

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

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению лабораторных занятий
по дисциплине « Технология и оборудование литейно-прокатного
производства»
для направления подготовки 15.03.02 Технологические машины и
оборудование
направленность (профиль) Проектирование технических и
технологических комплексов

Ставрополь

2022

Методические указания разработаны в соответствии с требованиями ФГОС ВО и рабочей программы дисциплины « Технология и оборудование литейно-прокатного производства». 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.

Введение дисциплина «Технология и оборудование литейно-прокатного производства» включает в себя изучение процессов аэрозольного производства на всех стадиях.

Лабораторная работа №1 Нанесение рисунка или печати на стакан.

Цель занятия: изучить способы печати и принципы нанесения

Сухой "высокий" офсет (letterpress offset) - способ печати, особенно часто встречаемый в упаковочной индустрии. Принцип нанесения изображения заключается в том, что все используемые краски поочередно наносятся с помощью печатных форм на впитывающую резиновую пластину. Именно она отобразит в конечном итоге получившийся рисунок. На следующем этапе все печатные формы собирают вместе, и полученное изображение переносится на упаковку с помощью все той же резиновой пластины.

У этого способа печати есть один существенный минус. Краски, накладываемые друг на друга, не успевают просохнуть. Это неизбежно приводит к неконтролируемому смешиванию красок и, как следствие, к цветовому искажению изображения. Пятно неопределенного цвета - это брак печати, что неприемлемо для хорошей упаковки.

Так что упрощенная графика на алюминиевых тубах и банках под напитки - не результат ограниченной фантазии дизайнеров, а следствие единственного, но существенного недостатка растровой печати. Флексография (flexography) - наиболее распространенный вид печати для упаковочной промышленности. В его основе лежит печать выпуклыми формами, похожими на обычный резиновый штамп. Благодаря эластичной структуре печатных полимерных форм, практически исключено возникновение неровностей запечатываемого материала. Поэтому флексографии отдают предпочтение при изготовлении этикеток, пленки, бумажных и полимерных пакетов, а также картонных коробок.

Шелкография (silk screen) - один из самых древних способов печати. В далеком прошлом в качестве материала для печатных форм применялся натуральный шелк, отсюда и название. В шелкографии основополагающим является принцип трафарета, что делает ее наиболее простым способом нанесения тиражированного изображения. Для этого достаточно вырезать рисунок по его контурам, положить бумагу с получившимся отверстием на запечатываемую поверхность и наносить по всей площади такого рода формы краску. Она останется только под вырезанными частями,

и рисунок будет готов.

Горячее тиснение фольгой (hot stamping) - это перенос металлизированной фольги на поверхность упаковки, что позволяет делать на ней блестящие надписи или графические элементы, похожие на полированный металл. Такой эффект достигается только при высокой температуре и соответствующем давлении. При этом упаковка должна быть достаточно жесткой или иметь жесткую основу.

Современные технологии, к сожалению, не позволяют широкое применение тиснения на флаконах. Поэтому чаще всего этот способ печати используется при нанесении изображения на тубы и банки.

Печатные формы

Для воспроизведения любого изображения на тиражном экземпляре упаковки дизайнеру требуется печатная форма. Для сухого (высокого) и флексографского офсета роль такой формы играет гибкая полимерная пластина толщиной в несколько миллиметров. После экспонирования изображения она меняет свои свойства и позволяет краске отвердевать после попадания на нее лазерного луча, а ее избытки затем просто вымываются водой. Образовавшийся в результате такой обработки рельеф повторяет разложенную на краски картинку. Каждый из цветов наносится поочередно до получения полноцветного изображения. Здесь очень важно точное попадание последующих красок.

Форма для шелкографской печати представляет собою сетку, на которую наносится не пропускающий краску светочувствительный слой. После экспонирования и полоскания сетки в специальном растворе некоторые элементы, на которые попал луч света, удаляются. В образовавшиеся ячейки поступает краска, образуя картинку. Затененные же элементы отвердевают и не пропускают ее через себя.

Лабораторная работа №2 Процесс лакировки стакана.

Понятие лакирования. Лакирование — процесс нанесения на поверхность печатного оттиска лаковых композиций, которые при закреплении образуют прочные прозрачные или окрашенные однородные пленки, улучшающие внешний вид продукции, а также выполняющие различные потребительские и технологические функции.

Лакирование — один из широко используемых способов для отделки различной печатной продукции. Это более простой и дешевый способ отделки по сравнению с ламинированием, припрессовкой пленки или кашированием.

Функции лакирования.

Одной из основных функций лакирования является защита печатного оттиска от истирания и царапин. Это важно при изготовлении упаковки и этикетки, так как после и такой обработки возможно транспортирование и хранение упакованной продукции без потери внешнего вида. Кроме этого, лаки могут придавать поверхности глянец или матовость, предотвращать отмарывание при выполнении последующей обработки печатной продукции, создавать термочувствительный слой и придавать поверхности термоустойчивость, что особенно важно при производстве blisterной упаковки.

Таким образом, лакирование продукции может выполнять одну или несколько следующих функций:

декоративную;

рекламную;

маркетинговую;

прочностную;

защиты от различных воздействий;

защиты от подделки;

технологическую;

создания специальных эффектов.

Декоративная функция заключается в улучшении внешнего вида полиграфической продукции и обеспечивается за счет оптических эффектов: глянца, матовости, перламутрового и голографического эффектов, рельефности, объемности и т.п.

Глянцевый эффект объясняется полученной при лакировании высокой гладкостью поверхности лакированного оттиска. При этом отраженный световой поток становится в большей степени упорядоченным, цвета воспринимаются более насыщенными, а изображение делается более контрастным. Повышение гладкости поверхности лакированного оттиска происходит благодаря тому, что глянцевый лак заполняет микро- и макронеровности поверхности оттиска. Наибольшая степень глянца обеспечивается при применении глянцевых УФ-отверждаемых лаков.

Матовый эффект обуславливается высокой рассеивающей способностью поверхности лакированного оттиска. Лакированный оттиск с матовым лаковым покрытием характеризуется бархатно-шелковистым видом.

Рекламная функция состоит в привлечении внимания к продукту, что особенно важно при его реализации.

Маркетинговая функция заключается в повышении покупательного спроса на товар.

Прочностная функция состоит в увеличении механической прочности оттиска на разрыв и изгиб, повышении износостойкости оттиска.

Защитная функция от различных воздействий заключается в: повышении устойчивости оттиска к влаге, химическим агрессивным продуктам и средам, что важно для упаковки некоторых продуктов; изоляции красочного слоя печатного оттиска упаковки от соприкасающихся с ним упаковочных материалов и продуктов, что может иметь место при вскрытии или разрушении упаковки; обеспечении защиты от разрушения упаковки по причине трения поверхностей упаковок при транспортировке товара; изоляции красочного слоя оттиска от упакованных продуктов и от соприкосновения с другими поверхностями, что устраняет переход красочного слоя (перетискивание).

Функция защиты от подделки заключается в обеспечении защиты продуктов и упаковки от фальсификации, например путем нанесения голографического изображения на лаковом слое.

Технологические функции заключаются в: обеспечении оттиску свойств, которые позволяют качественно проводить последующие технологические операции, например фальцевание, склеивание, сваривание; создании шероховатости и фрикционных

свойств поверхности упаковки для предотвращения скольжения упакованных товаров друг относительно друга;

создании антифрикционных свойств и скольжения поверхности полиграфического изделия (например, игральные карты) для легкости их отделения; повышении адгезии при соединении материалов.

Функция создания специальных эффектов состоит в обеспечении специальных оптических, тактильных (например, эффект шероховатости) эффектов, эффекта запаха.

Завершающим этапом в производстве баллона является формообразующие операции.

Лабораторная работа №3 Формообразование стакана

Формообразующие операции — в которых стремятся получить заданную величину деформации, чтобы заготовка приобрела требуемую форму. Основные формообразующие операции: гибка, вытяжка, отбортовка, обжим, раздача, рельефная формовка.

Листовая штамповка. Холодная листовая штамповка. Штамповка листовая металла. Разделительные операции листовой штамповки. Отрезка. Вырубка. Пробивка. Высечка.

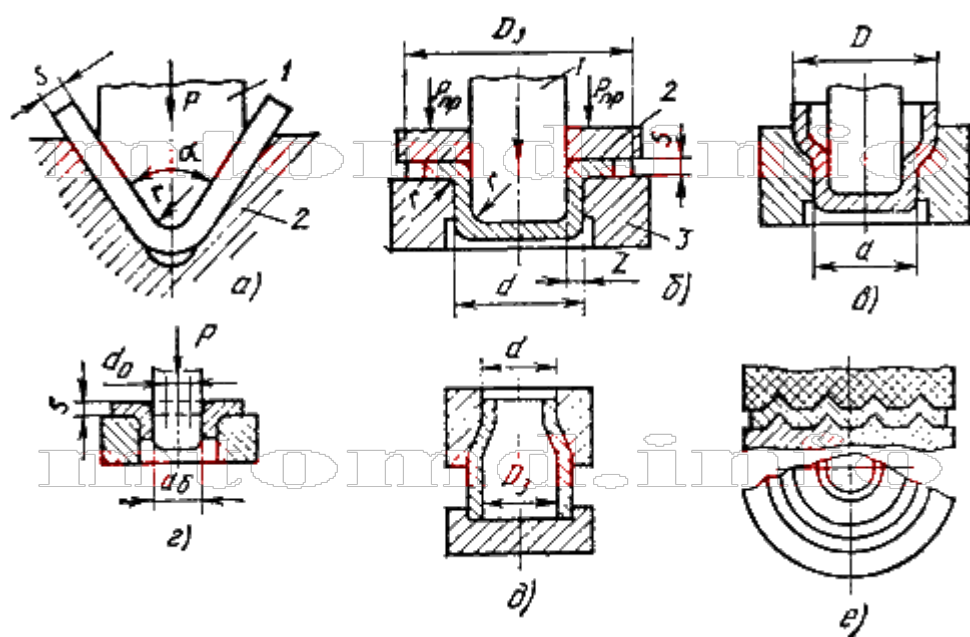


Рис.3 Схемы формообразующих операций

а — гибка; б, в — вытяжка; г — отбортовка; д — обжим; е — рельефная формовка

Гибка – образование угла между частями заготовки или придание заготовке криволинейной формы. При гибке пластически деформируется (см. Пластическая деформация) только участок заготовки в зоне контакта с пуансоном 1 (рис., позиция а): наружные слои заготовки растягиваются, а внутренние – сжимаются. Деформация растяжения наружных слоев и сжатия внутренних увеличивается с уменьшением радиуса скругления рабочего торца пуансона, при этом возрастает вероятность образования трещин. Поэтому минимальный радиус пуансона ограничивается величиной в пределах $0,1 \dots 2,0$ от толщины заготовки, в зависимости от механических свойств материала. При снятии нагрузки растянутые слои заготовки упруго

сжимаются, а сжатые – растягиваются, что приводит к изменению угла гибки α , т.е. к пружинению детали. Это следует учитывать или уменьшением угла инструмента на величину пружинения, или применением в конце рабочего хода дополнительного усилия.

Гибку производят в штампах, а также вращающимися фигурными роликами, играющими роль матрицы, на профилегибочных станах.

Вытяжка – образование полого изделия из плоской или полой заготовки (рис., позиция б). Вырубленную заготовку диаметром D_3 и толщиной S укладывают на плоскость матрицы 3. Пуансон 1 надавливает на заготовку и она, смещаясь в отверстие матрицы, образует стенки вытянутой детали диаметром d .

Формоизменение при вытяжке оценивают коэффициентом вытяжки $k_v = D_3 / d$, который в зависимости от механических характеристик металла и условий вытяжки не должен превышать 2,1.

При $D_3 - d > (18..20)S$, возможны потеря устойчивости фланца и образование складок при вытяжке. Их предотвращают прижимом 2 фланца заготовки к матрице с определенным усилием $R_{пр}$.

Высокие детали малого диаметра получают за несколько операций вытяжки с постепенным уменьшением диаметра D полуфабриката и увеличением его высоты (рис., позиция в). При последующих переходах для предотвращения разрушения металла принимают: $k_v = D/d = 1.2...1.4$

Опасность разрушения заготовок устраняют применением смазочных материалов для уменьшения сил трения между поверхностями заготовок и инструмента.

При вытяжке зазор между матрицей и пуансоном составляет $(1..1.3)S$.

Отбортовка – получение борта диаметром d_b путем вдавливания центральной части заготовки с предварительно пробитым отверстием d_0 в матрицу (рис., позиция г). Формоизменение оценивают коэффициентом отбортовки: $k_{П} = d_b / d_0 < 1.8$ который зависит от механических характеристик металла заготовки и ее относительной толщины S / d_0 . Больше увеличение диаметра можно получить, если заготовку отжечь перед отбортовкой или изготовить отверстие резанием, создающим меньшее упрочнение (см. Наклеп. Наклеп металла. Сущность явления наклепа.) у края

отверстия.

Отбортовку применяют для изготовления кольцевых деталей с фланцами и для образования уступов в деталях для нарезания резьбы, сварки, а также для увеличения жесткости конструкции при малой массе.

Обжим – уменьшение периметра поперечного сечения концевой части полой заготовки. Производится заталкиванием заготовки в сужающуюся полость матрицы (рис., позиция д). За один переход можно получить $d = (0.7..0.8)Dз$. Для большего формоизменения выполняют несколько последовательных операций обжима.

Раздача – увеличение периметра поперечного сечения концевой части полой заготовки коническим пуансоном; это операция противоположная обжиму.

Рельефная формовка – местное деформирование заготовки с целью образования рельефа в результате уменьшения толщины заготовки (рис., позиция е). Формовкой получают конструкционные выступы и впадины, ребра жесткости, лабиринтные уплотнения.

Основная литература

1. Технологические процессы машиностроительного и ремонтного производства : учеб. пособие / С. И. Богодухов, А. Г. Схиртладзе, А. Д. Проскурин, А. С. Килов, Б. М. Шейнин ; под ред. С. И. Богодухова. - Старый Оскол : ТНТ, 2015. - 464 с. : ил. - Гриф: Рек. МГТУ. - ISBN 978-5-94178-468-4
2. Ярушин, С. Г. Технологические процессы в машиностроении : учебник для бакалавров / С.Г. Ярушин. - М. : Юрайт, 2014. - 564 с. - (Бакалавр. Базовый курс). - На учебнике гриф: Доп.МО. - Библиогр.: с. 563-564. - ISBN 978-5-9916-3190-7

Дополнительная литература

1. Основы проектирования химических производств:учебник / В. И. Косинцев [и др.] ; Под ред. А. И.Михайличенко. - М.:Академкнига, 2008.
2. Схиртладзе, А. Г. Технологические процессы в машиностроении : учебник / А. Г. Схиртладзе, С. Г. Ярушин. - 4-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол : ТНТ, 2015. - 524 с. : ил. - Гриф: Доп. МО. - Библиогр.: с. 520-523. - ISBN 978-5-94178-122-
3. Пискунов, В. Н. Динамика аэрозольей : монография / В.Н. Пискунов. - Москва : Физматлит, 2010. - 294 с. : ил., схем., табл. - <http://biblioclub.ru/>. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9221-1286-4

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению практических и лабораторных работ по дисциплине « Технология и оборудование литейно-прокатного производства»

для студентов очной/заочной 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.

Редактор Л.Д. Бородастова

Подписано в печать 10.04.2016 г.

Формат 60 × 84 1/16

Уч.-изд. л. 0,4 п.л.

Усл. печ. л. 0,5 п.л.

Тираж 50 экз.

Северо-Кавказский федеральный университет

Невинномысский технологический институт (филиал)

357108, г. Невинномысск, ул. Гагарина, 1

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 «Технология и оборудование литейно-прокатного
производства»
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 «Технология и оборудование литейно-прокатного производства». Указания предназначены для студентов очной/заочной формы обучения направления подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование.

Содержат основные разделы изучаемого теоретического материала, перечень вопросов необходимых для проработки, а также список рекомендуемой литературы.

Составители

Отв. редактор

Введение

Прокатка — самый массовый способ обработки металлов давлением. Количество выпускаемого металлургическими заводами прокатанного металла служит одним из важнейших показателей уровня развития металлопромышленности в стране. «Технология и оборудование литейно-прокатного производства» изучает законы прокатки, которые дают ключ к управлению металлопромышленности в стране.

Дисциплина «Технология прокатки» относится к дисциплине базовой части. Она направлена на формирование общекультурных, профессиональных и общепрофессиональных компетенций обучающихся в процессе выполнения работ, определенных ФГОС ВО.

Методические указания составлены на современном научном уровне и рассчитаны на студентов, по направлению 15.03.02 Технологические машины и оборудование.

Последовательность лабораторных работ соответствует логической структуре ее прохождения. Предлагаемые методические указания содержат материал, который рекомендуется использовать студентам при осуществлении лабораторных работ.

Практическое занятие № 1. Расчет рабочих валков на прочность. Применение основных формул.

Эффективность работы прокатных станов, качество и себестоимость выпускаемой продукции в значительной степени зависят от прочности и жесткости рабочих клетей. Поэтому при проектировании и эксплуатации прокатных станов необходимо грамотно рассчитывать оборудование рабочих клетей. Обычно размеры деталей этого оборудования предварительно определяют конструктивно по эмпирическим соотношениям, полученным в результате обобщения опыта прокатного машиностроения [1-5], а затем делают поверочные расчеты на прочность и жесткость, по результатам которых корректируют принятые конструктивно размеры. В настоящем пособии представлены методика и примеры поверочных расчетов основных деталей рабочих клетей разного типа при заданных их размерах и действующих на них нагрузках.

В общем случае поверочные расчеты каждой детали клетки проводят в следующем порядке:

- составляют схему нагружения детали заданными внешними силами;
- рассчитывают величину напряжений, возникающих в опасных сечениях детали;
- по справочным данным определяют временное сопротивление (предел прочности) материала, из которого изготовлена деталь;
- проверяют выполнение условия прочности, которое, может иметь две формулировки:

1. Расчетные напряжения должны быть не больше допусковых (формулы искать в учебной литературе)

2. Расчетный коэффициент запаса прочности должен превышать допустимое значение (формулы искать в учебной литературе)

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме Основная литература:

1. Смирнов, В.К. Калибровка прокатных валков: Учебное пособие для вузов. Издание 2-е переработанное и дополненное / В.К. Смирнов, В.А.

Шилов, Ю.В. Инарович. М.:Теплотехник, 2010.

2. Целиков А.И., Никитин Г.С., Рокотян С.Е. Теория продольной прокатки.-М.: Металлургия, 1980.

3. Вусатовский 3. Основы теории проткатки. - М.: Металлургия, 1972.

4. Тарновский И.Я. и др. Энергосиловые параметры прокатки цветных металлов и сплавов. - М.: Металлургия, 1975.
5. Коновалов Ю.В., Остапенко А.Л., Пономарев В.И. Расчет параметров листовой прокатки: Справочник,- М.: Металлургия, 1986.
6. Суяров Д.И., Гилевич Ф.С. Расчет оптимальных режимов при горячей прокатке широких полос на реверсивных станах. - Красноярск, 1971.
7. Теория прокатки: Справочник/А.И. Целиков, А.Д. Томленов, В.И. Зюзин и др. - М.: Металлургия, 1982.
8. Гилевич Ф.С., Сидельников С.Б. Теория и технология прокатки. Задачи, алгоритмы, программы, решения: Учеб. пособие / ГАЦМиЗ.- Красноярск, 1996.
9. Прокатное производство. Учебник для вузов. 3-е изд / П.И. Полухин, Н.М. Федосов, Д.А. Хоролев, Ю.М. Матвеев М.:Металлургия, 1982.
10. Гилевич, Ф.С. Прокатное производство: Метод, указания по выполнению лабораторных работ для студентов спец. 110600 «Обработка металлов давлением» / Сост. Ф.С. Гилевич; ГАЦМиЗ:

Интернет-ресурсы:

- 1 http://www.edu.ru/index.php?page_id=6 Федеральный портал Российское образование.
- 2 <http://www.edu.ru/> "Российское образование" Федеральный портал
- 3 <http://www.edu.ru/db/portal/sites/school-page.htm>- ресурсы портала для общего образования
<http://www.school.edu.ru/default.asp>- "Российский общеобразовательный портал"

Практическое занятие 2. Расчет сортового валка.

Ознакомьтесь с особенностями схем приложения.

Так как при прокатке в разных калибрах величина давления, диаметр бочки и расстояние от оси нажимного винта являются переменными, то необходимо производить расчет напряжений в бочке и шейке валка для каждого пропуса и в каждом калибре. Из полученных величин выбирается наиболее неблагоприятный случай.

При расчете бочки валка напряжения от кручения обычно не подсчитываются, так как величина их, по сравнению с величиной напряжений от изгиба, намного меньше. Расчет бочки валка производится только на изгиб. При прокатке в любом калибре опорные реакции равны

$$R_A = P (\ell - x) / \ell,$$

$$R_B = P * x / \ell$$

Изгибающий момент в сечении x (в среднем сечении калибра)

$$M_{\text{изг}}^{\delta} = P x / \ell (\ell - x).$$

Напряжение изгиба в данном калибре

$$\sigma_{\text{изг}}^{\delta} = M_{\text{изг}}^{\delta} / W_{\delta}$$

где $W_{\delta} = 0,1D$

δ момент сопротивления поперечного сечения бочки валка на изгиб, мм

D_{δ} – диаметр валка в сечении, проходящем по середине ручья, мм.

Таким образом ход расчета бочки ручьевого валка таков:

- 1 определяются изгибающие моменты в середине каждого калибра;
- 2 строятся эпюры изгибающих моментов;
- 3 определяются моменты сопротивления сечений каждого калибра;
- 4 подсчитываются изгибающие моменты для каждого калибра.

Шейка валка рассчитывается на изгиб и кручение.

Изгибающий момент для левой шейки

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература:

1. Смирнов, В.К. Калибровка прокатных валков: Учебное пособие для вузов. Издание 2-е переработанное и дополненное / В.К. Смирнов, В.А.

Шилов, Ю.В. Инатович. М.:Теплотехник, 2010.

2. Целиков А.И., Никитин Г.С., Рокотян С.Е. Теория продольной прокатки.-М.: Металлургия, 1980.

3. Вусатовский З. Основы теории проткатки. - М.: Металлургия, 1972.

4. Тарновский И.Я. и др. Энергосиловые параметры прокатки цветных металлов и сплавов. - М.: Металлургия, 1975.

5. Коновалов Ю.В., Остапенко А.Л., Пономарев В.И. Расчет параметров листовой прокатки: Справочник,- М.: Металлургия, 1986.

6. Суяров Д.И., Гилевич Ф.С. Расчет оптимальных режимов при горячей прокатке широких полос на реверсивных станах. - Красноярск, 1971.

7. Теория прокатки: Справочник/А.И. Целиков, А.Д. Томленов, В.И.

Зюзин и др. - М.: Металлургия, 1982.

8. Гилевич Ф.С., Сидельников С.Б. Теория и технология прокатки. Задачи, алгоритмы, программы, решения: Учеб. пособие / ГАЦМиЗ.- Красноярск, 1996.

9. Прокатное производство. Учебник для вузов. 3-е изд / П.И. Полухин, Н.М. Федосов, Д.А. Хоролев, Ю.М. Матвеев М.:Металлургия, 1982.

10. Гилевич, Ф.С. Прокатное производство: Метод, указания по выполнению лабораторных работ для студентов спец. 110600 «Обработка металлов давлением» / Сост. Ф.С. Гилевич; ГАЦМиЗ:

Интернет-ресурсы:

1 http://www.edu.ru/index.php?page_id=6 Федеральный портал Российское образование.

2 <http://www.edu.ru/> "Российское образование" Федеральный портал

3 <http://www.edu.ru/db/portal/sites/school-page.htm>- ресурсы портала для общего образования
<http://www.school.edu.ru/default.asp>- "Российский общеобразовательный портал"

Практическое занятие № 3. Расчет бочки и шейки сортового валка.

Изучение методики расчета.

При расчете бочки валка напряжения от кручения обычно не подсчитываются, так как величина их, по сравнению с величиной напряжений от изгиба, намного меньше. Расчет бочки валка производится только на изгиб. При прокатке в любом калибре опорные реакции равны

$$R_A = P (\ell - x) / \ell,$$

$$R_B = P * x / \ell$$

Изгибающий момент в сечении x (в среднем сечении калибра)

$$M_{изг}^{\delta} = P x / \ell (\ell - x).$$

Напряжение изгиба в данном калибре

$$\sigma_{изг}^{\delta} = M_{изг}^{\delta} / W_{\delta}$$

где $W_{\delta} = 0,1D$

δ момент сопротивления поперечного сечения бочки валка на изгиб, мм

D_{δ} – диаметр валка в сечении, проходящем по середине ручья, мм.

Таким образом ход расчета бочки ручьевого валка таков:

- 1 определяются изгибающие моменты в середине каждого калибра;
- 2 строятся эпюры изгибающих моментов;
- 3 определяются моменты сопротивления сечений каждого калибра;
- 4 подсчитываются изгибающие моменты для каждого калибра.

Шейка валка рассчитывается на изгиб и кручение.

Изгибающий момент для левой шейки

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме
Основная литература:

1. Смирнов, В.К. Калибровка прокатных валков: Учебное пособие для вузов. Издание 2-е переработанное и дополненное / В.К. Смирнов, В.А.

Шилов, Ю.В. Инатович. М.:Теплотехник, 2010.

2. Целиков А.И., Никитин Г.С., Рокотян С.Е. Теория продольной прокатки.-М.: Металлургия, 1980.

3. Вусатовский З. Основы теории проткатки. - М.: Металлургия, 1972.

4. Тарновский И.Я. и др. Энергосиловые параметры прокатки цветных металлов и сплавов. - М.: Металлургия, 1975.

5. Коновалов Ю.В., Остапенко А.Л., Пономарев В.И. Расчет параметров листовой прокатки: Справочник,- М.: Металлургия, 1986.

6. Суяров Д.И., Гилевич Ф.С. Расчет оптимальных режимов при горячей прокатке широких полос на реверсивных станах. - Красноярск, 1971.

7. Теория прокатки: Справочник/А.И. Целиков, А.Д. Томленов, В.И.

Зюзин и др. - М.: Металлургия, 1982.

8. Гилевич Ф.С., Сидельников С.Б. Теория и технология прокатки. Задачи, алгоритмы, программы, решения: Учеб. пособие / ГАЦМиЗ.- Красноярск, 1996.

9. Прокатное производство. Учебник для вузов. 3-е изд / П.И. Полухин, Н.М. Федосов, Д.А. Хоролев, Ю.М. Матвеев М.:Металлургия, 1982.

10. Гилевич, Ф.С. Прокатное производство: Метод, указания по выполнению лабораторных работ для студентов спец. 110600 «Обработка металлов давлением» / Сост. Ф.С. Гилевич; ГАЦМиЗ:

Интернет-ресурсы:

1 http://www.edu.ru/index.php?page_id=6 Федеральный портал Российское образование.

2 <http://www.edu.ru/> "Российское образование" Федеральный портал

3 <http://www.edu.ru/db/portal/sites/school-page.htm>- ресурсы портала для общего образования
<http://www.school.edu.ru/default.asp>- "Российский общеобразовательный портал"

Практическое занятие № 4. Расчет листового вала. Особенность схемы приложения.

Бочка вала рассчитывается на изгиб (опасное сечение 1 – 1), а шейка – на изгиб и кручение (опасное сечение сеч. II – II).

Изгибающий момент:

$$M_{изг.δ} = P \cdot [(\ell_{δ} + \ell_{ш}) - v/4] / 4$$

где v – ширина листа,

P – полное давление металла на валки,

$$b_{изг.δ} = M_{изг.δ} / 0.1 D_{δ}^3$$

Шейка рассчитывается аналогично ручьевого вала, т.е.

$$M_{изг.ш} = P \cdot \ell_{ш} / 2;$$

$$b_{изг.ш} = M_{изг.ш} / 0.1 d_{ш}^3$$

$$M_{кр.ш} = M_{деф.} + P \cdot f_{ш} \cdot d_{ш} / 2;$$

$$τ_{кр.ш} = M_{кр.ш} / 0.2 d_{ш}^3$$

Результирующие напряжения для шейки определяются также, как и для ручьевого вала.

При расчете величин напряжений следует иметь в виду, что валки в процессе работы подвергаются переточкам. Допускаемая величина переточки:

для блюмингов 10 – 12% (от диаметра нового вала);

для сортовых станов 8 – 10%;

для средне- и толстолистовых 5 – 7%;

для тонколистовых и станов холодной прокатки 3 – 6%.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме **Основная литература:**

1. Смирнов, В.К. Калибровка прокатных валков: Учебное пособие для вузов. Издание 2-е переработанное и дополненное / В.К. Смирнов, В.А.

Шилов, Ю.В. Инатович. М.:Теплотехник, 2010.

2. Целиков А.И., Никитин Г.С., Рокотян С.Е. Теория продольной прокатки.-М.: Металлургия, 1980.

3. Вусатовский З. Основы теории прокатки. - М.: Металлургия, 1972.

4. Тарновский И.Я. и др. Энергосиловые параметры прокатки цветных металлов и сплавов. - М.: Металлургия, 1975.

5. Коновалов Ю.В., Остапенко А.Л., Пономарев В.И. Расчет параметров листовой прокатки: Справочник,- М.: Металлургия, 1986.

6. Суяров Д.И., Гилевич Ф.С. Расчет оптимальных режимов при горячей прокатке широких полос на реверсивных станах. - Красноярск, 1971.

7. Теория прокатки: Справочник/А.И. Целиков, А.Д. Томленов, В.И.

Зюзин и др. - М.: Металлургия, 1982.

8. Гилевич Ф.С., Сидельников С.Б. Теория и технология прокатки. Задачи, алгоритмы, программы, решения: Учеб. пособие / ГАЦМиЗ.- Красноярск, 1996.

9. Прокатное производство. Учебник для вузов. 3-е изд / П.И. Полухин, Н.М. Федосов, Д.А. Хоролев, Ю.М. Матвеев М.:Металлургия, 1982.

10. Гилевич, Ф.С. Прокатное производство: Метод, указания по выполнению лабораторных работ для студентов спец. 110600 «Обработка металлов давлением» / Сост. Ф.С. Гилевич; ГАЦМиЗ:

Интернет-ресурсы:

1 http://www.edu.ru/index.php?page_id=6 Федеральный портал Российское образование.

2 <http://www.edu.ru/> "Российское образование" Федеральный портал

3 <http://www.edu.ru/db/portal/sites/school-page.htm>- ресурсы портала для общего образования
<http://www.school.edu.ru/default.asp>- "Российский общеобразовательный портал"

Практическое занятие № 5. Расчет приводных концов валков. Применение основных формул.

Приводные концы рабочих валков могут быть выполнены либо в виде плоской лопасти или в виде трефа. В первом случае расчет их выполняется как и для лопасти шпинделя (см. соответствующий расчет).

Треф валка рассчитывается на кручение. Максимальное напряжение кручения возникает на дне впадин трефа и при $d_1 = 0,66 d_t$ равно $\tau_{кр.} = M_{кр.} / 0,07 d_t^3$

где d_t – наружный диаметр трефа;

d_1 – диаметр вписанной окружности по впадинам трефа.

Допускаемые напряжения: для стали $[\tau] = 80 - 100$ МПа;

для чугуна $[\tau] = 70 - 80$ МПа.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература:

1. Смирнов, В.К. Калибровка прокатных валков: Учебное пособие для вузов. Издание 2-е переработанное и дополненное / В.К. Смирнов, В.А.

Шилов, Ю.В. Инатович. М.:Теплотехник, 2010.

2. Целиков А.И., Никитин Г.С., Рокотян С.Е. Теория продольной прокатки.-М.: Металлургия, 1980.

3. Вусатовский З. Основы теории проткатки. - М.: Металлургия, 1972.

4. Тарновский И.Я. и др. Энергосиловые параметры прокатки цветных металлов и сплавов. - М.: Металлургия, 1975.

5. Коновалов Ю.В., Остапенко А.Л., Пономарев В.И. Расчет параметров листовой прокатки: Справочник,- М.: Металлургия, 1986.

6. Суяров Д.И., Гилевич Ф.С. Расчет оптимальных режимов при горячей прокатке широких полос на реверсивных станах. - Красноярск, 1971.

7. Теория прокатки: Справочник/А.И. Целиков, А.Д. Томленов, В.И.

Зюзин и др. - М.: Металлургия, 1982.

8. Гилевич Ф.С., Сидельников С.Б. Теория и технология прокатки. Задачи, алгоритмы, программы, решения: Учеб. пособие / ГАЦМиЗ.- Красноярск, 1996.

9. Прокатное производство. Учебник для вузов. 3-е изд / П.И. Полухин, Н.М. Федосов, Д.А. Хоролев, Ю.М. Матвеев М.:Металлургия, 1982.

10. Гилевич, Ф.С. Прокатное производство: Метод, указания по выполнению лабораторных работ для студентов спец. 110600 «Обработка металлов давлением» / Сост. Ф.С. Гилевич; ГАЦМиЗ:

Интернет-ресурсы:

- 1 http://www.edu.ru/index.php?page_id=6 Федеральный портал Российское образование.
- 2 <http://www.edu.ru/> "Российское образование" Федеральный портал
- 3 <http://www.edu.ru/db/portal/sites/school-page.htm>- ресурсы портала для общего образования
<http://www.school.edu.ru/default.asp>- "Российский общеобразовательный портал"

Практическое занятие № 6. Особенности расчета валков у станов кварто. Изучение схемы привода и расчет усилия на валки.

Рабочие и опорные валки станов кварто выполняют различные функции.

Приводные рабочие валки рассчитываются только на напряжения кручения, а неприводные опорные валки рассчитываются на напряжения изгиба.

Применение опорных валков практически полностью разгружает рабочие валки от действия изгибающих моментов. Распределение напряжений изгиба между опорными и рабочими валками во многом зависит от профилировки валков и реального профиля валков в процессе прокатки.

Обычно верхний рабочий валок имеет выпуклость, а остальные валки изготавливаются цилиндрическими.

Расчеты показывают, что при этом примерно до 97,5% всей нагрузки воспринимается опорным валком, который и рассчитывается на изгиб.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме
Основная литература:

1. Смирнов, В.К. Калибровка прокатных валков: Учебное пособие для вузов. Издание 2-е переработанное и дополненное / В.К. Смирнов, В.А.

Шилов, Ю.В. Инатович. М.:Теплотехник, 2010.

2. Целиков А.И., Никитин Г.С., Рокотян С.Е. Теория продольной прокатки.-М.: Металлургия, 1980.

3. Вусатовский З. Основы теории проткатки. - М.: Металлургия, 1972.

4. Тарновский И.Я. и др. Энергосиловые параметры прокатки цветных металлов и сплавов. - М.: Металлургия, 1975.

5. Коновалов Ю.В., Остапенко А.Л., Пономарев В.И. Расчет параметров листовой прокатки: Справочник,- М.: Металлургия, 1986.

6. Суяров Д.И., Гилевич Ф.С. Расчет оптимальных режимов при горячей прокатке широких полос на реверсивных станах. - Красноярск, 1971.

7. Теория прокатки: Справочник/А.И. Целиков, А.Д. Томленов, В.И.

Зюзин и др. - М.: Металлургия, 1982.

8. Гилевич Ф.С., Сидельников С.Б. Теория и технология прокатки. Задачи, алгоритмы, программы, решения: Учеб. пособие / ГАЦМиЗ.- Красноярск, 1996.

9. Прокатное производство. Учебник для вузов. 3-е изд / П.И. Полухин, Н.М. Федосов, Д.А. Хоролев, Ю.М. Матвеев М.:Металлургия, 1982.

10. Гилевич, Ф.С. Прокатное производство: Метод, указания по выполнению лабораторных работ для студентов спец. 110600 «Обработка металлов давлением» / Сост. Ф.С. Гилевич; ГАЦМиЗ:

Интернет-ресурсы:

1 http://www.edu.ru/index.php?page_id=6 Федеральный портал Российское образование.

2 <http://www.edu.ru/> "Российское образование" Федеральный портал

3 <http://www.edu.ru/db/portal/sites/school-page.htm>- ресурсы портала для общего образования
<http://www.school.edu.ru/default.asp>- "Российский общеобразовательный портал"

Практическое занятие № 7. Расчеты валков на усталостную прочность.

Ознакомиться с влиянием переменного напряжения.

Практикой установлено, что многократное приложение нагрузки может вызвать разрушение элементов оборудования при напряжениях, значительно меньших, чем в случае их однократного нагружения.

Напряжение, при котором разрушается оборудование, может быть меньше предела прочности и предела текучести, а иногда и предела упругости.

Способность металла выдерживать переменные напряжения называется усталостной прочностью.

Расчеты на статическую прочность валков ведутся по наибольшей кратковременной нагрузке, а на усталостную прочность по наибольшей длительно действующей нагрузке, повторяемость которой за время службы валков не менее 10^3 циклов.

Изменение напряжения в любом сечении валка характеризуется циклом, который определяется следующими величинами:

- наибольшее напряжение цикла (с учетом алгебраического знака) σ_{\max} и τ_{\max} ;
- наименьшее напряжение цикла σ_{\min} и τ_{\min} ;
- среднее напряжение цикла $\sigma_{\text{ш}} = (\sigma_{\max} + \sigma_{\min}) / 2$ и $\tau_{\text{ш}} = (\tau_{\max} + \tau_{\min}) / 2$;
- амплитуда цикла $\sigma_{\alpha} = (\sigma_{\max} - \sigma_{\min}) / 2$ и $\tau_{\alpha} = (\tau_{\max} - \tau_{\min}) / 2$;
- коэффициент асимметрии $r = \sigma_{\min} / \sigma_{\max}$ или $r = \tau_{\min} / \tau_{\max}$

При симметричном цикле $r = -1$; $\sigma_{\text{ср.}} = 0$; $\sigma_{\alpha} = \sigma_{\max} = -\sigma_{\min}$.

а) Общий случай асимметричного цикла ($\sigma_{\min} < 0$);

б) симметричный цикл;

в) пульсирующий цикл;

г) асимметричный цикл ($\sigma > 0$).

Исходными данными при расчетах на усталостную прочность служат значения пределов прочности $\sigma_{\text{в}}$, предела текучести $\sigma_{\text{т}}$, предела усталости при изгибе σ_{-1} и кручении τ_{-1}

(для симметричного цикла) $\sigma_{-1} = (0,45 \div 0,55) \cdot \sigma_{\text{в}}$;

$\tau_{-1} = 0,6 \cdot \sigma_{-1}$

Допускаемые напряжения при учете усталостной прочности

принимают высокими, исходя из запаса прочности $n = 1,1 \div 1,4$

Запас прочности рассчитывают по формулам [5]

а) для бочки валков на изгиб $n = \beta \cdot \varepsilon$

$\sigma_{\text{д}} \cdot \sigma_{-1} / \sigma_{\text{в}}$;

б) для шейки опорного валка, работающего только на изгиб

$n = \beta \cdot \varepsilon_{\sigma} \cdot \sigma_{-1} / k_{\sigma} \cdot \sigma_{\text{д}}$

где β – коэффициент качества поверхности;

ε_b – коэффициент влияния абсолютных размеров;
 \bar{b} – максимальное напряжение изгиба, $\bar{b} = M_{\max} / W$;
 k_b – коэффициент концентрации напряжений;

в) в приводном конце вала запас прочности

$$n = \beta \cdot \varepsilon_\tau \cdot \tau^{-1} / k_\tau \cdot \tau$$

Опорные валки станов кварто работают длительное время без перешлифовок (до 15 – 30 суток). Для деталей машин, подвергающихся в процессе длительной эксплуатации многократным переменным нагрузкам, величина допустимой нагрузки недостаточна для характеристики прочностных свойств. Поэтому необходимо воспользоваться экспериментальными данными приведенных в [5, с. 190 – 220].

Расчеты опорных валков на усталостную прочность показывают, что наиболее опасным сечением, является граница между бочкой и шейкой валка (сеч. II-II рисунок 2.8). Для этого сечения и производится определение допускаемого напряжения по условиям усталостной прочности.

Для валков прокатных станов, напряжения изгиба в которых меняются по симметричному циклу, допускаемое напряжение определяется по формуле

$$[\bar{b}]_{\text{доп.}} = \bar{b}_{-1} \cdot \varepsilon_b \cdot \beta / k_b \cdot n$$

где k_b – коэффициент концентрации напряжений при изгибе;

n – принятый коэффициент запаса прочности.

$$\text{Принимаем } \bar{b}_{-1} = 0,45 \cdot \bar{b}_b$$

Коэффициент запаса прочности для стальных валков рекомендуется принимать равным: $n = 1,1 \div 1,4$

Допускаемое напряжение из условий усталостной прочности при изгибе (при $n = 1,3$):

Максимально допустимое давление металла на валки по условиям усталостной прочности

$$P_{\text{уст. доп.}} = 0,2 \cdot d_{\text{ш}}^3 \cdot [\bar{b}]_{\text{доп.}} / v$$

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме **Основная литература:**

1. Смирнов, В.К. Калибровка прокатных валков: Учебное пособие для вузов. Издание 2-е переработанное и дополненное / В.К. Смирнов, В.А.

Шилов, Ю.В. Инарович. М.:Теплотехник, 2010.

2. Целиков А.И., Никитин Г.С., Рокотян С.Е. Теория продольной прокатки.-М.: Металлургия, 1980.

3. Вусатовский З. Основы теории прокатки. - М.: Металлургия, 1972.
4. Тарновский И.Я. и др. Энергосиловые параметры прокатки цветных металлов и сплавов. - М.: Металлургия, 1975.
5. Коновалов Ю.В., Остапенко А.Л., Пономарев В.И. Расчет параметров листовой прокатки: Справочник,- М.: Металлургия, 1986.
6. Суяров Д.И., Гилевич Ф.С. Расчет оптимальных режимов при горячей прокатке широких полос на реверсивных станах. - Красноярск, 1971.
7. Теория прокатки: Справочник/А.И. Целиков, А.Д. Томленов, В.И. Зюзин и др. - М.: Металлургия, 1982.
8. Гилевич Ф.С., Сидельников С.Б. Теория и технология прокатки. Задачи, алгоритмы, программы, решения: Учеб. пособие / ГАЦМиЗ.- Красноярск, 1996.
9. Прокатное производство. Учебник для вузов. 3-е изд / П.И. Полухин, Н.М. Федосов, Д.А. Хоролев, Ю.М. Матвеев М.:Металлургия, 1982.
10. Гилевич, Ф.С. Прокатное производство: Метод, указания по выполнению лабораторных работ для студентов спец. 110600 «Обработка металлов давлением» / Сост. Ф.С. Гилевич; ГАЦМиЗ:

Интернет-ресурсы:

- 1 http://www.edu.ru/index.php?page_id=6 Федеральный портал Российское образование.
- 2 <http://www.edu.ru/> "Российское образование" Федеральный портал
- 3 <http://www.edu.ru/db/portal/sites/school-page.htm>- ресурсы портала для общего образования
<http://www.school.edu.ru/default.asp>- "Российский общеобразовательный портал"

Практическое занятие № 8. Расчет упругой деформации валков. Изменение формы полосы.

Прогиб рабочих и опорных валков оказывает влияние главным образом на форму поперечного сечения полосы и практически не влияет на величину упругой деформации клети.

Сближение центров валков происходит в результате упругого сплющивания рабочих и опорных валков, под действием большого погонного давления

На основе теории Герца величина сближения центров двух цилиндров из одинакового материала определяется формулой:

$$\delta'1 = 1,3 \cdot P / E \cdot \ell \cdot \sqrt{35,5 \cdot E \cdot \ell / (1/Rp - 1/RD) \cdot P}$$

где E – модуль упругости; P – давление металла на валки; ℓ - длина бочки валков;

R_D и R_p – радиусы опорного и рабочего валков.

Контактное сжатие происходит в двух парах валков, в связи, с чем суммарная деформация валков равна

$$\delta1 = 2\delta'1$$

Практическая работа № 9 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 Технологический процесс 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 находят 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 Практическая работатехнологии 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.

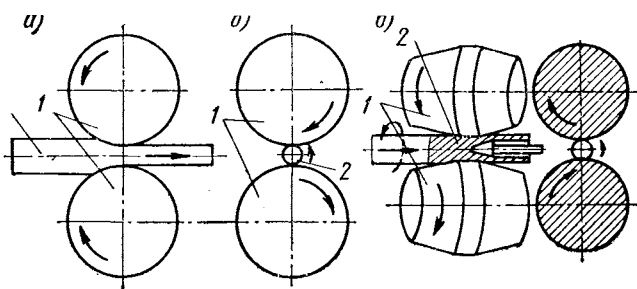
Основными направлениями развития технологии и оборудования для ОМД являются: максимальное приближение форм и размеров заготовки к готовой детали и повышение качества изделий. Также проводят работы по упрощению технологических процессов, разработке новых технологических процессов, значительному увеличению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

Практическая работа №10 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 поперечновинтовой 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.

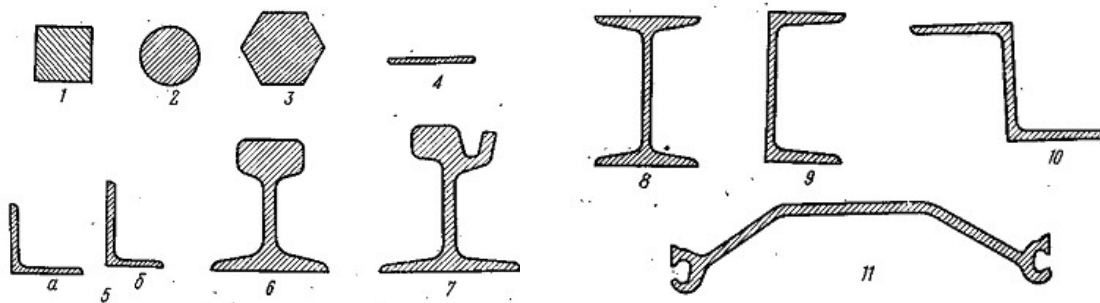


а) – продольная, б) – поперечная, в) – поперечно-винтовая
1 – деформирующие валки, 2 - заготовка

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 №11 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 объемной 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.

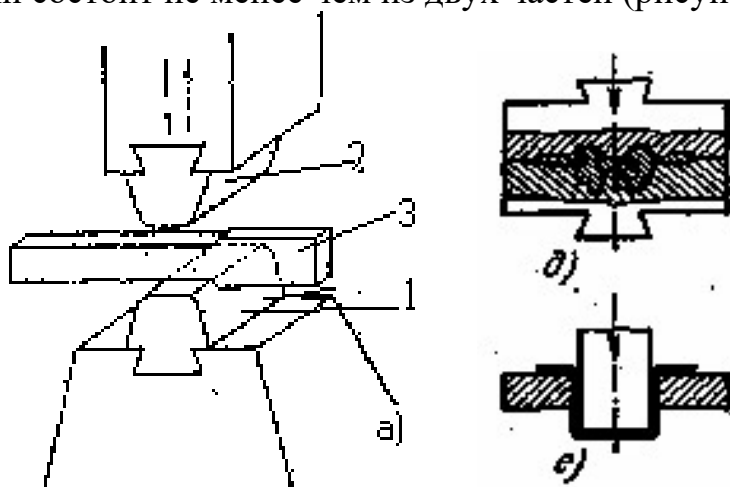
Под технологичностью детали, получаемой штамповкой, следует понимать такое сочетание основных элементов ее конструкции, которое обеспечивает наиболее простое и экономичное изготовление детали при соблюдении технических и эксплуатационных требований к ней. Любая деталь машины, как и любой инструмент, 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.

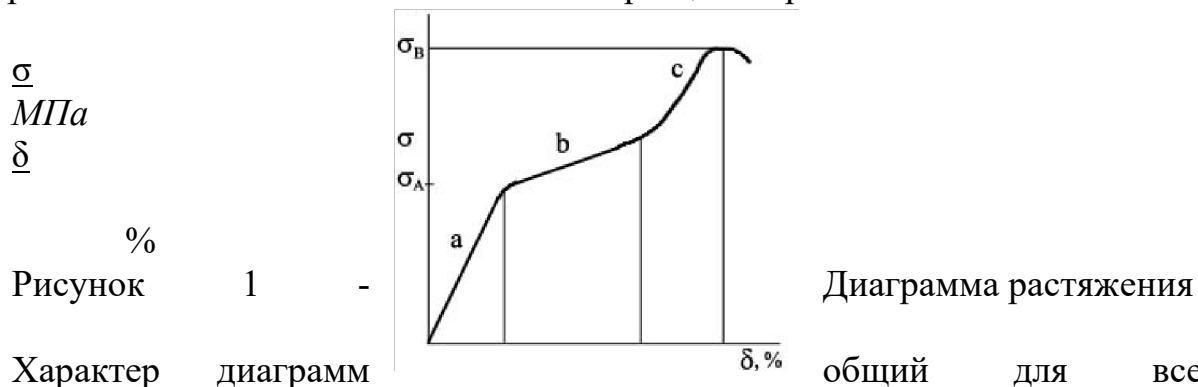
Возможность штамповки металлов в значительной степени зависит от структуры металла и текстуры деформации зерен кристаллов. Степень предварительного упрочнения и вид термообработки также сказываются на возможности штамповки. Первый, из указанных признаков, особенно важен для листовой штамповки, при которой 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 б – 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.

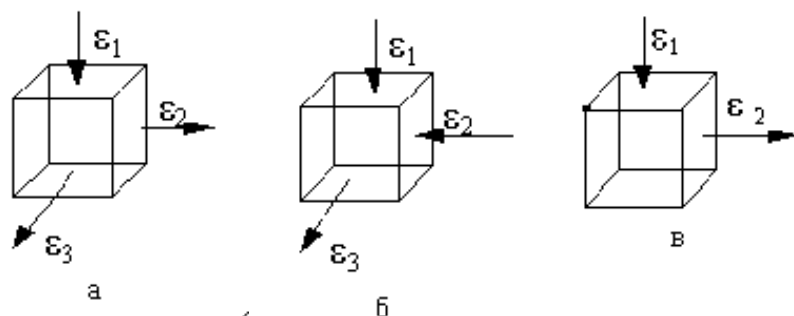
Деформация происходит под действием сил вызывающих нормальные σ и касательные τ напряжения. Чем меньше напряжение и выше пластичность, тем легче металл обрабатывается давлением. Напряжение определяется не на всей поверхности, а в точке, по трем взаимно перпендикулярным плоскостям.

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 ($T_{пл}$) 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 №12. 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

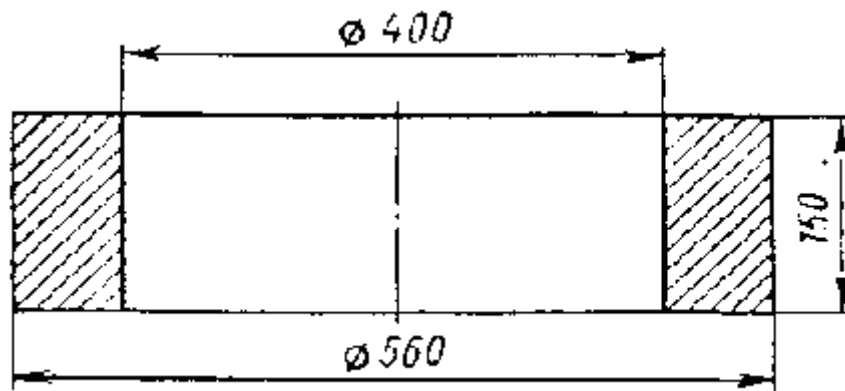
1. Заполненная таблица 1.
2. Подробный ответ на поставленный в задании вопрос, включая необходимые рисунки, схемы и таблицы.
3. Описание технологии выбранного способа ОМД с применением необходимых рисунков, характеризующих тип оборудования, инструмент и геометрию заготовки для получения изделия в соответствии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

Практическая работа № 13

Изобразите схему продольной прокатки. Изложите сущность этого вида прокатки.

1.

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



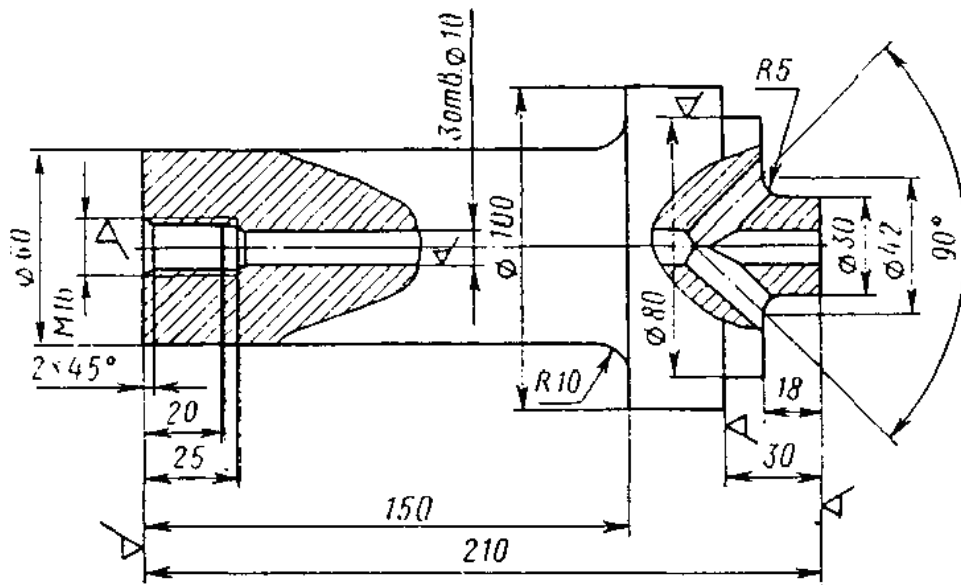
Практическая работа № 14.

1.

Изобразите эскизы профилей сортового проката и опишите технологию их производства.

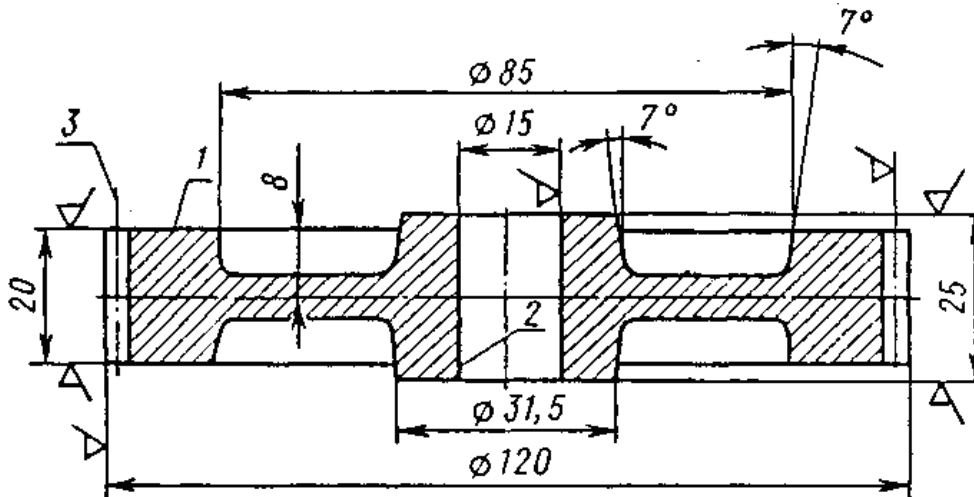
2.

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



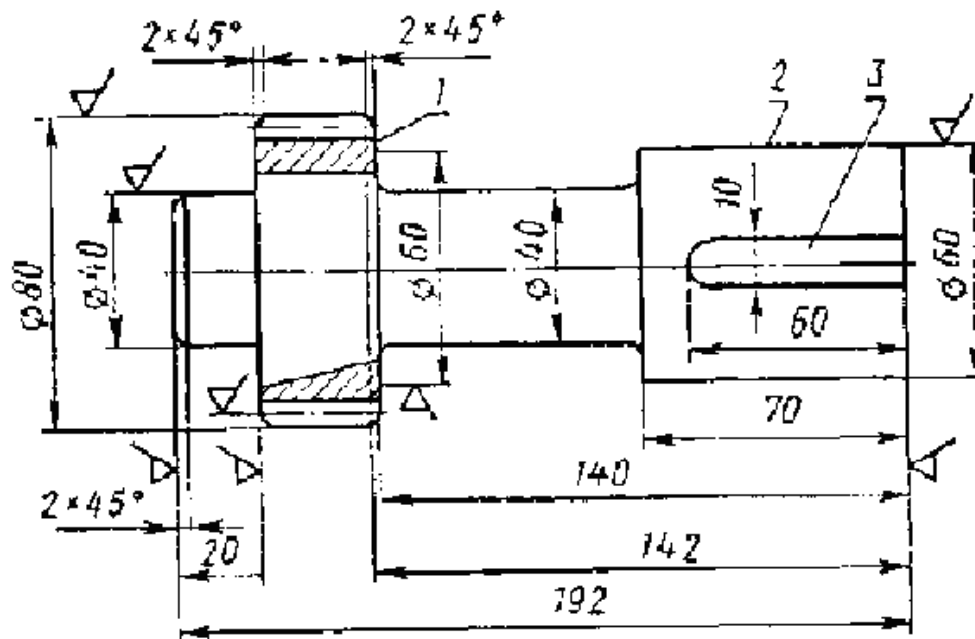
Практическая работа № 15.

1. Опишите технологию производства листового проката.
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.



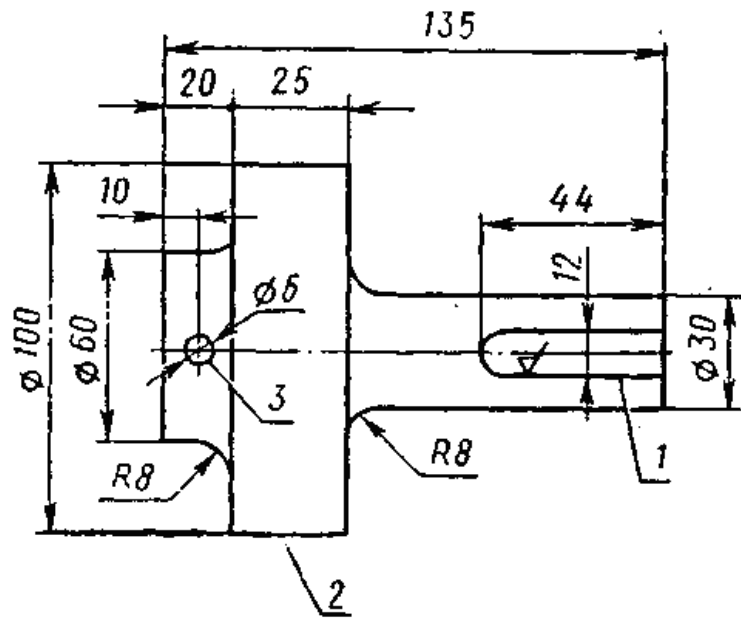
Практическая работа № 16.

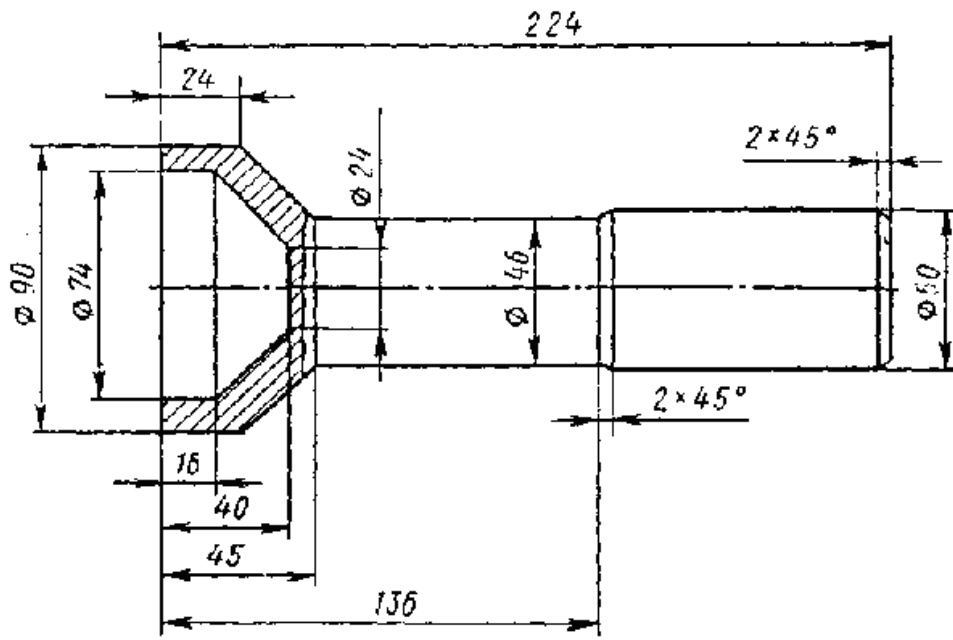
1. Опишите влияние обработки давлением на свойства и структуру металла.
2. По чертежу готовой детали выберите инструмент и разработайте схему технологического процесса изготовления поковки для последующей механической обработки в соответствии с геометрией и указанными размерами.



Практическая работа № 17.

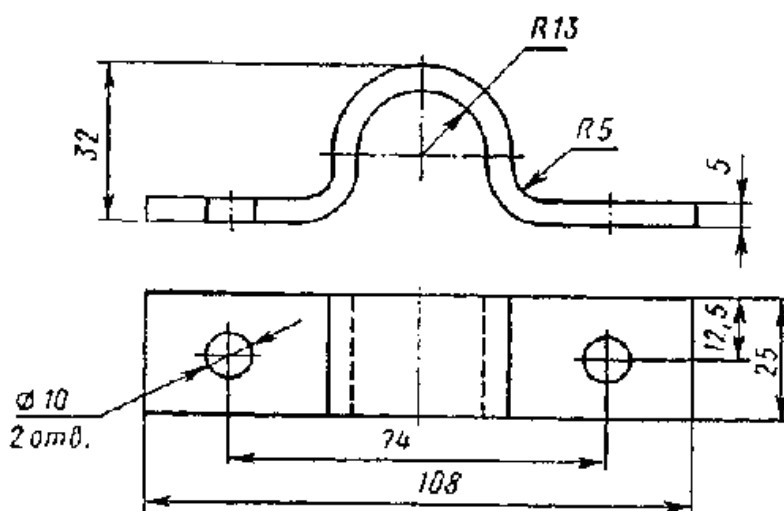
1. Перечислите способы холодной объемной штамповки. Опишите сущность холодного выдавливания.
2. По чертежу готовой детали выберите инструмент и разработайте схему технологического процесса изготовления поковки для последующей механической обработки в соответствии с геометрией и указанными размерами.





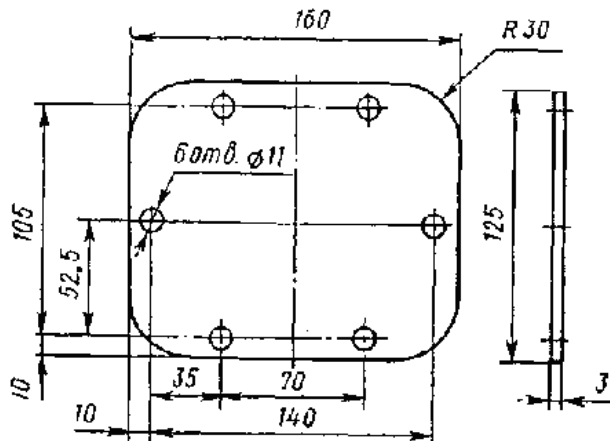
Практическая работа № 20

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.



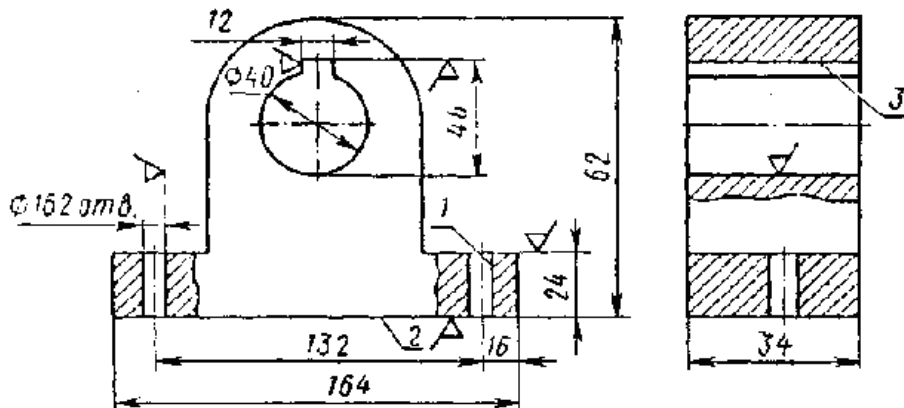
Практическая работа № 21.

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.



Практическая работа № 22.

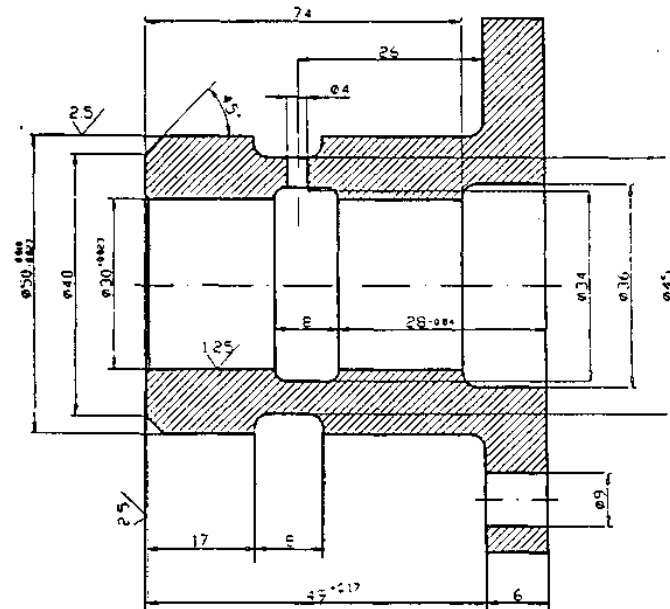
1. Изобразите схему поперечно-винтовой прокатки. Изложите сущность этого вида прокатки.
2. По чертежу готовой детали выберите инструмент и разработайте схему технологического процесса изготовления поковки для последующей механической обработки в соответствии с геометрией и указанными размерами.



Практическая работа № 23.

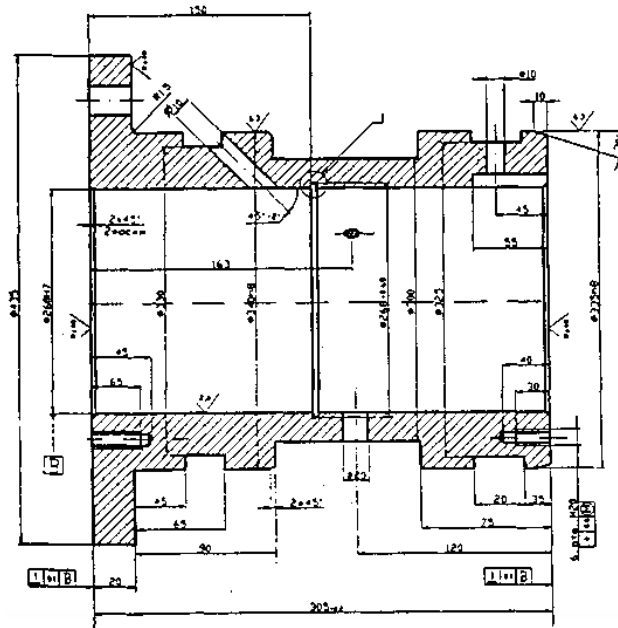
1. Перечислите специальные виды прокатки. Приведите схему прокатки шаров в стане поперечно-винтовой прокатки.
2. По чертежу готовой детали выберите инструмент и разработайте схему

технологического процесса изготовления поковки для последующей механической обработки в соответствии с геометрией и указанными размерами.



Практическая работа № 24.

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.



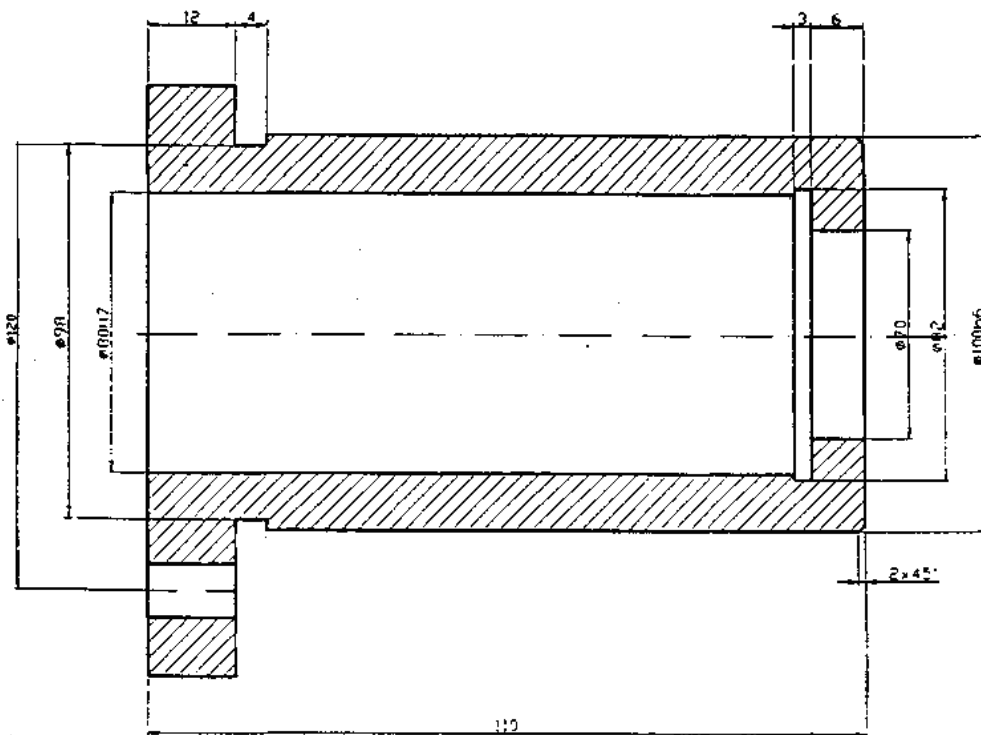
Практическая работа № 25.

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.

Перечислите методы холодной штамповки и опишите процесс холодной высадки.

1.

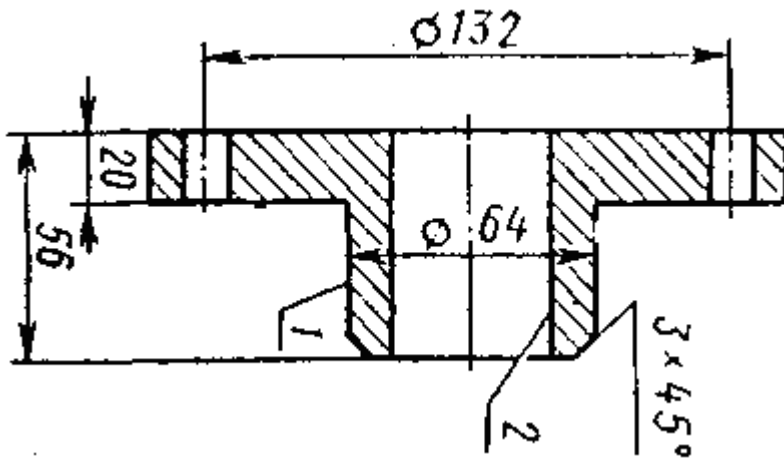
По чертежу готовой детали выберите инструмент и разработайте схему технологического процесса изготовления поковки для последующей механической обработки в соответствии с геометрией и указанными размерами.



Дайте классификацию прокатных станов по конструкции и расположению валков.

1.

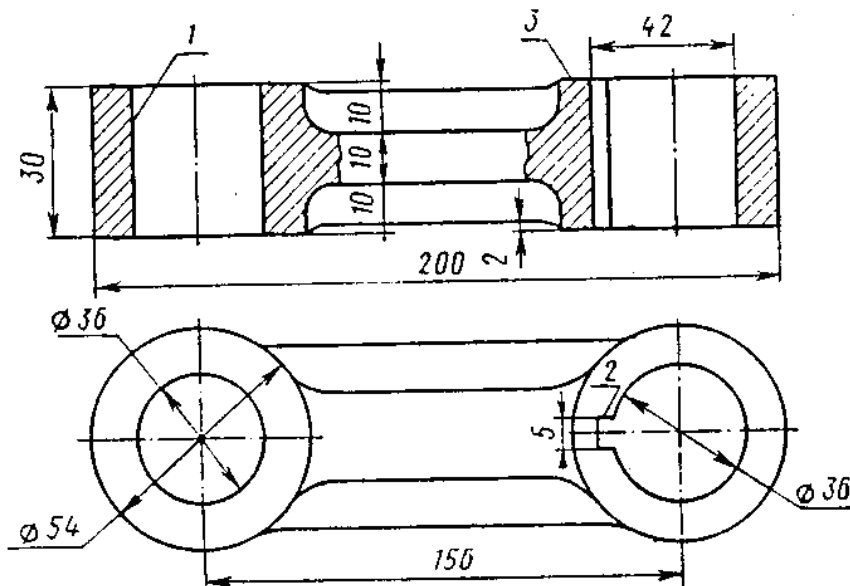
По чертежу готовой детали выберите инструмент и разработайте схему технологического процесса изготовления поковки для последующей механической обработки в соответствии с геометрией и указанными размерами.



Типы валков прокатных станков. Понятия калибра.

1.

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



Номенклатура и конструкция станов горячей прокатки.

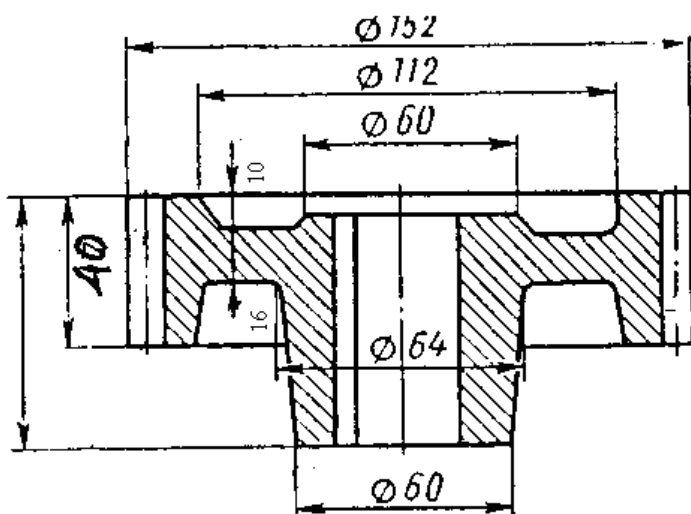
1.

По чертежу готовой детали выберите инструмент и разработайте схему технологического процесса изготовления поковки для последующей

Номенклатура и конструкция трубопрокатных станов.

1.

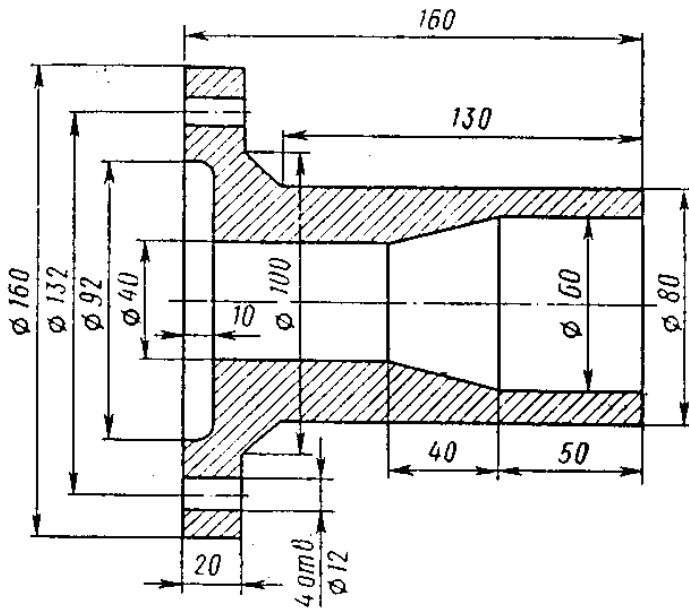
По чертежу готовой детали выберите инструмент и разработайте схему технологического процесса изготовления поковки для последующей механической обработки в соответствии с геометрией и указанными размерами.



1. Технология прокатки колес и бандажей.

2.

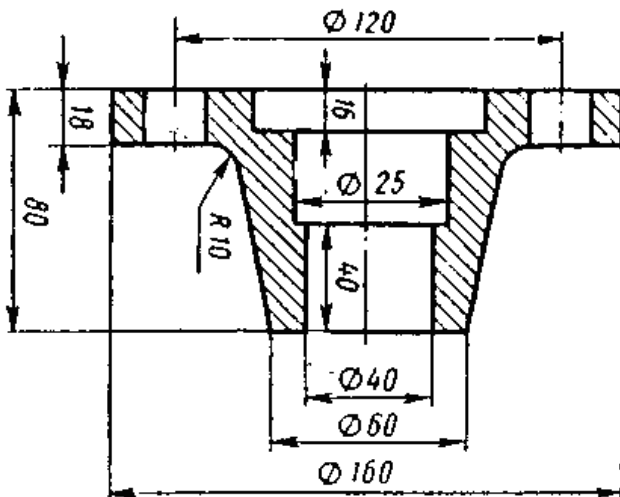
По чертежу готовой детали выберите инструмент и разработайте схему технологического процесса изготовления поковки для последующей механической обработки в соответствии с геометрией и указанными размерами.



Технология прокатки специальных профилей.

1.

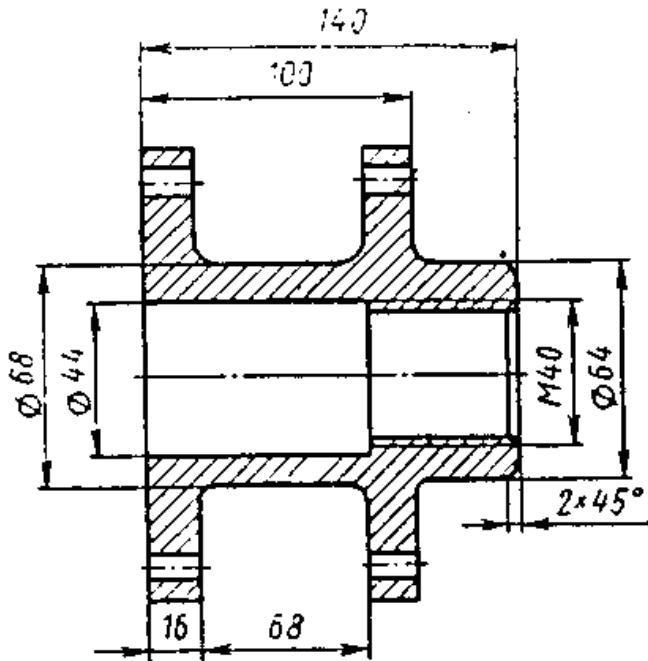
По чертежу готовой детали выберите инструмент и разработайте схему технологического процесса изготовления поковки для последующей механической обработки в соответствии с геометрией и указанными размерами.



Технология волочения и типы волочильных станов.

1.

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

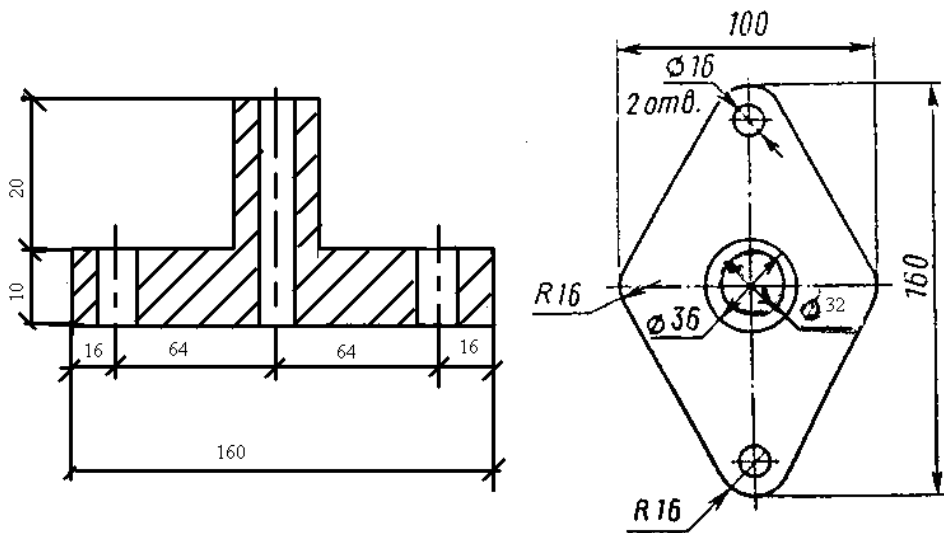


1.

Оборудование кузнечного производства.

2.

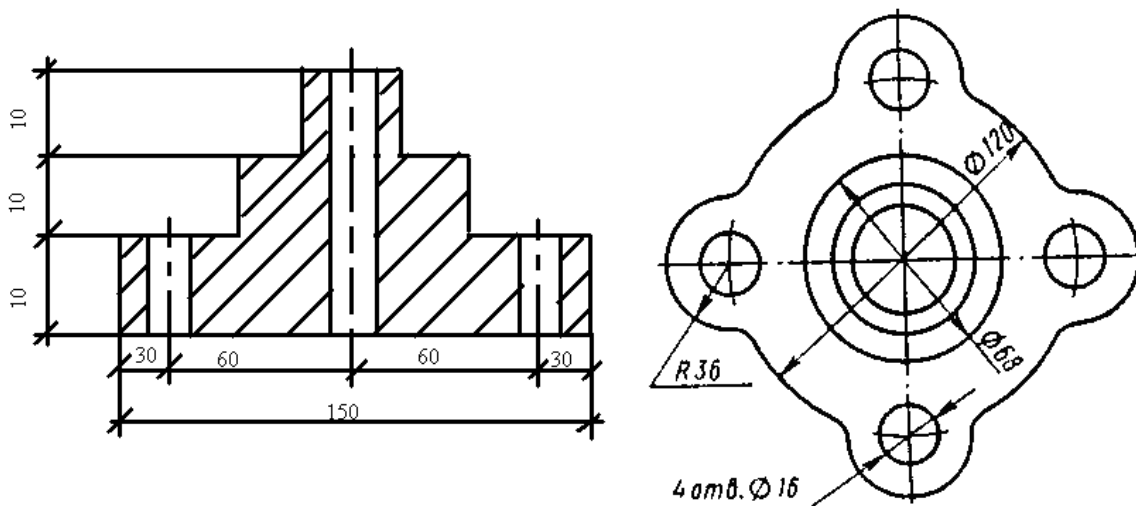
По чертежу готовой детали выберите инструмент и разработайте схему технологического процесса изготовления поковки для последующей механической обработки в соответствии с геометрией и указанными размерами.



Технология и инструмент свободнойковки.

1.

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



Список литературы, рекомендуемый к использованию по данным темам
Основная литература:

1. Колтыгин А.В. Литейное производство [Электронный ресурс]: основы ресурсо- и энергосбережения в литейном производстве. Учебное пособие/ Колтыгин А.В., Орехова А.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский Дом МИСиС, 2010.— 77 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56557.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Марукович Е.И. Литейные сплавы и технологии [Электронный ресурс]/ Марукович Е.И., Карпенко М.И.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Белорусская наука, 2012.— 443 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/29469.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. 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)

Дополнительная литература:

1. 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
2. Журавлева, Л. В. Электроматериаловедение : учебник / Л. В. Журавлева. - 3-е изд., стер. - М. : ACADEMIA, 2004. - 312 с. - (Профессиональное образование). - Библиогр.: с. 309. - ISBN 5-7695-1548-1
3. Назаров, Г. И. Конструкционные материалы : справочник / Г. И. Назаров В. В. Сушкин Л. В. Дмитриевская? - М.: Машиностроение, 1973. - 192 с.
4. 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
5. Смирнов, В.К. Калибровка прокатных валков: Учебное пособие для вузов. Издание 2-е переработанное и дополненное / В.К. Смирнов, В.А.
6. Шилов, Ю.В. Инатович. М.:Теплотехник, 2010.
7. Целиков А.И., Никитин Г.С., Рокотян С.Е. Теория продольной прокатки.- М.: Металлургия, 1980.
8. Вусатовский З. Основы теории проткатки. - М.: Металлургия, 1972.
9. Тарновский И.Я. и др. Энергосиловые параметры прокатки цветных металлов и сплавов. - М.: Металлургия, 1975.
10. Коновалов Ю.В., Остапенко А.Л., Пономарев В.И. Расчет параметров листовой прокатки: Справочник,- М.: Металлургия, 1986.
11. Суяров Д.И., Гилевич Ф.С. Расчет оптимальных режимов при горячей прокатке широких полос на реверсивных станах. - Красноярск, 1971.
12. Теория прокатки: Справочник/А.И. Целиков, А.Д. Томленов, В.И.
13. Зюзин и др. - М.: Металлургия, 1982.

14. Гилевич Ф.С., Сидельников С.Б. Теория и технология прокатки. Задачи, алгоритмы, программы, решения: Учеб. пособие / ГАЦМиЗ.- Красноярск, 1996.
15. Прокатное производство. Учебник для вузов. 3-е изд / П.И. Полухин, Н.М. Федосов, Д.А. Хоролев, Ю.М. Матвеев М.:Металлургия, 1982.
16. Гилевич, Ф.С. Прокатное производство: Метод, указания по выполнению лабораторных работ для студентов спец. 110600 «Обработка металлов давлением» / Сост. Ф.С. Гилевич; ГАЦМиЗ:

Интернет-ресурсы:

- 1 http://www.edu.ru/index.php?page_id=6 Федеральный портал Российское образование.
- 2 <http://www.edu.ru/> "Российское образование" Федеральный портал
- 3 <http://www.edu.ru/db/portal/sites/school-page.htm>- ресурсы портала для общего образования
<http://www.school.edu.ru/default.asp>- "Российский общеобразовательный портал"

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению практических работ
по дисциплине «Технология и оборудование литейно-прокатного
производства»
для студентов очной/заочной формы обучения
направления подготовки
15.03.02 Технологические машины и оборудование

Составители

Отв. редактор

Редактор Л.Д. Бородастова

Подписано в печать

Формат 60 × 84 1/16

Уч.-изд. л. 0,4 п.л.

Усл. печ. л. 0,5 п.л.

Тираж 50 экз.

Северо-Кавказский федеральный университет

Невинномысский технологический институт (филиал)

357108, г. Невинномысск, ул. Гагарина, 1