

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Невинномысский технологический институт (филиал)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению практических работ
по дисциплине « Теоретические основы обработки металлов давлением»
для студентов очной/заочной формы обучения направления подготовки
15.03.02 Технологические машины и оборудование

Методические указания разработаны в соответствии с требованиями ФГОС ВО и рабочей программы дисциплины « Теоретические основы обработки металлов давлением». Указания предназначены для студентов очной формы обучения, направления подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Составители

Е.С. Антипина, канд.техн.наук, доцент.

Отв. редактор

А.И. Свидченко, канд.техн.наук, доцент.

Содержание

Введение	4
1. Практическая работа №1 Выбор варианта технологического процесса изготовления детали	5
2. Практическая работа №2 Материал заготовок.....	7
3. Практическая работа №3 Технологичность конструкции детали....	12
4. Практическая работа №4. Основы технологии обработки металлов давлением (ОМД).....	20

Введение

Обработке давлением подвергают заготовки из черных и цветных металлов и сплавов, из пластических масс и других не металлических материалов.

По сравнению с другими способами изготовления деталей (обработкой резанием, литьем и сваркой) операции ОМД обеспечивают следующие преимущества :

- экономичное расходование металла;
- улучшение структуры, следовательно, и свойств деталей;
- снижение трудозатрат на изготовление;
- высокая производительность кузнечного и прессового оборудования; - некоторые детали другим способом просто невозможно сделать.

Роль процессов обработки металлов давлением в техническом плане различных отраслей хозяйства все более возрастает. Процессы обработки металлов давлением позволяют получать детали и заготовки требуемых форм, размеров и свойств путем пластического деформирования металла в холодном или горячем состоянии.

По степени специализации кузнечно-штамповочные цехи подразделяются на специализированные, универсальные и смешанные, по характеру производства бывает индивидуальным, мелкосерийным, серийным, крупносерийным и массовым.

Наряду с изготовлением заготовок и деталей из металла обработка давлением широко используется в порошковой металлургии, которая позволяет создавать изделия с уникальными свойствами, в ряде случаев существенно повышать экономические показатели производства.

Изготовление деталей и узлов из пластмасс менее трудоемко, чем из металлов, себестоимость их значительно ниже себестоимости металлических изделий. Применение пластических масс дает возможность постоянно совершенствовать конструкции.

Процесс создания любой детали или машины состоит из двух неразрывно связанных этапов: проектирования и изготовления. При этом требования, предъявляемые к детали (машине) конструктором и технологом, часто оказываются взаимно противоречивыми. Например, стремление получить более точную и качественную деталь и машину неизбежно влечет за собой усложнение и удорожание технологии изготовления. И наоборот, необоснованное упрощение технологии изготовления, как правило, приводит к нарушению требований, которым должна отвечать машина и ее детали. Поэтому для создания высококачественной и эффективной машины необходимо согласование всех конструкторских и технологических решений, их строгое технико-экономическое обоснование. Обработка давлением, в большинстве своем, металлосберегающая и высокопроизводительная технология. Обработка давлением известна из глубокой древности (древнейшие изделия, полученные ОМД (ковкой), найденные при

археологических раскопках характеризуются возрастом в 85 веков). Од рациональнее получать заготовки, которые доводят до окончательной детали обработкой резанием. В настоящее время для производства заготовок ОД подвергают до 85 % стали и до 60 % цветных металлов, причем ОД подвергают не только металлы и сплавы, но так получают и заготовки из порошковых и неметаллических материалов, резины и пластических масс.

^

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ

ЧАСТЬ

В современной металлообрабатывающей промышленности обработка металлов давлением является одним из основных способов формообразования деталей машин различного назначения. Обработка металлов давлением основана на свойстве пластичности металлов, то есть на способности металлов изменять первоначальную форму и размеры без разрушения. Если при упругих деформациях деформируемое тело полностью восстанавливает исходную форму и размеры после снятия внешних сил, то при пластических деформациях изменение формы и размеров, вызванное действием внешних сил, сохраняется и после прекращения действия этих сил. Упругая деформация не вызывает заметных остаточных изменений в структуре и свойствах материалов; под действием приложенной нагрузки происходит только незначительное относительное и обратимое смещение атомов из положения равновесия. После снятия нагрузки смещенные атомы возвращаются в исходное равновесное состояние и кристаллы приобретают свою первоначальную форму и размеры. При пластической деформации необратимо изменяются структура и, как следствие, свойства материалов. Таким образом, если при упругой деформации происходит только обратимое искажение кристаллической решетки, то при пластической деформации одна часть кристалла смещается относительно другой за счет механизмов скольжения или двойникования. Скольжение в кристаллической решетке протекает по плоскостям и направлениям с наиболее плотной упаковкой атомов, где сопротивление сдвигу наименьшее. Плоскости скольжения и направления скольжения, лежащие в этих плоскостях, образует систему скольжения. В металлах могут действовать одна или одновременно несколько систем скольжения.

Металлы с кубической решеткой (ГЦК и ОЦК) обладают высокой пластичностью, так как скольжение в них происходит во многих направлениях. Металлы с гексагональной кристаллической решеткой (ГПУ) менее пластичны и поэтому труднее подвергаются прокатке, штамповке и другим видам деформации.

Процесс скольжения не следует представлять как одновременное передвижение одной части кристалла относительно другой. В реальных

кристаллах скольжение осуществляется в результате перемещения по определенным плоскостям краевых и винтовых дислокаций, которые представляют собой линейные дефекты кристаллического строения.

Первоначально под микроскопом на предварительно полированных и деформированных образцах можно наблюдать следы скольжения в виде прямых линий, которые одинаково ориентированы в пределах отдельных зерен.

При большой деформации в результате процессов скольжения зерна меняют свою форму. До деформации зерно имеет как правило округлую форму, а после деформации в результате смещения по плоскостям скольжения зерна вытягиваются в направлении действия приложенных сил, образуя волокнистую или слоистую структуру. Одновременно с изменением формы зерна внутри него происходит деформирование субзерен и увеличение угла разориентировки между ними. На пластичность металлов оказывает влияние химический состав материала, температура и скорость деформации, форма очага деформации. Создавая соответствующие условия деформирования можно получить требуемую технологическую пластичность. Обработка металлов давлением существенно отличается от других видов обработки, так как в процессе пластической деформации металл не только приобретает требуемую форму, но и меняет свою структуру и физико-механические свойства. Однако необходимо учитывать, что величина пластической деформации не безгранична и при определенных ее значениях может начаться разрушение металла.

В настоящее время насчитывается около 400 способов ОМД. Несмотря на большое многообразие процессов обработки давлением, их можно объединить в две основные группы — процессы металлургического и машиностроительного производства.

К первой группе относятся: прокатка, прессование и волочение, т.е. процессы, в основе которых лежит принцип непрерывности технологического процесса. Продукцию металлургического производства (листы, полосы, ленты, периодический и профильный прокат, трубы, профили, проволоку и т.п.) использует как заготовку в кузнечно-прессовых и механических цехах и как готовую продукцию для создания различного рода конструкций.

Во вторую группу входят такие процессы как ковка, объемная штамповка (горячая и холодная), листовая штамповка и специальные виды обработки давлением (раскатка кольцевых деталей, редуцирование, обкатка и т. д.). Эти процессы обеспечивают получение заготовок деталей и готовых деталей, не требующих последующей механической обработки. Кованые и штампованные заготовки отличаются высокими механическими свойствами,

поэтому наиболее ответственные тяжело нагруженные детали машин изготавливают из заготовок, полученных ковкой или штамповкой.

Существенным преимуществом обработки металлов давлением является возможность значительного уменьшения отходов металла, а также повышения производительности труда, поскольку в результате одновременного приложения усилия можно значительно изменить форму и размеры деформированной заготовки, вплоть до конечных размеров. В настоящее время совершенствование технологических процессов обработки металлов давлением, а также применяемого оборудования позволило значительно расширить номенклатуру деталей, изготавливаемых обработкой давлением, увеличить диапазон деталей по массе и размерам, а также повысить точность размеров полуфабриката.

Практическая работа №1 Выбор варианта технологического процесса изготовления детали

Разработку технологического процесса начинают с выбора варианта обработки, в зависимости от материала исходной заготовки, размеров и программы выпуска заготовок для производства деталей. Для решения такой задачи необходимо, прежде всего, выявить все возможные варианты технологического процесса, а затем рассчитать технико-экономические показатели, подлежащие сравнению.

От выбора технологического процесса получения заготовки зависит количество расходуемого материала, качество и трудоемкость последующей механической обработки при изготовлении детали.

Оптимальный технологический процесс выбирают на основе расчета и сравнения, возможных при данных условиях вариантов изготовления детали. Оценку экономической эффективности новой технологии, выбор наиболее экономичного варианта производства деталей осуществляют с помощью сравнительного анализа стоимостных и натуральных технико-экономических показателей (ТЭП) и без применения ЭВМ эффективно решить эту задачу практически невозможно. Критерием при выборе наиболее экономичного варианта технологического процесса в заданных условиях служит сумма приведенных затрат, определяемая для каждого из сравниваемых вариантов производства. Этот показатель позволяет наиболее правильно оценить преимущества и недостатки каждого варианта в вопросах экономии капитальных вложений и эксплуатационных расходов.

Наиболее экономичный вариант технологического процесса должен иметь минимальную сумму приведенных затрат. В расчетах экономической эффективности наибольшие трудности обычно связаны с определением себестоимости продукции. Она рассчитывается по двум способам: детальный расчет по элементам или по укрупненным нормативам. Первый способ более точный, но он сложнее (приложение А).

Совершенствование технологии производства заготовок нацелено на сокращение расхода металла, так как затраты на металл составляют более половины стоимости детали и наилучшие результаты в решении этого вопроса достигнуты при использовании обработки давлением (ОД).

В настоящее время для технико-экономического обоснования применяют программное обеспечение типа «Расчет поковки».

При разработке технологического процесса изготовления поковок возникает необходимость в расчете экономической эффективности ряда возможных вариантов и установление наиболее экономичного из них, для данных производственных условий.

Из операций обработки металлов давлением на машиностроительных предприятиях наибольшее применение находит ковка и штамповка (объемная и листовая). Последнюю применяют для получения объемных деталей из листового материала и она рассмотрена отдельно. Деформирование материала в объеме осуществляют в кузнечных и штамповочных цехах.

Кузнечные цехи характеризуются специфическими особенностями, обуславливающими выбор оптимального варианта технологического процесса. К их числу относятся высокая металлоемкость, энергоемкость процесса и мастерство кузнеца, в тоже время для них свойственна незначительная стоимость основного оборудования, универсальность технологической оснастки и практически неограниченные размеры (по массе и габаритам) получаемых поковок.

К особенностям продукции штамповочных цехов относится не высокая металлоемкость (экономия материала составляет от 30 до 60 %) и энергоемкость процесса, не требуется высокое мастерство штамповщика в тоже время для них свойственна значительная стоимость технологической оснастки (штампов) и практически ограниченные по массе (преимущественно до 50 кг) размеры получаемых поковок.

Сопоставление расчетов себестоимости и приведенных затрат проводят в зависимости от величины серийности выпуска поковок для разных технически приемлемых способов их изготовления. Это позволяет выявить наиболее приемлемый вариант технологии и величину оптимальной программы производства. При увеличении массы заготовок от 0,5 до 10 кг критическая серийность перехода ковка - штамповка уменьшается с 300 до 10 штук. Рассмотрение, расчет и сравнение различных вариантов получения заготовки обработкой давлением является трудоемкой и длительной операцией. Перспективное направление выбора варианта получения заготовки – это принятие решения о целесообразности того или иного способа на возможно более ранней стадии проектирования – еще при конструировании детали.

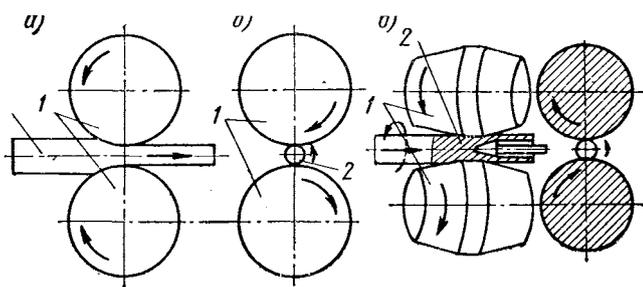
Основными направлениями развития технологии и оборудования для ОМД являются: максимальное приближение форм и размеров заготовки к готовой детали и повышение качества изделий. Также проводят работы по упрощению технологических процессов, разработке новых технологических процессов, значительному увеличению скоростей обработки и мощности используемого оборудования, специализации, механизации и автоматизации процессов.

Практическая работа №2 Материал заготовок

Металлы и сплавы – основной машиностроительный материал, который обладает свойствами, в основном, обусловленными внутренним строением сплава. Изменяя строение металлов и сплавов можно изменять в необходимом направлении их свойства, то есть расчетливо управлять свойствами материала. Мягкий и пластичный металл или сплав можно сделать твердым или хрупким и наоборот, хрупкий материал можно привести в пластичное состояние. Конструкционные материалы удобно рассматривать по группам с близкими свойствами и применением. Группу материала, необходимого для конструируемого изделия, конструктор определяет до начала конструирования и, как правило, без специальных расчетов, на основании представлений о размерах детали, ее форме, рабочих температурах и действующих нагрузках при эксплуатации детали, способе ее изготовления и общей стоимости конструкции. Лишь после выбора группы материала возможно конструирование детали, уточнение способа ее изготовления и окончательный выбор марки материала /5/.

Из всех материалов, обрабатываемых давлением, большая доля приходится на различные марки стали, которые в свою очередь, подразделяют на горячекатаную сталь и калиброванную холоднокатаную, также используют периодический прокат, получаемый продольной, поперечной или поперечно-винтовой прокаткой, схемы, которых показаны на рисунке 1)

Каждая партия металла, поступающая на машиностроительный завод сопровождается клеймом и сертификатом – документом, в котором указывается: завод-изготовитель, масса партии (иногда количество прутков), номер плавки, марка стали с указанием стандарта или технических условий, химический состав, механические свойства, профиль и размеры и состояние поставки.

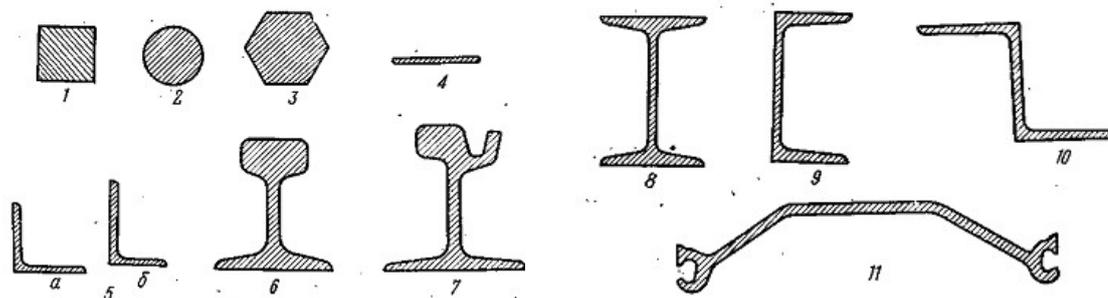


а) – продольная, б) – поперечная, в) – поперечно-винтовая
1 – деформирующие валки, 2 - заготовка

Рисунок 1 – Схемы видов прокатки

Сечение проката, используемого как в штамповочном производстве, так и в обработке резанием или сварке, имеют круглую, в том числе в виде труб,

квадратную, шестигранную, полосовую, угловую (равнобокую и неравнобокую) форму, или используются заготовки специального профиля рисунок 2.



1 - квадрат; 2 - круг; 3 – шестигранник; 4 - лента (полоса); 5 - уголок (а - равнобокий; б – неравнобокий); 6, 7 - рельс железнодорожный и трамвайный; 8 - двутавр; 9 - швеллер; 10 - зетобразный профиль; 11 – шпунт

Рисунок 2 - Сечение некоторых видов проката

Прутки сортовой горячекатаной стали и прессованные штанги диаметром до 300 мм поставляют в пачках и отдельно не клеймят. Помимо клеймения торцы прутков и штанг стали должны окрашиваться в условные цвета.

На склад исходных материалов металл поступает в виде прутков, так называемой торговой длины (от 2 до 6, чаще до 4 метров). Поступивший металл хранят отдельно по маркам и группам сортамента. Мелкий сортовой прокат и холоднотянутую калиброванную сталь обычно хранят в закрытых складах, а другую - под навесами.

В последние годы значительно расширилась номенклатура металлов и сплавов, применяемых в машиностроении. Например, для современного автомобиля детали изготавливают примерно из 70 различных сплавов.

Цены на металл зависят от вида профиля и точности проката данного сплава, от требований, предъявленных к металлу техническими условиями. При повышенных требованиях взимается дополнительная плата (за размер проката, длину, кратность, диаметр, величину зерна, химический состав металла).

Благодаря приближению формы и размеров периодических профилей к готовой поковке (иногда к детали) достигается экономия металла и сокращение числа переходов при штамповке, повышаются производительность труда и лучше используются кузнечно-штамповочное оборудование. Применяемые в машиностроении специальные профили дают значительную экономию металла и при этом снижаются трудовые затраты на производство детали.

Исходный материал, поступающий на ОМД, может иметь дефекты. У деформированного (прокатанного) металла дефекты могут быть

поверхностными и внутренними, которые для исходной заготовки нежелательны.

Поверхностные дефекты образуются из-за нарушения технологии прокатки или прессования и к ним относят: наружные трещины; продольные риски; волосовины; заусенцы; захват и смещение профиля. Поверхностные дефекты остаются на поковке, что требует увеличения припусков на обработку резанием, и они могут явиться причиной брака на поверхности поковки.

Внутренние дефекты имеют металлургическое происхождение и к ним относят: расслоение и рыхлости, представляющее собой усадочные раковины слитка, вытянутые на длину при прокатке; скопление неметаллических включений, в том числе огнеупоров; флокены - мягкие трещины, получающиеся от растворенного водорода. Внутренние дефекты неисправимы.

При обработке давлением, в качестве исходного материала, также широко используют сплавы на основе меди и алюминия, магния и титана.

Все детали в процессе эксплуатации в той или иной мере подвергаются воздействию внешних сил. Нагрузки, действующие на деталь во время работы, весьма разнообразны, они могут растягивать деталь или сжимать ее, изгибать или создавать кручение. При этом воздействия могут осуществляться плавно, постепенно (статически) или мгновенно (динамически), поэтому важным свойством материалов является прочность, характеризуемая максимальной нагрузкой, которую выдерживает материал при данном виде нагружения не разрушаясь. Для того чтобы узнать, удовлетворяет ли деталь предъявляемым к ней требованиям, производят специальные испытания. Вид испытания и характер его проведения указывают в технических условиях или на чертеже детали. Из механических испытаний наибольшее распространение получили следующие виды: на растяжение, на ударный изгиб и ударную вязкость, на выносливость, на твердость, на жаропрочность.

Воздействуя на материал, внешние нагрузки изменяют его форму, то есть деформируют его. Если к детали приложены сравнительно небольшие силы, под действием которых атомы в кристаллической решетке смещаются на расстояния, меньше межатомных расстояний и в соответствии с законом Гука после прекращения действия внешней силы атомы возвращаются в прежнее устойчивое положение, то есть деформация исчезает, и материал принимает свою первоначальную форму. Свойство материалов принимать, после прекращения действия внешних сил, первоначальную форму, называется упругостью, а деформация, исчезающая после снятия нагрузки, получила название упругой деформации.

Если к заготовке приложены усилия, под действием которых атомы в кристаллической решетке сместятся на расстояния, больше межатомных, то они занимают новое устойчивое положение, соответствующее положению атомов соседнего ряда. После прекращения действия приложенной силы атомы не возвращаются в прежнее положение, а занимают новое устойчивое

положение. Следовательно, произошедшая деформация не исчезает, и заготовка остается деформированной, такая деформация называется пластической.

Способность материала деформироваться под действием внешних нагрузок не разрушаясь и сохранять измененную форму после прекращения действия усилий называется пластичностью. Таким образом, пластичность - это возможность металла изменять форму (деформироваться без нарушения целостности) при обработке давлением, причем, пластичность металла не только свойство материала, сколько его состояние, зависящее от многих факторов, основными из которых являются:

- химический состав (чистые металлы обладают большей пластичностью, а примеси снижают ее из-за образующихся дислокаций);
- температура деформации (при горячей штамповке сопротивление деформированию уменьшается от 10 до 15 раз, следовательно, пластичность материала повышается во столько же раз);
- степень и скорость деформации (с их повышением пластичность снижается);
- напряженно-деформированное состояние материала (при всестороннем сжатии пластичность существенно повышается, в таком состоянии даже хрупкий материал, такой как дуралюмин марки Д 16, приобретает пластичность).

Оценка качества металла при исследовании его на пластичность производится по состоянию поверхности после проведения тех или иных испытаний. Для объемной штамповки проводят испытания на расплющивание, а для листовой штамповки - на изгиб или на перегиб исходного материала (лент, листов и полос толщиной до 4 мм). Технологические пробы, используемые для исследования металлов, стандартизированы.

Материалы, не способные к пластическим деформациям, называются хрупкими. Такие материалы при значительной нагрузке или под действием ударных нагрузок разрушаются внезапно.

Жесткие, прочные, стойкие к удару и нагреву детали изготавливают из конструкционной углеродистой или легированной стали.

По качеству все стали по содержанию серы и фосфора подразделяют на обыкновенные (до 0,05 % S и 0,04 % P), качественные (не более 0,04 % S и 0,035 % P), высококачественные (не более 0,025 % S и 0,025 % P) и особовысококачественные (не более 0,015 % S и 0,025 % P).

Конструкционная сталь обыкновенного качества выпускается трех групп: А, Б, В и обозначается от ст.0 до ст.6. Качественная углеродистая конструкционная сталь обозначается сотыми долями процента углерода, например, сталь 35.

Легированная конструкционная сталь обозначается буквенно-цифровым индексом, например, сталь марки 45ХН2А, где цифры 45- сотые доли процента углерода, буквы - обозначение легирующих элементов Х - хром, Н -

никель, цифра 2-процентное содержание элемента в легированной стали, никеля 2 %, отсутствие цифры указывает, что элемента ~1 %. Буквенное обозначение других легирующих элементов М - молибден, Ф - ванадий, Г - марганец, С - кремний, В - вольфрам, Т - титан, Ю - алюминий, Д - медь, Б - ниобий, Р - бор, К - кобальт. Значение буквы А зависит от ее места написания. В начале шифра буква обозначает автоматную сталь, в середине шифра – количество азота в сплаве, а в конце шифра - высококачественную сталь.

При разработке технологического процесса листовой штамповки необходимо учитывать способность стали к вытяжке и по этому признаку качественную конструкционную сталь подразделяют на три сорта: ВГ - для весьма глубокой вытяжки, Г - для глубокой вытяжки, Н - для нормальной вытяжки. Для деталей сложной конфигурации металлурги производят сталь марки ОСВ - для особо сложной вытяжки.

При разработке процесса штамповки следует уделять внимание вопросам экономии материала, так как в стоимости детали при штамповке стоимость металла составляет от 60 до 80 %.

При выборе материала для конкретной детали необходимо исходить из условия, что изготовленная деталь должна обладать достаточным запасом надежности и долговечности.

Практическая работа №3 Технологичность конструкции детали

При разработке технологического процесса изготовления детали, из исходной, или предварительно подготовленной заготовки, необходимо знать возможности той или иной технологии и технологические свойства материала, то есть технологичность процесса и материала.

Работоспособность детали зависит от качества конструкционного материала, из которого она изготовлена. Материал, предназначенный для изготовления деталей, оценивается техническими и технологическими характеристиками, а изготовление деталей - экономическими. Первые оценивают пригодность материала, вторые – условия его обработки при изготовлении конструкции, третьи – стоимость, как самого материала, так и его обработки. Технологические свойства металлов – это часть их общих физических и химических свойств. Знание этих свойств позволяет более обоснованно проектировать и изготавливать детали с улучшенными для данного металла (сплава) качественными показателями.

К технологическим свойствам металлов относятся текучесть, пластичность, свариваемость, способность к упрочнению и обработке резанием. Изготавливают детали машин литьем, обработкой давлением (ковкой или штамповкой), сваркой, обработкой резанием либо комбинацией указанных способов.

Технологический процесс - часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда (ГОСТ 3.11099-85).

Технологическим процессомковки или горячей объёмной штамповки называют совокупность целенаправленных действий, непосредственно связанных с изменением размеров, формы и свойств исходной заготовки от момента поступления металла в обработку до получения готовой поковки. Данные технологические процессы состоят из ряда операций.

Под технологичностью детали, получаемой штамповкой, следует понимать такое сочетание основных элементов ее конструкции, которое обеспечивает наиболее простое и экономичное изготовление детали при соблюдении технических и эксплуатационных требований к ней. Любая деталь машины, как и любой инструмент, должны обладать определенными, в зависимости от условий работы, механическими свойствами (прочностью, упругостью, пластичностью). Поэтому, технический документ (рабочий чертеж) детали должен учитывать в ее конструкции как требования, связанные с назначением и условиями эксплуатации изделия, так и требования технологичности. И, в частности, предусматривать возможность получения заготовки штамповкой, как наиболее эффективного и экономичного метода.

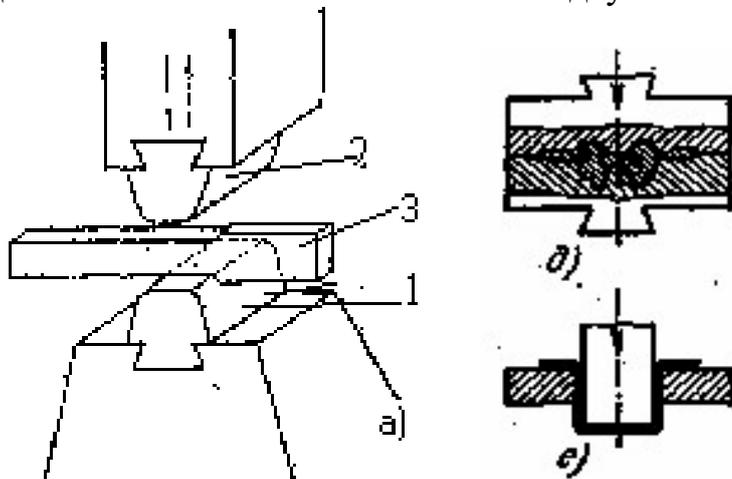
Основными видами получения заготовок обработкой металлов давлением для последующего изготовления деталей операциями резания

являются: ковка и штамповка, причем, последняя подразделяется на объемную и листовую.

Кроме того, обработку давлением используют в технологических процессах производства деталей с их помощью на обработанных заготовках выполняют завершающие операции поверхностной пластической деформации, а также раскатку, накатку резьбы, зубьев и шлицев, и ремонтные работы при восстановлении деталей, вышедших из строя.

Ковка – придание заготовке нужной формы за счет постепенного обжима ее по частям, путем неоднократного нанесения ударов по заготовке деформирующим инструментом, бойками (рисунок 3).

Штамповка (объемная и листовая) – это деформирование материала исходной заготовки в специальной оснастке (штампе), которая обеспечивает заданные фиксированные размеры по трем осям. Штамповка – это формообразование поковки в полостях штампа, называемых ручьями. Каждый штамп состоит не менее чем из двух частей (рисунок 3).



а - ковка; б - объемная штамповка; в - листовая штамповка (стрелками показано направление движения инструмента)
1 – нижний и 2 верхний бойки, 3 – обрабатываемая заготовка

Рисунок 3 - Основные виды получения заготовок и деталей операциями обработки металлов давлением

Из всех операций ОМД штамповка находит наиболее широкое применение в промышленности.

Под возможностью штамповки понимают способность материала подвергаться различным формоизменяющим операциям при обработке давлением, без разрушения и без ухудшения его эксплуатационных свойств. О возможности материалов подвергаться штамповке можно судить по результатам испытаний механических свойств, выявляемых при растяжении стандартных образцов. Такими свойствами являются предел прочности σ_u , предел текучести σ_y , относительное удлинение δ и равномерное удлинение до появления шейки $\delta_{равн}$.

Чем меньше σ_y, σ_u и их отношение σ_y/σ_u , тем больше δ и $\delta_{равн}$ и тем выше технологические свойства и возможность штамповки материала. Однако

только эти параметры не достаточно полно характеризуют возможности штамповки материалов и их уточняют путем комплекса технологических испытаний, моделирующих конкретные операции штамповки.

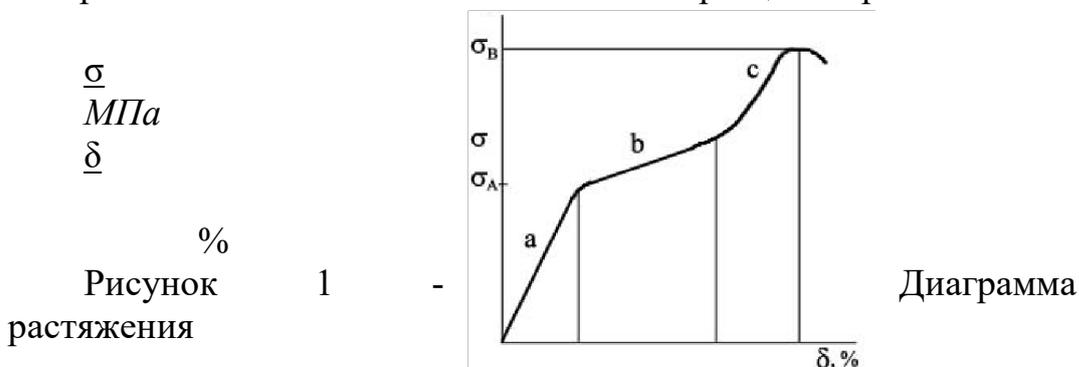
Возможность штамповки металлов в значительной степени зависит от структуры металла и текстуры деформации зерен кристаллов. Степень предварительного упрочнения и вид термообработки также сказываются на возможности штамповки. Первый, из указанных признаков, особенно важен для листовой штамповки, при которой получают детали, характеризуемые высокой точностью, и часто детали, полученные листовой штамповкой, не требуют дальнейшей механической обработки в отличие от заготовок деталей, полученных другими способами.

Основы пластической деформации

При обработке давлением, под действием внешних сил, в обрабатываемом материале возникают напряжения (σ) (внутренние силы, противодействующие внешним силам и уравнивающие их.) и представляющие отношение приложенной силы (P) к площади ее действия (F)

$$\sigma = P/F. \quad (1)$$

Процессы упругой или пластической деформации и разрушения характеризуются диаграммами “деформация-напряжение” (рисунок 4), построенными на основании испытаний образцов на растяжение.



Характер диаграмм общий для всех материалов и заключается в наличии трех зон, но каждый металл имеет свою диаграмму растяжения. Зона а – зона упругой деформации (после снятия нагрузки образец возвращается к исходному состоянию). Зона b – зона пластической деформации (образец имеет остаточные изменения). Зона с – зона разрушения образца. Величина каждой из зон и соотношение их размеров для каждого металла индивидуальны, что отражает свойства металла.

До тех пор, пока эти напряжения незначительны и не превышают вполне определенной для каждого металла величины, происходит упругая деформация. При более существенных напряжениях атомы перемещаются на расстояния большие расстояний между атомами в кристаллической решетке и после снятия нагрузки они занимают новые устойчивые положения, тем самым, обеспечивая пластическую (остаточную) деформацию.

Количественно пластичность можно характеризовать величиной максимальной деформации, которую можно сообщить металлу до появления в нем разрушения.

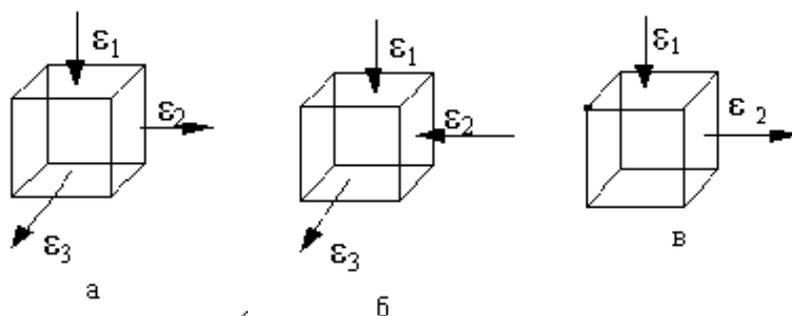
Деформация происходит под действием сил вызывающих нормальные σ и касательные τ напряжения. Чем меньше напряжение и выше пластичность, тем легче металл обрабатывается давлением. Напряжение определяется не на всей поверхности, а в точке, по трем взаимно перпендикулярным плоскостям.

В зависимости от направлений главных напряжений, схемы напряженных состояний бывают одноименными (+ растяжение или - сжатие) и разноименные, имеющие разные знаки.

По количеству и направлению действия главных напряжений определяют напряженное состояние, которое может быть одним из следующих:

- объемными O – действуют напряжения по трем осям;
- плоскими Π – действуют напряжения по двум осям (двустороннее растяжение или сжатие и одновременное растяжение и сжатие);
- линейными L – действуют напряжения по одной оси.

Подобно схемам главных напряжений существуют схемы главных деформаций, их может быть всего три (рисунок 5).



а, б – объемные; в – плоская

Рисунок 5 - Возможные схемы деформированного состояния

По схеме *а* в одном направлении размеры деформируемого тела уменьшаются, а в двух других направлениях - увеличиваются, например при осадке. По схеме *б* размеры деформируемого тела увеличиваются в одном направлении за счет уменьшения размеров в двух других направлениях, например, при протяжке. По схеме *в* размеры деформируемого тела в одном направлении не изменяются. Уменьшаются во втором и увеличиваются в третьем направлении, например, вытяжка при листовой штамповке.

При обработке давлением чаще всего металл находится в объемном напряженном состоянии, но также встречается плоское напряженное состояние, например, при вытяжке листового материала.

Общая пластическая деформация поликристаллов, а это практически все применяемые металлы и сплавы, складывается из двух видов деформаций - внутрикристаллитной и межкристаллитной. Внутрикристаллитная

деформация это скольжение и образование двойников в кристаллах, а межкристаллитная – это повороты и смещения зерен относительно друг друга.

В результате обработки давлением зерна кристаллов частично раздробляются и вытягиваются в направлении наибольшего течения металла, что вызывает в материале текстуру деформации и приводит к его упрочнению. Превышение напряжений пластической деформации приводит к возникновению трещин, то есть приводит к разрушению металла. Следовательно, при обработке давлением важно знать граничные условия деформирования, то есть те условия, до которых происходит пластическая деформация и после которых наступает разрушение.

При обработке металла давлением в нем протекают упрочняющие процессы и разупрочнение, вследствие рекристаллизации. В результате преобладания того или иного процесса, штамповку подразделяют:

- на горячую штамповку (рекристаллизация перекрывает упрочнение);
- на неполную горячую штамповку (рекристаллизация наблюдается не у всех деформированных зерен);
- на неполную холодную штамповку (рекристаллизации нет, но весь объем подвергается возврату);
- на холодную штамповку, которая характеризуется только упрочнением и наличием остаточных напряжений.

В результате холодной пластической деформации структура металла становится мелкозернистой и полосчатой, то есть образуется текстура деформации, что влечет за собой деформационное упрочнение металла. При этом возрастают твердость, предел текучести, предел прочности, снижаются пластичность и ударная вязкость, изменяется электропроводимость и магнитная проницаемость.

На параметры деформации влияют следующие факторы:

1. Химический состав – чистые металлы имеют большую пластичность, а примеси в металлах снижают пластичность. Особо вредными примесями являются сера и фосфор. Сера на границах зерен приводит к образованию трещин (зона красноломкости), а фосфор вызывает хладноломкость. Также вредными являются примеси кислорода и водорода.

2. Скорость и степень деформирования также влияют на пластичность металла. Влияние на пластичность и сопротивление деформированию скорости и степени деформирования имеет сложный характер и в каждом частном случае учета их влияния необходимо обращаться к специальной литературе.

3. Влияние напряженного состояния на пластичность и деформацию является определяющим. В условиях всестороннего неравномерного сжатия напряженное состояние обеспечивает увеличение пластичности материала и возможна, например, пластическая деформация выдавливанием без разрушения целостности традиционно хрупкого металла - чугуна.

4. Наличие и вид смазочного материала уменьшает контактное трение между оснасткой и заготовкой и способствует лучшей деформации.

5. Влияние температуры на процесс деформации показано выше.

При нагреве упрочненного металла до 0,4 температуры плавления (Тпл) происходит рекристаллизация, приводящая к разупрочнению, то есть восстанавливаются начальные прочностные свойства металла.

Правильный выбор вида обработки и параметров деформации (температуры, степени и скорости деформирования, смазывающего материала) является основой для получения деталей с наилучшими эксплуатационными свойствами.

Практическая работа №4. Основы технологии обработки металлов давлением (ОМД).

Задачи:

- Получить представление об основных способах обработки металлов давлением.
- Приобрести умения по выбору способа ОМД, вида инструмента и заготовки исходя из заданной формы и геометрии изделия.

^ ОПИСАНИЕ РАБОТЫ

1. Изучите предложенную теоретическую часть.
2. Дополнительно, используя литературу заполните обзорно-повторительную таблицу, форма которой приведена ниже

Обработка металлов давлением

Таблица 1 Вид обработки металлов давлением	Схема обработки	Инструмент	Оборудование	Вид заготовки	Продукция	Температурный вид деформации

3. По заданному варианту дайте подробный ответ на поставленный вопрос, а по приведенному чертежу детали выберите форму и размеры заготовки и способ обработки ее давлением для получения заданного изделия. Припусками на механообработку можно пренебречь.
4. Предложите инструмент и опишите технологию выбранного способа ОМД, сопроводив его необходимыми схемами и пояснениями.

^ СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Заполненная таблица 1.
2. Подробный ответ на поставленный в задании вопрос, включая необходимые рисунки, схемы и таблицы.
3. Описание технологии выбранного способа ОМД с применением необходимых рисунков, характеризующих тип оборудования, инструмент и геометрию заготовки для получения изделия в соответствии с заданием.

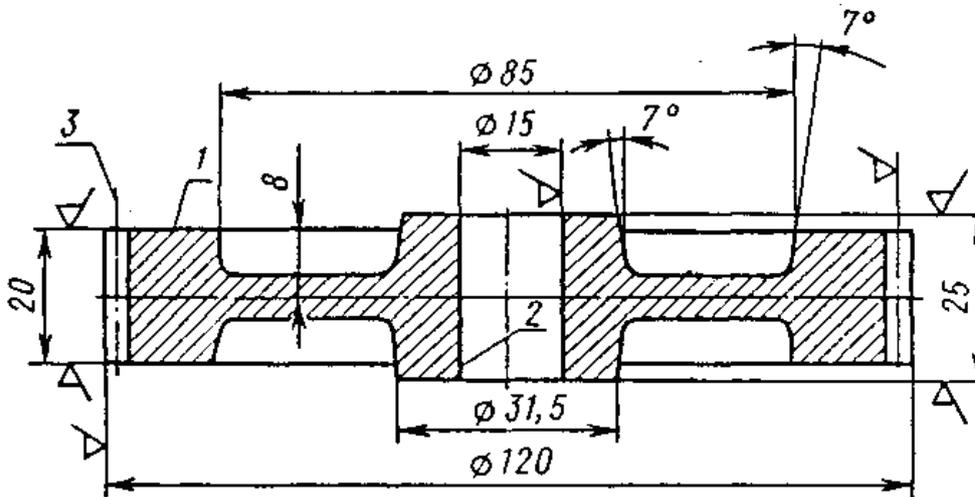
^ Варианты заданий к практической работе №4

Вариант 1.

1. Изобразите схему продольной прокатки. Изложите сущность этого вида прокатки.
2. По чертежу готовой детали выберите инструмент и разработайте схему технологического процесса изготовления поковки для последующей механической обработки в соответствии с геометрией и указанными размерами.

2.

По чертежу готовой детали выберите инструмент и разработайте схему технологического процесса изготовления поковки для последующей механической обработки в соответствии с геометрией и указанными размерами.



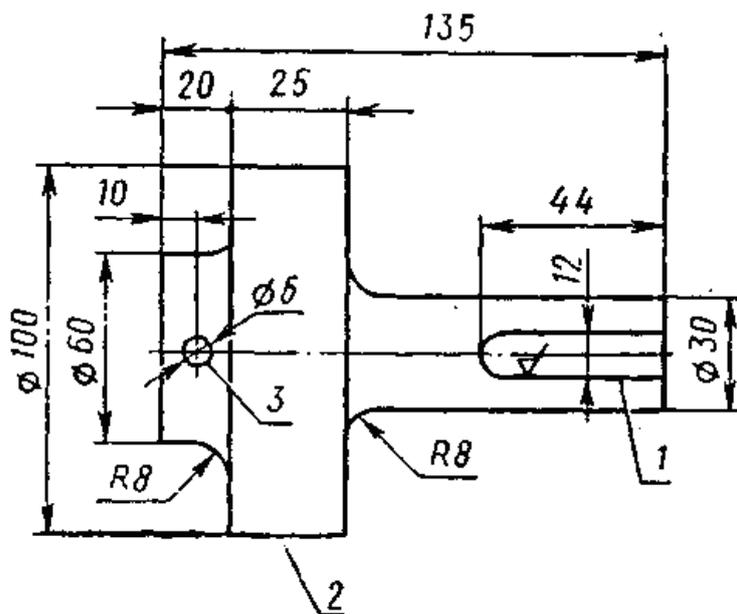
Вариант 4.

1.

Опишите влияние обработки давлением на свойства и структуру металла.

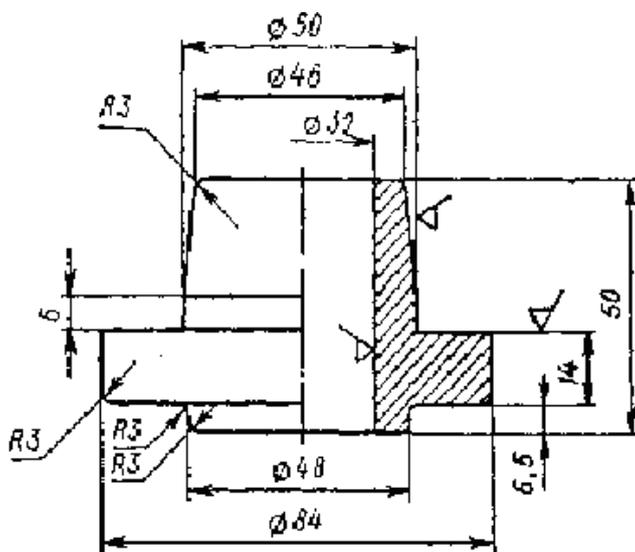
2.

По чертежу готовой детали выберите инструмент и разработайте схему технологического процесса изготовления поковки для последующей механической обработки в соответствии с геометрией и указанными размерами.



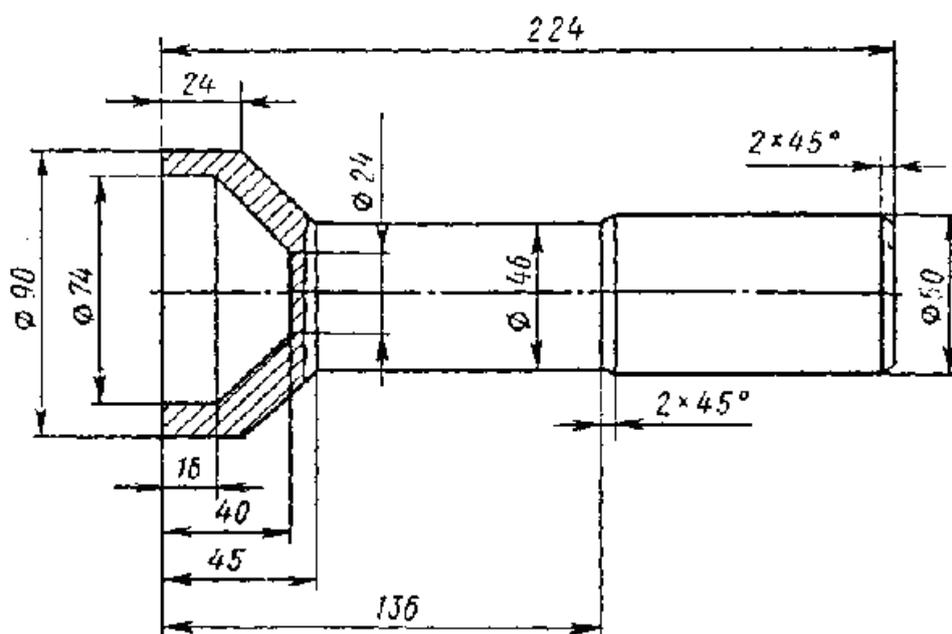
Вариант 6.

1. Опишите процесс холодной высадки и назовите другие способы холодной штамповки металла.
2. По чертежу готовой детали выберите инструмент и разработайте схему технологического процесса изготовления поковки для последующей механической обработки в соответствии с геометрией и указанными размерами.



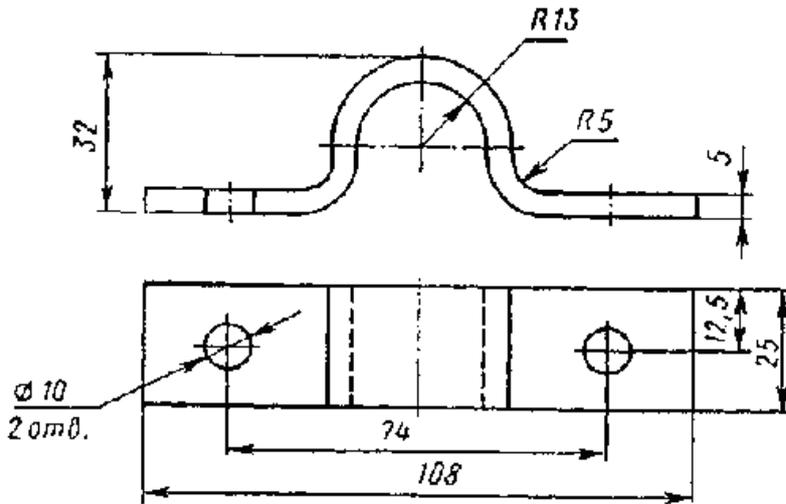
Вариант 7.

1. Изложите сущность процесса волочения и укажите область его применения. Изобразите схему процесса. Опишите типы волочильных станков.
2. По чертежу готовой детали выберите инструмент и разработайте схему технологического процесса изготовления поковки для последующей механической обработки в соответствии с геометрией и указанными размерами.



Вариант 8.

1. Изложите сущность процесса прессования и укажите область его применения. Укажите оборудование, применяемое при прессовании. Изобразите схемы прямого прессования.
2. По чертежу готовой детали выберите инструмент и разработайте схему технологического процесса изготовления поковки для последующей механической обработки в соответствии с геометрией и указанными размерами.



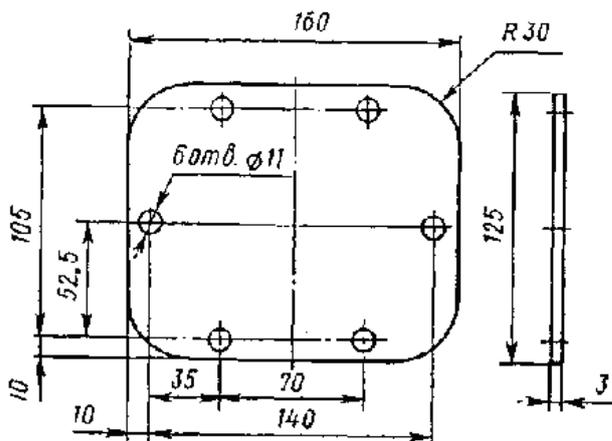
Вариант 9.

1.

Опишите явления, происходящие в металле при горячем деформировании и сущность процесса рекристаллизации. Укажите изменения в структуре и свойствах металла в результате этого процесса.

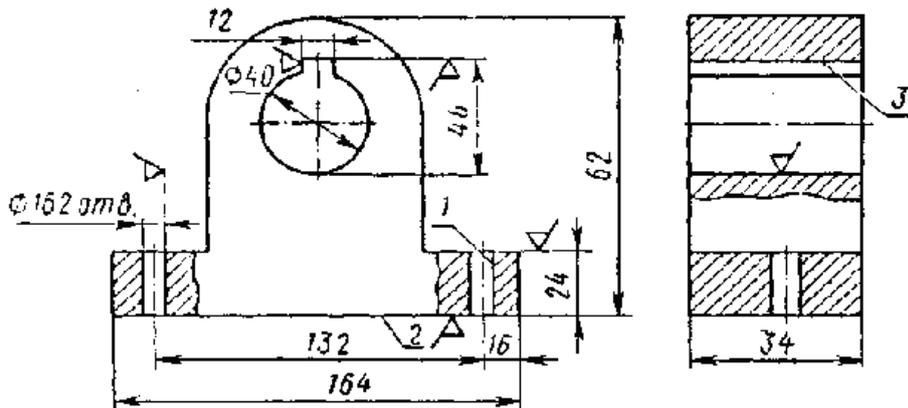
2.

По чертежу готовой детали выберите инструмент и разработайте схему технологического процесса изготовления поковки для последующей механической обработки в соответствии с геометрией и указанными размерами.



Вариант 10.

1. Изобразите схему поперечно-винтовой прокатки. Изложите сущность этого вида прокатки.
2. По чертежу готовой детали выберите инструмент и разработайте схему технологического процесса изготовления поковки для последующей механической обработки в соответствии с геометрией и указанными размерами.

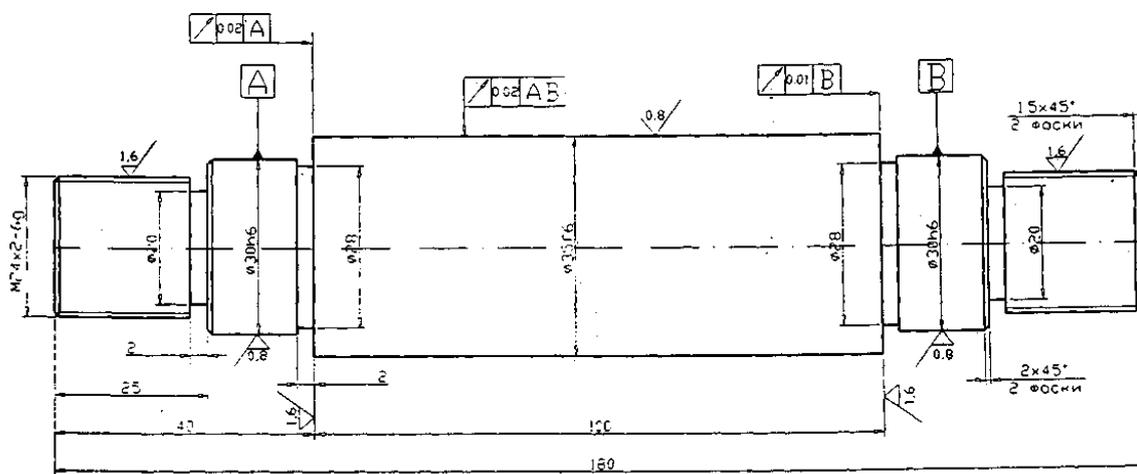


Вариант 11.

1. Перечислите специальные виды прокатки. Приведите схему прокатки шаров в стане поперечно-винтовой прокатки.
2. По чертежу готовой детали выберите инструмент и разработайте схему технологического процесса изготовления поковки для последующей механической обработки в соответствии с геометрией и указанными размерами.

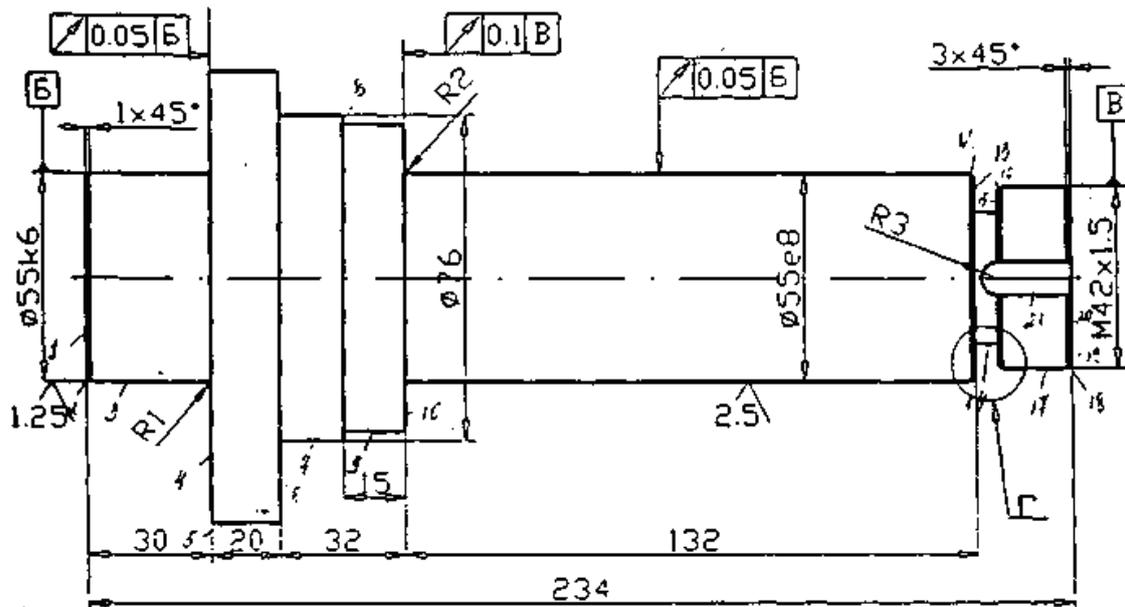
Вариант 13.

1. Перечислите оборудование для горячей объемной штамповки. Опишите работу горизонтально-ковочной машины.
2. По чертежу готовой детали выберите инструмент и разработайте схему технологического процесса изготовления поковки для последующей механической обработки в соответствии с геометрией и указанными размерами.



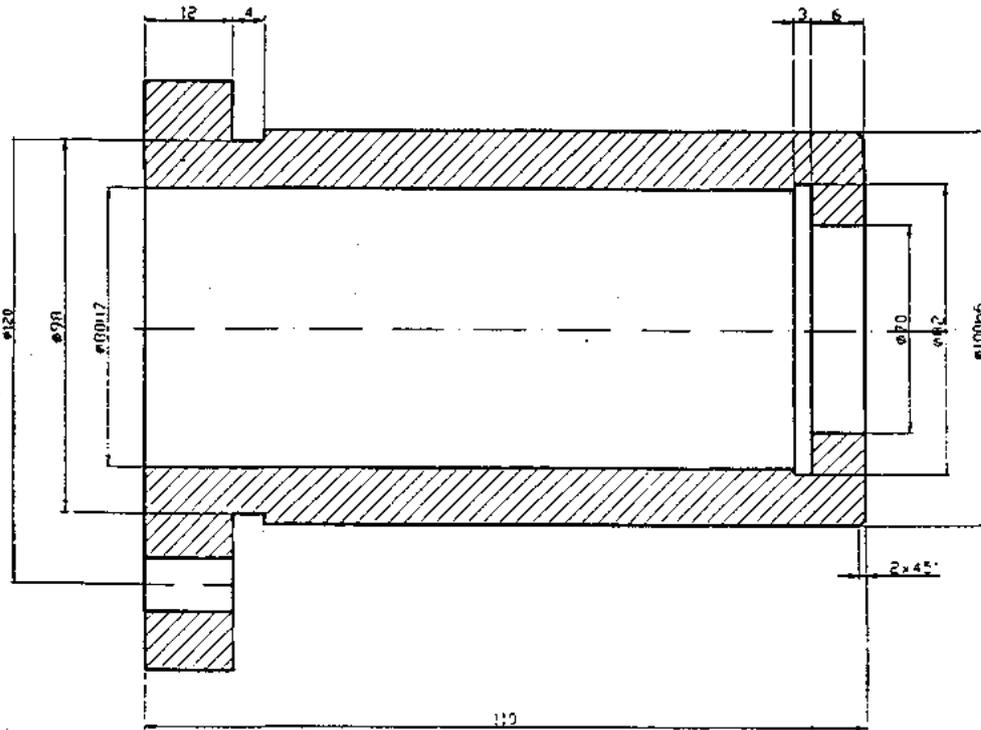
Вариант 14.

1. Перечислите специализированные процессы получения заготовок при штамповке и опишите горячую накатку зубчатых колес.
2. По чертежу готовой детали выберите инструмент и разработайте схему технологического процесса изготовления поковки для последующей механической обработки в соответствии с геометрией и указанными размерами.



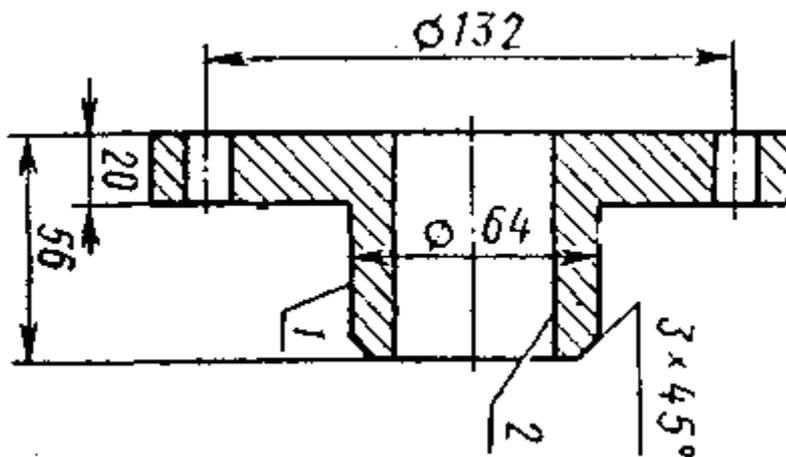
Вариант 15.

1. Перечислите методы холодной штамповки и опишите процесс холодной высадки.
2. По чертежу готовой детали выберите инструмент и разработайте схему технологического процесса изготовления поковки для последующей механической обработки в соответствии с геометрией и указанными размерами.



Вариант 16.

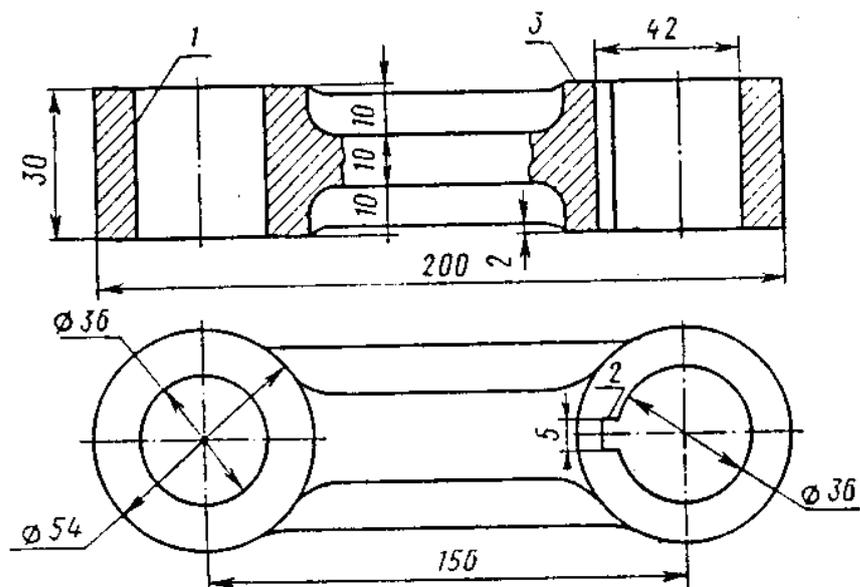
1. Дайте классификацию прокатных станков по конструкции и расположению валков.
2. По чертежу готовой детали выберите инструмент и разработайте схему технологического процесса изготовления поковки для последующей механической обработки в соответствии с геометрией и указанными размерами.



Вариант 17.

1. Типы валков прокатных станков. Понятия калибра.

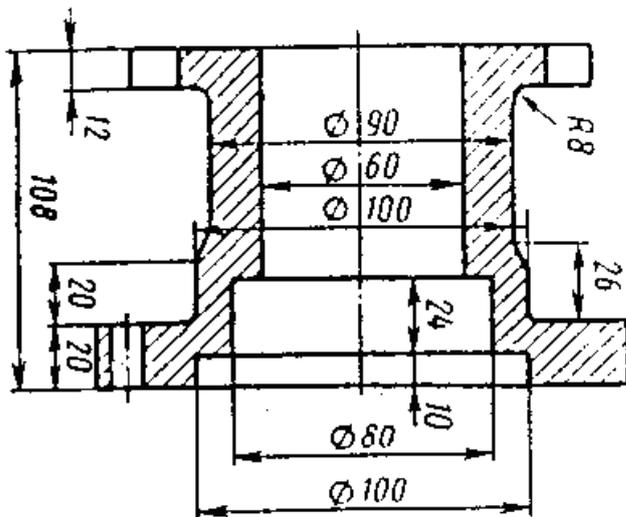
2. По чертежу готовой детали выберите инструмент и разработайте схему технологического процесса изготовления поковки для последующей механической обработки в соответствии с геометрией и указанными размерами.



Вариант 18.

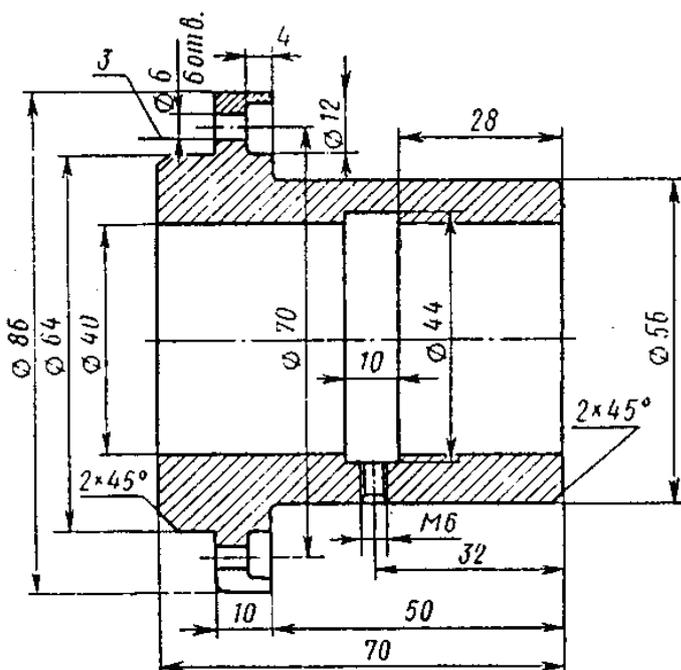
1. Номенклатура и конструкция станов горячей прокатки.

2. По чертежу готовой детали выберите инструмент и разработайте схему технологического процесса изготовления поковки для последующей механической обработки в соответствии с геометрией и указанными размерами.



Вариант 19.

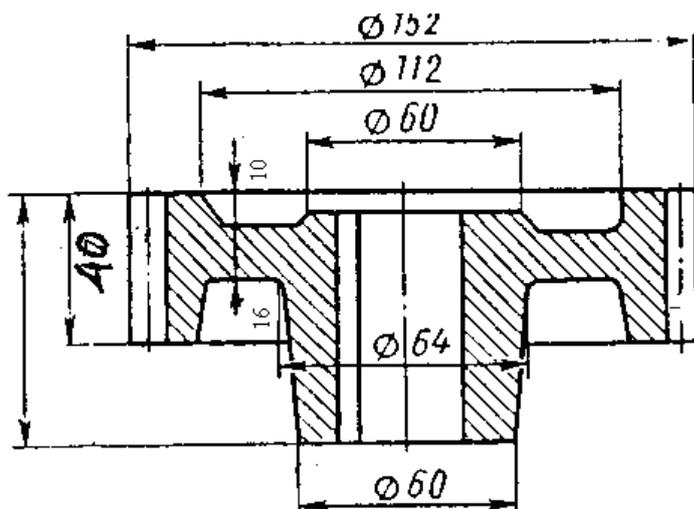
1. Номенклатура и конструкция станков холодной прокатки.
2. По чертежу готовой детали выберите инструмент и разработайте схему технологического процесса изготовления поковки для последующей механической обработки в соответствии с геометрией и указанными размерами.



Вариант 20.

1. Номенклатура и конструкция трубопрокатных станов.

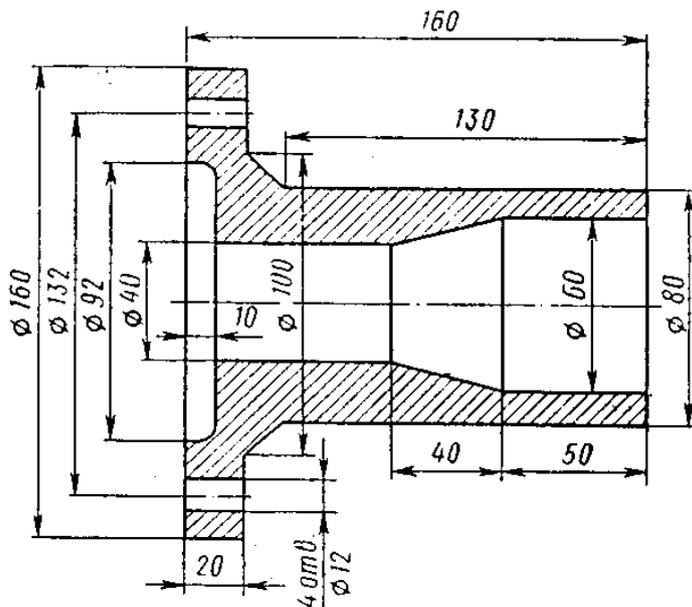
2. По чертежу готовой детали выберите инструмент и разработайте схему технологического процесса изготовления поковки для последующей механической обработки в соответствии с геометрией и указанными размерами.



Вариант 21.

1. Технология прокатки колес и бандажей.

2. По чертежу готовой детали выберите инструмент и разработайте схему технологического процесса изготовления поковки для последующей механической обработки в соответствии с геометрией и указанными размерами.



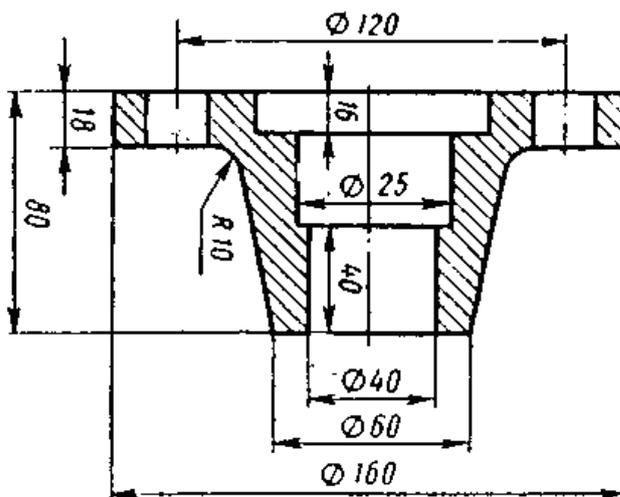
Вариант 22.

1.

Технология прокатки специальных профилей.

2.

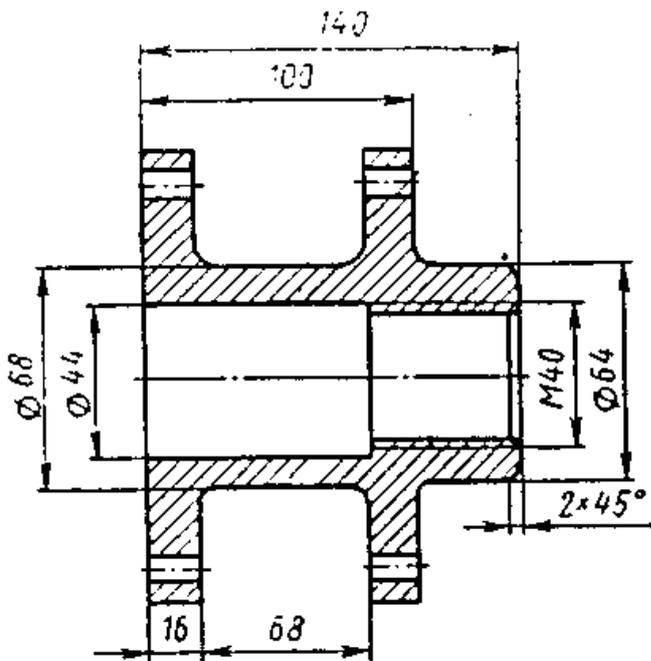
По чертежу готовой детали выберите инструмент и разработайте схему технологического процесса изготовления поковки для последующей механической обработки в соответствии с геометрией и указанными размерами.



Вариант 23.

1. Технология волочения и типы волочильных станов.

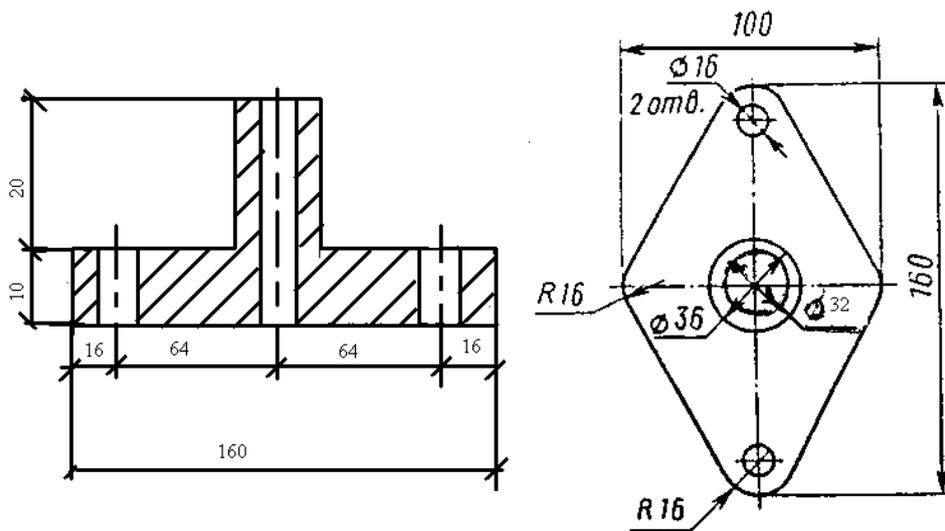
2. По чертежу готовой детали выберите инструмент и разработайте схему технологического процесса изготовления поковки для последующей механической обработки в соответствии с геометрией и указанными размерами.



Вариант 24.

1. Оборудование кузнечного производства.

2. По чертежу готовой детали выберите инструмент и разработайте схему технологического процесса изготовления поковки для последующей механической обработки в соответствии с геометрией и указанными размерами.



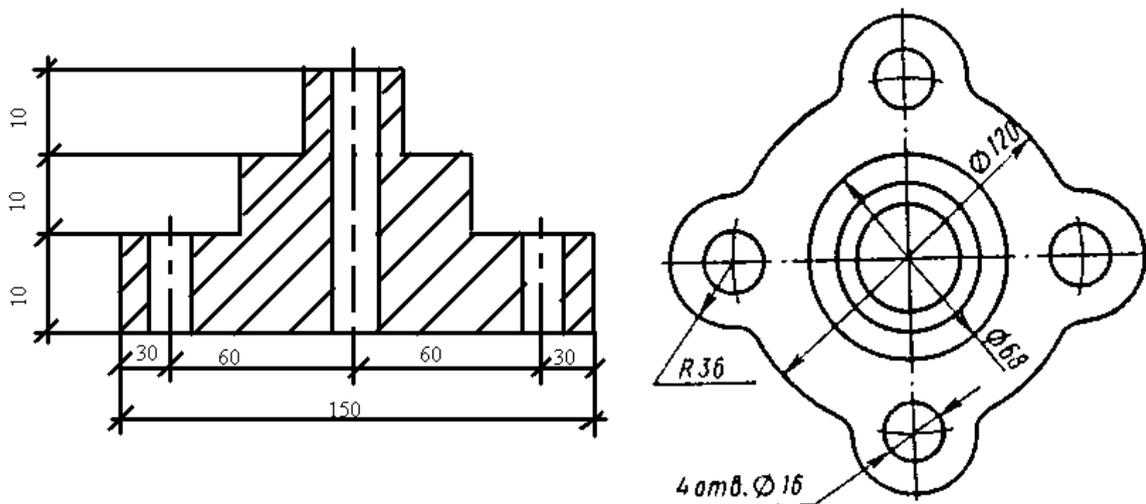
Вариант 25.

1.

Технология и инструмент свободнойковки.

2.

По чертежу готовой детали выберите инструмент и разработайте схему технологического процесса изготовления поковки для последующей механической обработки в соответствии с геометрией и указанными размерами.



Основная литература

1. Солнцев, Ю. П. Материаловедение : учебник для студ. сред. спец. учеб. зав. / Ю. П. Солнцев, С. А. Вологжанина. - 3-е изд., стер. - Москва : Академия, 2013. - 492 с. : ил., табл. (Среднее профессиональное образование. Технологические машины и оборудование)

2. Теория обработки металлов давлением [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов 3 курса очного и 4 курса очно-заочной форм обучения направления 150400 «Металлургия», профиль «Обработка металлов давлением»/ — Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013.— 71 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22939.html>.— ЭБС «IPRbooks»

3. Золотухин П.И. Основные положения теории обработки металлов давлением [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Золотухин П.И., Володин И.М.— Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013.— 245 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22928.html>.— ЭБС «IPRbooks»

Дополнительная литература

1. Журавлева, Л. В. Электроматериаловедение : учебник / Л. В. Журавлева. - 3-е изд., стер. - М. : АCADEMIA, 2004. - 312 с. - (Профессиональное образование). - Библиогр.: с. 309. - ISBN 5-7695-1548-1

2. Назаров, Г. И. Конструкционные материалы : справочник / Г. И. Назаров В. В. Сушкин Л. В. Дмитриевская? - М.: Машиностроение, 1973. - 192 с.

3. Сорокин, В. К. Основы материаловедения и конструкционные материалы: учеб. пособие / В. К. Сорокин ; Нижегород. гос. техн. ун-т. - Нижний Новгород: НижГТУ, 2006. - 224, [1] с. : ил., табл. - Библиога: с. 225. - ISBN 5-93272-393-9

4. Материаловедение: учебник / [Б. Н. Арзамасов, В. И. Макарова, Г. Г. Мухин и др.]. - 8-е изд., стер. - М. : МГТУ, 2008. - 648 с. : ил. - Библиогр.: с. 630-631. - Предм. указ.: с. 632-637. - ISBN 978-5-7038-1860-2

