения поковки;

F_2 - меньшая площадь поперечного сечения исходной заготовки.

Чем больше уковка, тем лучше прокован металл, тем выше его механические свойства.

Осадкой не рекомендуется деформировать заготовки, у которых отношение высоты $h_{заг}$ к диаметру $d_{заг}$ больше 2,5, так как в этом случае может произойти продольное искривление заготовки. Осадку заготовки производят между двумя гладкими бойками или подкладными плитами.

Разновидностью осадки является **в ы с а д к а**, при которой металл осаживается только на части длины заготовки. Высадку производят, применяя подкладные кольца (рис.13,б) либо используя

местный нагрев заготовки (рис.13,в).

Протяжка - операция увеличения длины заготовки или ее части за счет уменьшения площади поперечного сечения (рис.14,а). Протяжку производят последовательными ударами или нажатиями на отдельные участки заготовки, примыкающие один к другому, с продвижением заготовки вдоль оси протяжки, иногда при необходимости с поворотом заготовки на 90° вокруг этой оси (рис.14,б).

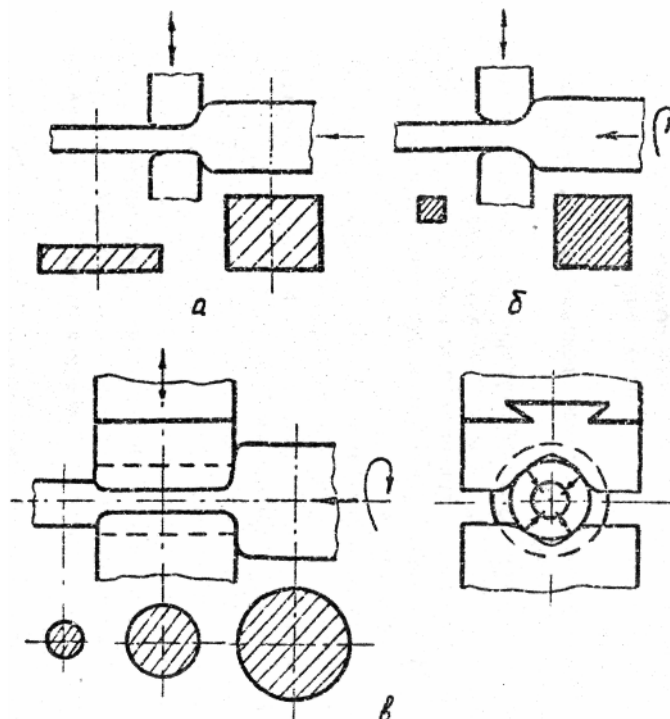


Рис.14. Схемы операции протяжки:
а - в гладких бойках; б - в гладких бойках с поворотом заготовки; в - в вырезных бойках с поворотом заготовки

Протягивать заготовку можно плоскими (рис.14,а,б) и вырезными (рис.14,в) бойками. Вырезные бойки обычно применяют при изготовлении поковок круглого сечения (валы, рычаги, тяги).

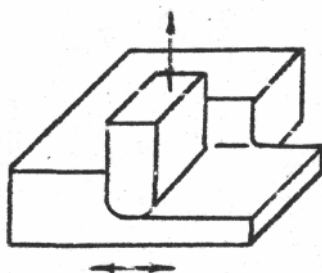


Рис.15. Схема операции разгонки

Разгонка - операция увеличения ширины части заготовки за счет уменьшения ее толщины (рис.15).

Протяжка с оправкой - операция увеличения длины пустотелой заготовки за счет уменьшения ее стенок (рис.16). Эту операцию выполняют, уложив заготовку 1 на слегка конической оправке 2 на нижний вырезной боек 4, поворачивая заготовку и продвигая ее вперед, наносят удары верхним бойком 3. Протягивают обычно в одном направлении к расширяющемуся концу оправки, что облегчает ее удаление из поковки.

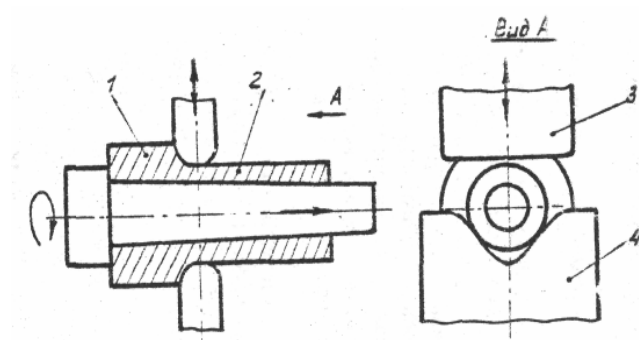


Рис.16. Протяжка с оправкой

Раскатка на оправке - операция одновременного увеличения наружного и внутреннего диаметров кольцевой заготовки за счет уменьшения толщины ее стенок (рис.17). Заготовка 1 опирается внутренней поверхностью на цилиндрическую оправку 2, концы которой установлены на опоры 3. Деформация происходит между оправкой и узким длинным бойком.

После каждого удара заготовку проворачивают относительно оправки.

Протяжку на оправке и раскатку на оправке часто применяют последовательно друг за другом.

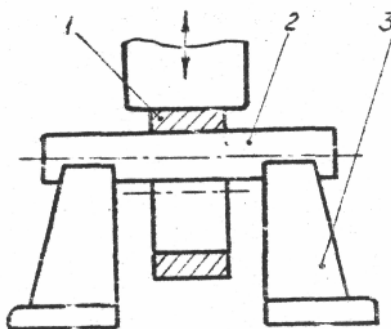


Рис.17. Раскатка на оправке

Прошивка - операция получения полостей в заготовке за счет вытеснения металла (рис.18,а). Прошивкой можно получить сквозное отверстие или углубление (глухая прошивка). Инструментов для прошивки являются прошивки сплошные или пустотелые. Пустотелые прошивки применяют обычно для прошивки отверстий большого диаметра (400...600 мм). При сквозной прошивке сравнительно тонких поковок применяют подкладные кольца (рис.18,б). Выбитая при прошивке часть металла называется выдрой.

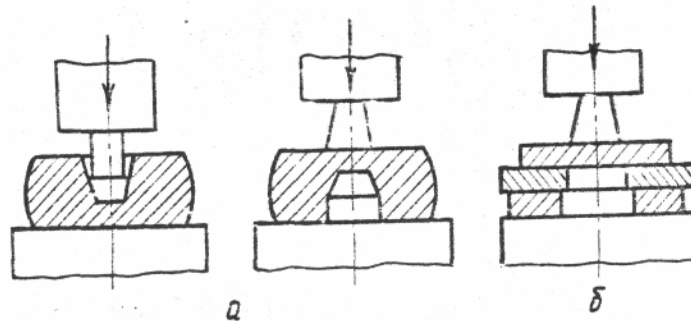


Рис.18. Схема прошивки

Отрубка - операция отделения части заготовки путем внедрения в заготовку деформирующего инструмента - топора (рис.19). Отрубка применяется для получения из заготовки большой длины нескольких коротких или для удаления излишков металла на концах поковок.

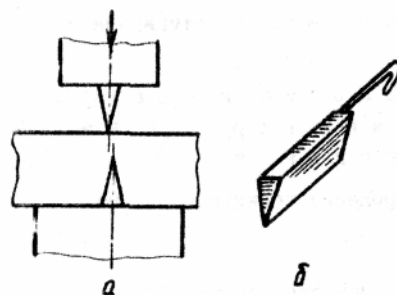


Рис.19. Схема отрубки (а) и инструмент для отрубки (б)

Гибка - операция придания заготовке изогнутой формы по заданному контуру (рис.20).

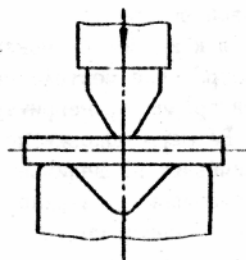


Рис.20. Схема гибки

Этой операцией получают угольники, скобы, крючки, кронштейны и т.п. Гибка сопровождается искажением первоначального поперечного сечения заготовки и уменьшением его

площади в зонегиба, называемым утяжкой. При необходимости для компенсации утяжки в зонегиба заготовке придают увеличенные поперечные размеры. В процессе гибки возможно образование складок по внутреннему контуру и трещин по наружному. Во избежание этого явления подбирают соответствующий радиус закругления.

С к р у ч и в а н и е - операция, посредством которой часть заготовки поворачивается вокруг продольной оси на требуемый угол. При выполнении этой операции одну часть заготовки обычно зажимают между бойками, а другую разворачивают с помощью различных приспособлений - воротков, клещей, ключей и т.п. Операция применяется при изготовлении коленчатых валов, спиральных сверл и т.п.

К о в к а в п о д к л а д н ы х ш т а м п а х применяется для изготовления заготовок с относительно сложной конфигурацией (рис.21). Подкладной штамп может состоять из одной или двух частей, в которых имеется полость с конфигурацией поковки или ее отдельного участка. В подкладных штампах можно изготавливать головки гаечных ключей, болтов, дисков со ступицами и другие поковки.

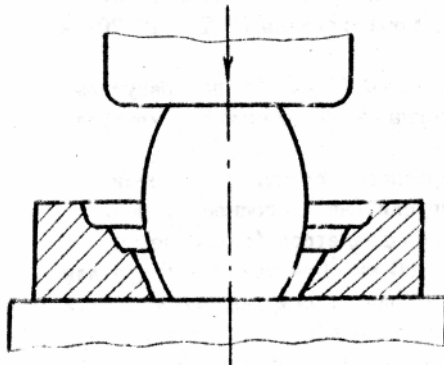


Рис.21. Ковка в подкладном штампе

Разработка технологии и составление технологических карт на изготовление поковок

Разработка технологического процессаковки состоит из следующих этапов:

- проектирование поковки;
- расчет размеров и массы исходной заготовки;
- назначение кузнечных переходов;
- выбор оборудования;
- определение режимов нагрева и охлаждения;
- назначение термообработки для готовой поковки.

Проектирование поковки. Чертеж поковки разрабатывают по чертежу детали. При разработке чертежа поковки надо учитывать некоторые особенности процесса, например, избегать наклонных поверхностей (рис.22). Размеры поковки по сравнению с размерами готовой детали увеличивают на величину припуска. Для упрощения формы поковки по отдельным поверхностям, получение которых ковкой затруднено или невозможно, предусматривают местное увеличение размера, называемое **напуском**.

На все размеры поковки назначают допуски. Припуски и допуски на поковки из углеродистой и легированной сталей, изготавливаемые ковкой на молотах, регламентированы ГОСТ 7829-70, а на прессах - ГОСТ 7062-79.

В табл.2 приведена выдержка из ГОСТ 7829-70 по припускам и допускам для поковок простой формы цилиндрического, квадратного и прямоугольного сечений.

Для поковок круглого и квадратного сечений с уступами предусмотрены дополнительные припуски (на несоосность) величиной 3...10 мм при разности размеров диаметров (или сечений прямоугольников) до 40 мм и свыше 180 мм. Припуски на общую длину таких поковок берут в 2,5 раза больше, чем указано в табл.2.

Расчет размеров и массы исходной заготовки. Массу исходной заготовки G_z при ковке из проката определяют по формуле:

$$G_z = G_n + G_o,$$

где G_n - масса поковки, кг;

G_o - масса отходов на обсечки и угар, кг.

Таблица 2

Длина детали, мм	Припуски (на две стороны) и допуски деталей при диаметре D или размере сечения $B \times H$, мм			
	< 50	50...70	70...90	90...120
< 250	5 ± 2	6 ± 2	7 ± 2	8 ± 3
250...500	6 ± 2	7 ± 2	8 ± 2	9 ± 3
500...800	7 ± 2	8 ± 2	9 ± 2	10 ± 3
800...1200	8 ± 2	9 ± 3	10 ± 3	11 ± 3

Если поковку обрабатывают в дальнейшем резанием, то подсчет массы металла проводят по номинальным размерам (размер детали с припуском) без учета допусков.

Если поковка механически не обрабатывается, то подсчет массы металла поковки проводят с учетом максимальных значений допусков, т.е. по максимальным размерам поковки.

Массу поковки подсчитывают по формуле

$$G_n = V_n \cdot \rho,$$

где V_n - объем металла поковки, см³;

ρ - плотность, равная для стали 7,85 г/см³.

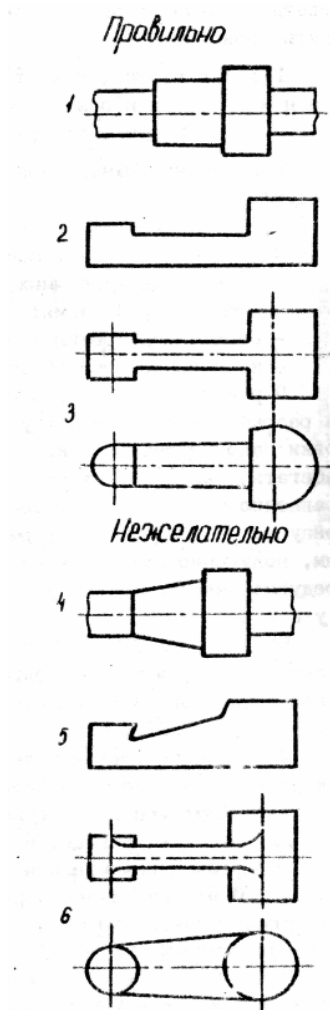


Рис. 22. Правильная и нежелательная конфигурации поковки

Массу отходов на обесечки и угар металла при нагреве берут в процентах от массы поковки в зависимости от ее сложности.

Тип поковки	Масса отходов в % от массы поковки
Глухие фланцы.....	1,5
Зубчатые колеса.....	8...10
Втулки, обечайки.....	3...5
Гладкие валы, бруски.....	5...7
Валы и вилки с уступами, болты.....	7...10
Гаечные ключи, шатуны.....	15...18
Рычаги сложные, кривошпы.....	18...25

Оптимальную площадь поперечного сечения заготовки определяют, исходя из площади поперечного сечения детали, характера обработки к степени укова. Если основной операцией при ковке является вытяжка, то площадь поперечного сечения заготовки определяют по формуле

$$F_3 = F_n \cdot K,$$

где F_n - площадь поперечного сечения поковки, см²;

K - степень укова, равная для проката 1,3...1,5, для слитка - 1,5...2,0.

Для операции осадки высота исходной заготовки должна быть менее трех ее диаметров.

Длину исходной заготовки L_3 (см) можно определить по формуле:

$$L_3 = (V_n + V_o)/F_3 = V_3/F_3,$$

где V_o - объем отходов, см^3 ;
 V_3 - объем заготовки, см^3 .

Для облегчения расчетов объем сложных деталей (например, состоящих из нескольких цилиндрических частей с различными диаметрами) разбивают на объемы элементарных фигур, которые затем складывают.

Назначение кузнечных переходов

При разработке технологииковки необходимо стремиться к наименьшему числу переходов, к минимуму отходов металла и получению детали с высокими механическими свойствами.

В качестве примера расчленения кузнечной операции на переходы приведены переходыковки вилки из прямоугольной заготовки (рис.23).

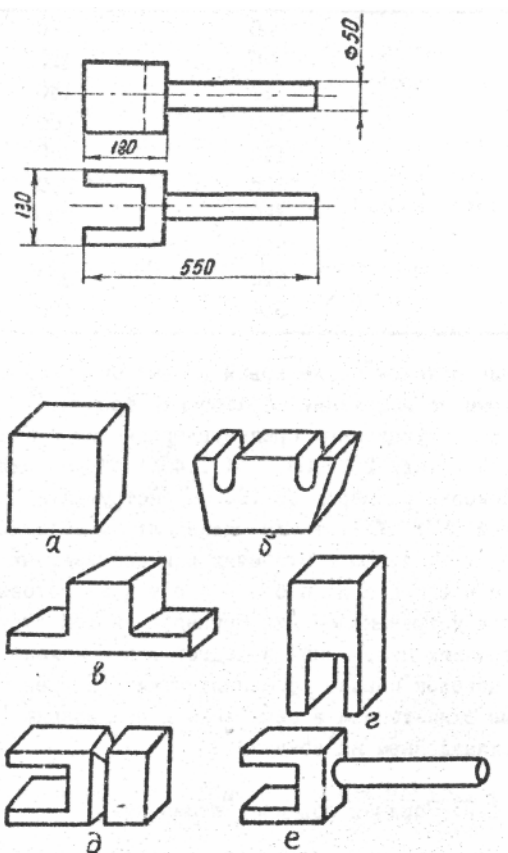


Рис.23. Переходы при ковке вилки из прямоугольной заготовки

Выбор оборудования дляковки проводится по требуемой массе падающих частей молотов или усилию пресса в зависимости от размеров заготовки и операцииковки (табл.3).

Пользуясь каталогами и справочниками, по требуемой массе падающих частей молота можно определить оптимальную марку молота. Однако в практике ремонтных цехов предприятий лесного комплекса, где обычно установлено 1-2 молота, расчет сводится к определению возможностиковки заданной заготовки на имеющемся оборудовании.

Режим нагрева и охлаждения

Режим нагрева поковок принципиально не отличается от нагрева металла для других видов обработки давлением (смотри раздел нагрев металла перед горячей обработкой давлением).

Таблица 3

Масса падающих частей молота, кг	Максимальное сечение исходной заготовки – сторона прямоугольника или диаметр, мм	
	осадка	вытяжка
100	50	90
200	70	120
300	85	140
400	100	160
500	115	180
750	135	200
1000	160	230
2000	225	280
3000	270	330
5000	350	400

Охлаждение поковок послековки должно быть равномерным и не очень быстрым во избежание образования трещин.

Поковки конструкционных среднеуглеродистых и низколегированных сталей (стали 25...50, 15X...45X) обычно охлаждают на воздухе. Поковки размером до 100 мм инструментальных углеродистых сталей (У7...У12) также охлаждают на воздухе, при больших размерах медленно в штабелях или специальных колодцах.

Термическая обработка готовых поковок применяется для устранения в них крупнозернистой структуры, наклепа, внутренних напряжений и подготовки к механической обработке. Для поковок обычно применяют отжиг (нагрев с последующим медленным охлаждением в печи) или нормализацию (нагрев с последующим охлаждением на воздухе).

1.9. Горячая объемная штамповка

Объемная штамповка - вид обработки металлов давлением, при котором заготовка деформируется в полости специального инструмента - штампа.

В качестве заготовок для объемной штамповки обычно применяют прокат круглого, квадратного или прямоугольного сечения, разрезанный на части требуемой длины. Прокат разрезают на мерные заготовки различными способами: на кривошипных пресс-ножницах, механических пилах или газовой резкой.

Изделия, получаемые штамповкой, также как и получаемые ковкой, называют **п о к о в к а м и**.

По сравнению с ковкой штамповка имеет ряд преимуществ.

Поковки, полученные штамповкой, по своим размерам и форме ближе к готовым деталям, чем кованные.

Штамповкой можно получать поковки без напусков, допуски в 3...4 раза меньше, чем на кованные. Вследствие этого значительно сокращается объем последующей механической обработки.

Штампованные поковки имеют лучшую шероховатости поверхности. Поэтому в ряде случаев их обработка сводится только и шлифованию мест, соприкасающихся с другими деталями.

Штамповкой можно изготавливать поковки более сложной формы, чем ковкой.

Производительность штамповки значительно выше, чемковки и составляет десятки и сотни поковок в час.

Механические свойства штампованных изделий обычно выше, чем таких же изделий, изготовленных ковкой. Это объясняется тем, что в штампе легче создать оптимальное расположение волокон в металле.

При всей перспективности штамповки этот процесс по сравнению с ковкой имеет и некоторые недостатки.

Штампы - дорогостоящий инструмент и пригоден только для изготовления поковок одного типоразмера. В связи с этим штамповка экономически целесообразна лишь при изготовлении достаточно больших партий одинаковых поковок (массовое или крупносерийное производство).

Усилия для деформирования металла в штампах требуются большие, чем при изготовлении той же поковки ковкой. Поэтому для штамповки необходимо более мощное оборудование (молоты и прессы).

Штамповкой получают обычно поковки небольшой массы (0,5...30 кг). Крупные поковки изготавливают методомковки.

Технологическая схема процесса получения штампованных поковок состоит из следующих операций: разрезка прутков на мерные заготовки, нагрев заготовок, перенос в полость штампа, штамповка, обрезка заусениц (облоя), термическая обработка, осмотр, ремонт дефектов, приемка.

О б о р у д о в а н и е и и н с т р у м е н т

Инструмент для штамповки - штампы. Штампы представляют собой стальные бойки с вырезами (ручьями), очертания которых соответствуют конфигурации изготавливаемой поковки. Штампы состоят из двух частей, закрепляемых при помощи "ласточкиного хвоста" в подвижной части молота или прессы (бабе) и штамподержателе. В полость нижней половины штампа кладут нагретую заготовку и затем верхней половиной штампа наносят удары, в результате которых металл заполняет полость штампа.

Штампы изготавливают из инструментальных сталей марок: У8, У10, ЭХВ8, 7ХС, 5ХГС и др. Их подвергают закалке с низким или средним отпуском.

Штамповку осуществляют на штамповочных молотах, прессах и горизонтально-ковочных машинах, различных конструкций.

В ремонтном производстве предприятий лесного комплекса обычно применяют штамповочные молоты.

По своему устройству они похожи на ковочные, но для более точного совпадения при ударе верхнего штампа о нижний шабот с нижней половиной штампа крепится к станине.

С п о с о б ы г о р я ч е й о б ъ е м н о й ш т а м п о в к и

Характер течения металла в процессе штамповки определяется типом штампа. В зависимости от типа штампа штамповку подразделяют на штамповку в открытых и закрытых штампах.

Штамповка в открытых штампах (рис.24,а) характеризуется переменным зазором между подвижной и неподвижной частями штампа. В этот зазор в конечный момент деформирования выжимается лишний металл, образуя заусенец, что позволяет не предъявлять особо высоких требований к точности заготовок по массе. Заусенец (облой) затем обрезается в специальных штампах или при механической обработке.

Штамповка в закрытых штампах (рис.24,б) характеризуется тем, что полость штампа в процессе деформации остается закрытой. Зазор между подвижной и неподвижной частями штампа при этом постоянный и небольшой, так что образование заусенца в нем не предусмотрено. При таком способе штамповки необходимо строго соблюдать равенство объемов заготовки и поковки, иначе при недостатке металла не заполнятся углы полости штампа, а при избытке размер поковки по высоте будет больше требуемого. Следовательно, в этом случае процесс получения заготовки усложняется, поскольку отрезка заготовок должна производиться с высокой точностью. Существенным преимуществом штамповки в закрытых штампах является уменьшение расхода металла (нет отхода в заусенец).

В ремонтном производстве шире применяется штамповка в открытых штампах, как наиболее простая.

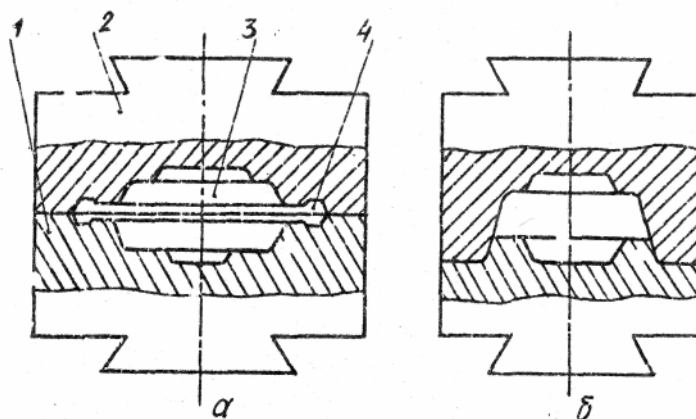


Рис.24. Штамповка в открытых (а) и закрытых (б) штампах:
1 – нижняя половина штампа; 2 – верхняя половина
штампа; 3 – поковка; 4 – зазор

Проектирование штампованной поковки

По чертежу детали составляют чертеж поковки.

При получении поковки в открытом штампе необходимо правильно выбрать поверхность разъема, т.е. поверхность, по которой соприкасаются между собой верхняя и нижняя половины штампа. Эта плоскость должна быть выбрана так, чтобы поковка свободно вынималась из штампа. С целью лучшего заполнения полости штампа металлом желательно плоскость разъема выбрать так, чтобы целости штампов имели наименьшую глубину (рис.25).

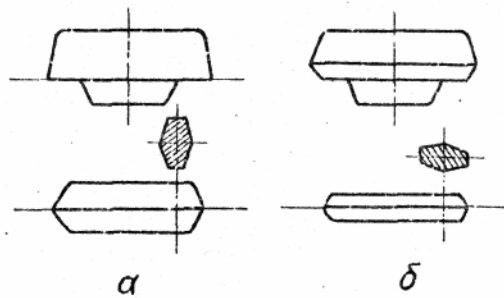


Рис.25. Выбор плоскости разъёма штампа:
а - неправильно; б - правильно

Припуски на механическую обработку поковок назначают главным образом на сопрягаемые поверхности детали. Величина припусков зависит от габаритных размеров и массы поковки и выбирается по ГОСТ 7505-74. Допуски на штамповку назначают по тому же ГОСТу. Необходимость назначения допусков обусловлена возможностью недоштамповки по высоте, сдвига штампов, их износом и т.п.

Штамповочные уклоны служат для облегчения заполнения полости штампа металлом и обеспечения более легкого удаления поковки из штампа. Штамповочные уклоны назначаются сверх припуска, они, к сожалению, увеличивают отход металла при механической обработке и утяжеляют поковку. При изготовлении поковок из стали штамповочные уклоны составляют $3...10^\circ$.

Радиусы закругления в местах пересечения поверхностей поковки необходимы для лучшего заполнения штампа и предохраняют его от преждевременного износа и поломок. Наружные радиусы закругления составляют обычно $1...6$ мм, внутренние $4...20$ мм.

При штамповке в штампах с одной плоскостью разъема нельзя получить в поковке сквозное отверстие. Поэтому делают только наметку отверстия (с одной или с двух сторон) с перемычкой - планкой, которая затем удаляется в специальных штампах или при механической обработке. При диаметрах отверстий менее 30 мм наметки в поковках не делают.

Для упрощения формы штампа на отдельных участках поковки могут быть сделаны напуски, которые удаляются при механической обработке.

В отдельных случаях при изготовлении деталей сложной формы их можно расчленить на отдельные простые части, получаемые штамповкой, а затем соединить их в единую деталь посредством сварки.

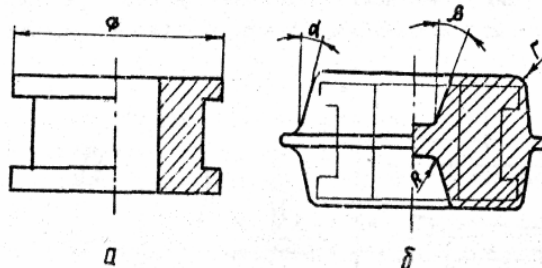


Рис.26. Пример составления чертежа штампованной поковки:
а - деталь; б - поковка

Пример составления чертежа штампованной поковки дан на рис.26.

1.10. Холодная штамповка из листа

Холодная штамповка из листа - способ обработки металла давлением, при котором

металлический лист деформируется в штампе.

Листовой штамповкой изготавливают детали для автомобилей, тракторов, судов, сельскохозяйственных и лесных машин. Она применяется также при изготовлении и ремонте ряда аппаратов в лесохимической и целлюлозно-бумажной промышленности.

Широкое применение листовой штамповки объясняется рядом ее достоинств:

- высокой производительностью и вследствие этого низкой себестоимостью деталей;
- взаимозаменяемостью деталей ввиду их точности;
- возможностью получения достаточно простых и жестких, но
- легких конструкций;
- широкой возможностью механизации и автоматизации процесса.

В зависимости от толщины листа-заготовки штамповку можно условно разделить на тонколистовую (толщина листа до 4 мм) и толстолистовую. Листовой металл толщиной свыше 15 мм, как правило, штампуют в горячем состоянии.

Основные операции листовой штамповки подразделяют на разделительные (отрезка, вырубка, пробивка) и формоизменяющие (гибка, вытяжка, формовка, отбортовка и др.).

О т р е з к а - отделение части заготовки по незамкнутому контуру на специальных машинах - ножницах или в штампах. Основными типами ножниц являются ножницы с поступательным движением режущих кромок ножа - гильотинные ножницы (рис.27,а) и с вращательным движением режущих кромок - дисковые ножницы (рис.27,б).

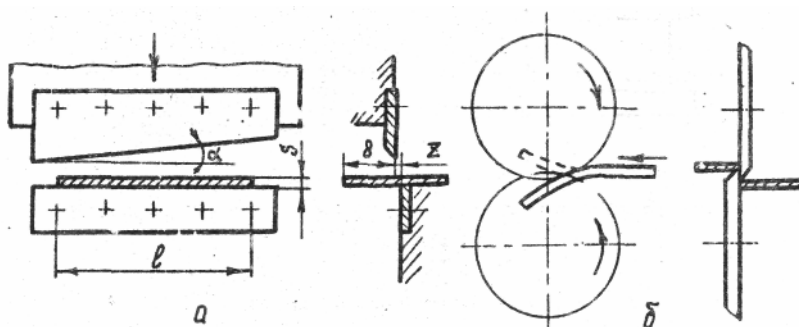


Рис.27. Схемы действия гильотинных (а) и дисковых (б) ножниц

В гильотинных ножницах для уменьшения усилий резания режущие кромки ножей наклонены друг к другу под углом ($\alpha = 1...5^\circ$). Длина отрезаемой полосы l не должна превышать длину ножей. Качество поверхности среза зависит от правильного выбора и установки зазора Z между режущими кромками и отсутствия притупления режущих кромок. Обычно величину зазора подсчитывают по формуле

$$Z = (0,03...0,05) S,$$

где S - толщина листа, мм.

При резке на дисковых ножницах длина отрезаемой полосы не ограничена. Прямолинейность линии отрезка обеспечивается соприкосновением разрезаемых частей листа с боковой поверхностью ножей и тем, что режущие кромки ножей заходят одна за другую. Для обеспечения захвата и подачи заготовки диаметр ножей должен быть больше толщины заготовки в 30...70 раз.

В ы р у б к а и п р о б и в к а. Вырубкой (рис 28, а) формируют наружный контур детали, а пробивкой - внутренний контур (изготовление отверстий). Для выполнения этих операций, как и в случае прошивки при ковке, применяют металлический пуансон и матрицу. Зазор между пуансоном и матрицей должен составлять $(0,05...0,1)S$.

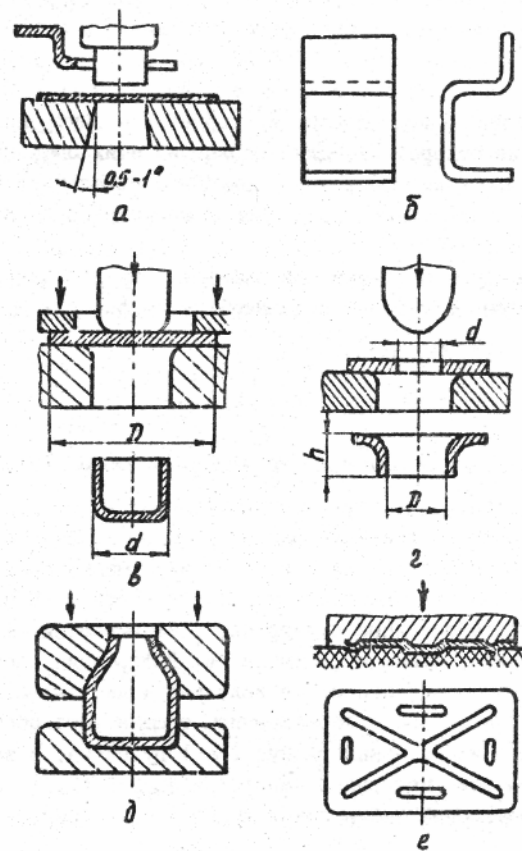


Рис.28. Операции листовой штамповки:

а - вырубка; б - гибка; в - вытяжка; г - отбортовка;
д - обжим; е - формовка

Усилие вырубки и пробивки при параллельных плоских рабочих торцах пуансона и матрицы подсчитывают по формуле в МН

$$P = L \cdot S \cdot \sigma_{\theta},$$

где L - периметр изделия или отверстия, мм;

S - толщина листа, мм;

σ_{θ} - временное сопротивление разрыву разрезаемого металла, МПа.

Г и б к а - операция, изменяющая кривизну заготовки практически без изменения ее линейных размеров. Схема гибки приведен на рис.29. В процессе гибки пластическая деформация сосредоточивается на узком участке, контактирующем с пуансоном. В этой зоне наружные слои, обращенные к матрице, растягиваются, а внутренние, обращенные к пуансону, - сжимаются. Деформация растяжения наружного слоя при определенной ее величине может вызвать разрушение металла заготовки с образованием трещин. Это обстоятельство ограничивает минимальный радиус (r) пуансона. В зависимости от пластичности материала заготовки $r_{min} = (0,1 \dots 2)S$.

Усилие одноугловой гибки приближенно можно определить по формуле

$$P \cong 0,7 \cdot B \cdot S^2 \cdot \sigma_{\theta} / (r + S)$$

где B - ширина заготовки, мм.

При гибке в штампах можно изменять кривизну на нескольких участках заготовки одновременно (рис.28,б).

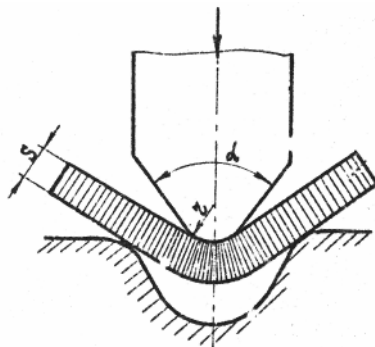


Рис.29. Схема гибки листовой заготовки

В некоторых случаях, например, при изготовлении цилиндрических емкостей из листового металла используют гибку в вальцах (рис.30). Лист укладывают на свободно вращающиеся нижние ролики и постепенно поджимают сверху приводным роликом, выполняющим функцию пуансона.

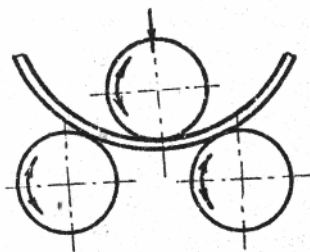


Рис.30. Схема гибки листовой заготовки в вальцах

В ы т я ж к а - операция изготовления полых пространственных изделий из плоской заготовки. Схема такого процесса показана на рис.28,в. Исходную вырубленную заготовку укладывают на плоскость матрицы и давят пуансоном на ее центральную часть. При этом центральная часть заготовки смещается в отверстие матрицы и тянет за собой периферийную часть заготовки, которая образует стенки готового изделия.

Для уменьшения концентрации напряжений и опасности разрушения заготовки кромки пуансона и матрицы скругляют по радиусу, равному $5 \dots 10$ толщин заготовки.

Вытяжка может быть без утонения стенки и с утонением.

При вытяжке без утонения стенки зазор между пуансоном и матрицей должен быть больше толщины заготовки (обычно $Z = (1,1 \dots 1,3)S$).

При вытяжке с утонением стенки зазор между пуансоном и матрицей должен быть в $1,5 \dots 2$ раза меньше толщины заготовки. Если требуется большее утонение стенки, то операцию вытяжки делают в несколько переходов с промежуточными рекристаллизационными отжигами для

восстановления механических свойств (снижения прочности и повышения пластичности).

Отбортовка - получение бортов (горловин) путем выдавливания центральной части заготовки с предварительно пробитым отверстием в матрицу (рис.28,г). Допустимое без разрушения максимальное увеличение диаметра отверстия при отбортовке должно удовлетворять условию $d_6/d_0 = 1,2 \dots 1,8$ в зависимости от пластичности материала

Обжим - операция, при которой уменьшается диаметр краевой части полой заготовки в результате введения ее в сужающуюся полость матрицы (рис.28,д).

Формовка - операция, при которой изменяется форма заготовки в результате растяжения (выдавливания) отдельных ее участков (рис.28,е). Формовкой получают местные выступы на заготовке, ребра жесткости и т.п.

Деформирование при формовке обычно осуществляется между металлическими пуансоном и матрицей. В отдельных случаях с целью сохранения высокого качества поверхности изделия одним из инструментов является резиновая подушка. В этом случае заготовка укладывается на металлический шаблон (матрицу) и прижимается к ней пуансоном через резиновую подушку. Обычно таким способом формуют изделия из тонкого листа цветных металлов.

1.11. Контрольные вопросы

1. Какие факторы влияют на обработку металлов давлением?
2. Как изменяется структура и свойства металла при пластической деформации?
3. В чем разница между горячей и холодной пластическими деформациями?
4. Что происходит при перегреве и пережоге металла?
5. В чем сущность прокатки металла?
6. Какие виды продукции получают прокаткой?
7. В чем сущность волочения? Какую продукцию получают методом волочения?
8. В чем сущность прессования металлов? Какую продукцию получают прессованием?
9. В чем сущность процессаковки?
10. Чем отличается ковка на молотах отковки на прессах?
11. Каковы операцииковки?
12. Из каких этапов состоит разработка технологического процессаковки?
13. Как подсчитывается масса исходной заготовки приковке?
14. Чем отличаетсяконка от объемной штамповки?
15. Какие преимущества и недостатки объемной штамповки по сравнению сковкой?
16. Чем отличаются способы штамповки в открытых и закрытых штампах?
17. Для чего делают уклоны и радиусы закругления штампов?
18. Чем отличаются устройства гильотинных и дисковых ножниц?
19. Каковы основные операции листовой штамповки?
20. Какие виды обработки металлов давлением применяются в машиностроении лесного комплекса и почему?
21. Какая продукция, полученная обработкой давлением, применяется на предприятиях лесного комплекса?