

621.7  
Т38

3465



Министерство образования  
Республики Беларусь

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

Кафедра «Машины и технология обработки металлов  
давлением» им. С.И. Губкина

# ТЕХНОЛОГИЯ КОВКИ И ГОРЯЧЕЙ ШТАМПОВКИ

*Методические указания  
и контрольные задания*

Минск 2009

Министерство образования Республики Беларусь  
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

---

Кафедра «Машины и технология обработки металлов  
давлением» им. С.И. Губкина

## ТЕХНОЛОГИЯ КОВКИ И ГОРЯЧЕЙ ШТАМПОВКИ

Методические указания  
и контрольные задания  
для студентов специальности  
1-36 01 05 «Машины и технология обработки  
материалов давлением»

Минск 2009

УДК 621.73+621.73.043

ББК 34.623я7

Т 38

Составители:

*В.С. Карпицкий, Д.М. Иваницкий*

Рецензенты:

*В.Н. Ковалевский, И.В. Качанов*

Издание предназначено для самостоятельного изучения курса «Технологияковки и горячей штамповки» студентами заочной формы обучения и выполнения практических заданий студентами дневной формы обучения специальности 1-36 01 05 «Машины и технология обработки материалов давлением». Содержит программу курса, сведения о рекомендуемой литературе, методические контрольные задания, задания на курсовое проектирование и рекомендации по их выполнению.

## ВВЕДЕНИЕ

Основной целью издания является изучение способов изготовления поковок, операций технологических процессов, принципов конструирования поковок и штамповой оснастки. Технологияковки и горячей штамповки непрерывно развивается в соответствии с совершенствованием и прогрессом в машиностроении, в частности, в металлообработке. Изготовление заготовок и деталей ковкой и горячей штамповкой является прогрессивным и важным направлением в металлообработке, позволяет экономно расходовать материалы, достигать высокого качества выпускаемых изделий, улучшать физико-механические свойства металлов и сплавов. По производительности способ горячей штамповки является одним из самых эффективных методов металлообработки.

Знания технологииковки и горячей штамповки позволят специалисту:

- разрабатывать, планировать и организовывать технологические процессыковки и штамповки, обеспечивая получение поковок с заданными свойствами;
- выбирать оптимальные условия проведения этих процессов и управлять ими с применением средств автоматизации;
- выдвигать и обосновывать предложения по совершенствованию технологических процессов, инструмента, оборудования и внедрению новых прогрессивных технологий;
- успешно использовать современные методы анализа и контроля технологических процессов, качества материалов и готовой продукции.

Для изучения курса необходимы достаточно глубокие знания по математике, физике, материаловедению, теоретической механике, теории обработки металлов давлением, нагреву металлов и нагревательным устройствам и другим дисциплинам.

По курсу «Технологияковки и горячей штамповки» проводятся лекции, лабораторные и практические занятия, выполняются контрольное домашнее задание и курсовой проект.

# ПРОГРАММА И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

## Введение

Кузнечно-штамповочное производство в машиностроении. История развития и перспективы развития кузнечно-штамповочного производства. Назначение и эффективность получения заготовок способами горячей обработки металлов давлением. Детали машин, изготавливаемые из кованных и штампованных заготовок. Структура себестоимости поковок и способы воздействия на изменение ее составляющих.

Литература: [1], [2].

*Методические указания.* При изучении этого раздела надо обратить внимание на роль кузнечно-штамповочного производства, которое позволяет повысить производительность труда, значительно уменьшить расход материала и энергии при производстве изделий, а также повысить их качество. При изучении перспектив развития кузнечно-штамповочного производства выделить направления повышения точности заготовок, сокращения расхода материалов, увеличения производительности.

### 1. Маршрут изготовления и проектирования поковок

Технологический маршрут изготовления поковок: заготовка–полуфабрикат–поковка. Основные понятия: процесс, операция, технологический переход, формоизменяющие переходы и операции.

Технологические и конструктивные особенности основных видов универсального кузнечно-штамповочного оборудования. Конструктивные особенности инструмента. Принципы изготовления поковок ковкой и штамповкой. Способы изготовления штампованных поковок: открытая, закрытая, изотермическая, скоростная и жидкостная штамповка.

Конструирование поковок. Плоскость разъема, напуски, припуски, допуски как необходимые конструктивные элементы

поковок. Особенности назначения напусков, припусков и допусков для поковок, изготавливаемых ковкой, штамповкой на молотах, прессах и горизонтально-ковочных машинах (ГКМ). Радиусы закруглений и переходов.

Проектирование наметок под прошивку и перемычек. Возможность получения сквозных отверстий в поковках, изготавливаемых штамповкой на ГКМ. Ребра жесткости и бобышки. Технические требования к поковкам. Факторы, определяющие точность и качество поковок. Технологический отход при ковке и штамповке. Коэффициент выхода годного металла, размерная и весовая точность поковок. ГОСТы и нормалы для выбора номинальных напусков, допусков, припусков и определения технологических отходов. Способы снижения отхода металла при ковке и штамповке. Структура себестоимости поковок и способы воздействия на ее составляющие.

Принципы создания комплексных технологических процессов с замкнутым циклом изготовления поковок. Механизированное и автоматизированное производство поковок.

Литература: [1–3], [8–11].

*Методические указания.* Изучение этого раздела предполагает использование не только учебной литературы, но и стандартов. Для усвоения изучаемого материала и его систематизации необходимо составить конспект. Учитывая важность данного раздела, предъявление конспекта при сдаче экзамена является обязательным.

## **2. Материалы, заготовки. Термомеханический режим**

Материалы. Черные и цветные металлы и сплавы. Слитки, сортовой прокат и прессованные профили. Разновидности: круг, квадрат, лист, полоса, трубы, периодический прокат и специальные профили. Состояние при поставке в цех, контроль и хранение.

Заготовки. Разделка слитков и проката на заготовки, газовая резка, резка пилами, кузнечная рубка, холодная ломка,

рубка на пресс-ножницах и в штампах; электрические способы. Открытая, полужакрытая рубка заготовки. Разделка в штампах с дифференцированным зажимом, подпором в торец заготовки, в сочетании с радиальным обжатием прутка. Геометрическая и весовая точность заготовок. Требования, предъявляемые к заготовкам. Дозирование заготовок по весу и объему.

Термомеханический режим. Факторы, предопределяющие пластические свойства металла при горячей обработке. Способы оценки ковкости материалов. Оптимальный температурный и скоростной режим обработки черных и цветных металлов. Влияние химического состава металла на температурный и скоростной режим обработки. Критическая деформация. Влияние технологических параметров обработки на свойства и качество поковок. Повышение долговечности и прочности деталей посредством обеспечения заданной анизотропии свойств металла. Понятия о высокоскоростной и изотермической обработке. Обработка в условиях сверхпластичности металлов.

Литература: [1–6].

*Методические указания.* При изучении темы надлежит получить отчетливое представление о требованиях, предъявляемых к металлам и сплавам, подвергаемым ковке и горячей штамповке, уяснить необходимость применения различных по виду и форме заготовок при изготовлении поковок. Уяснить, почему ковка и штамповка поковок выполняются в основном в условиях горячей деформации. Обратит внимание на различие оптимального и технологически необходимого интервалов горячей штамповки иковки. Изучить методику определения температурного интервала штамповки поковок. Уметь обосновать необходимость применения изотермической и высокоскоростной штамповки.

### 3. Ковка

Сущность, назначение и область применения. Преимущества и недостаткиковки. Основные и вспомогательные операцииковки: осадка, высадка, протяжка, биллетировка, раскатка,

прошивка, гибка, скручивание, правка, рубка, обрезка, выруб-ка, сварка. Инструмент и оборудование. Разработка технологического процесса. Расчет размеров исходной заготовки. Определение усилий деформирования по переходам и выбор параметров оборудования.

Литература: [1–6], [16].

*Методические указания.* После изучения этого раздела уметь обосновать необходимость использованияковки для изготовления поковок, понимать сущность основных кузнечных операций, различные комбинации, которые дают в своей совокупности возможность изготовления различных по форме и размерам поковок. Для усвоения материала темы полезным является ознакомление со стандартом на инструмент кузнечный [17]. Уяснить особенности расчета усилия оборудования при ковке.

#### **4. Штамповка на молотах**

Сущность, назначение и область применения. Преимущества и недостатки. Оборудование, штампы и инструмент. Штамповочные переходы (ручьи): окончательный (чистовой), предварительный (черновой), предварительно-заготовительный. Заготовительные переходы: протяжной, подкатной, пережимной, формовочный, гибочный, осадочный, площадка для расплющивания, отрубной нож, специальные переходы.

Выбор переходов штамповки для поковок с удлиненной осью. Расчетная заготовка и эпюра сечений. Элементарная и сложная расчетная заготовка. Способы приведения сложных расчетных заготовок к элементарным. Номограмма для выбора заготовительных переходов для штамповки поковок с удлиненной осью и утолщениями. Особенности выбора переходов штамповки для поковок с развилинами и отростками. Случаи применения предварительно-заготовительного и предварительного ручьев.

Штамповка от прутка, из штучной заготовки, с поворотом, многоштучная с рядным и «валетным» расположением ручьев. Диаграмма пределов применения вариантов штамповки.



Выбор переходов штамповки для поковок круглых, квадратных и близких к ним в плане. Переходы штамповки поковок типа вилок и крестовин, поковок смешанной и комбинированной конфигурации. Штамповка поковок на молоте с применением предварительно фасонированной заготовки на специальном оборудовании.

Конструирование молотовых штампов. Расположение ручьев в молотовом штампе. Определение толщины стенок и необходимой площади соударения молотового штампа. Уравновешивание сдвигающих усилий и направляющие молотовых штампов. Элементы крепления штампа на молоте. Выбор материала и заготовки для штампа. Термообработка штампов.

Разработка технологического процесса штамповки поковок на молоте. Выбор типа, формы и размеров заготовки. Расчет и выбор параметров штамповочного молота. Технологическая карта. Типовые технологические процессы.

Литература: [1–4], [10–11].

*Методические указания.* Изучив материал этого раздела, студент должен уметь обосновывать целесообразность применения молотовой штамповки, овладеть основными принципами выбора заготовительных ручьев и конструирования штампа. Обратит внимание на характер течения металла и стадии оформления поковки в окончательном открытом ручье.

## 5. Штамповка на прессах

Сущность процесса, назначение, область применения, преимущества и недостатки. Особенности штамповки поковки на прессах и влияние их на конструкцию штампа. Штамповка в закрытых ручьях. Выдавливание.

Переходы штамповки и ручьи штампов кривошипных горячештамповочных прессов (КГШП). Штамповочные переходы (ручьи): окончательный, предварительный и предварительно-заготовительный. Открытые и закрытые ручьи. Заготовительные переходы: пережимные, формовочные, гибочные, для осадки и высадки.

Выбор переходов штамповки. Разработка технологического процесса. Выбор переходов штамповки для поковок с удлиненной осью, круглых, квадратных и близких к ним в плане, с осесимметричными стержнями, смешанной и комбинированной конфигурации. Многошпунтовая штамповка. Использование при штамповке на прессах предварительно-фасонированной заготовки, полученной прокаткой, электровысадкой, радиальным обжатием и т.д. Выдавливание в закрытых штампах с разъемными матрицами. Расчет размеров исходных заготовок. Особенности расчета размеров исходной заготовки для поковок, штампуемых в открытых и закрытых ручьях, с использованием выдавливания.

Конструкция штампов КГШП. Выбор материала и размеров штамповых вставок. Повышение стойкости штампов КГШП.

Специфика выбора переходов и конструирования штампов гидравлических, фрикционных, и других прессов. Выбор параметров оборудования.

Литература: [1–3], [5], [7–11].

*Методические указания.* Изучая раздел, необходимо создать ясное представление об особенностях течения металла и конструкции штампов КГШП. Обратит особое внимание на возможность изготовления поковок на КГШП методами выдавливания в разъемных матрицах, более широкого применения закрытой штамповки и предварительно фасонированной заготовки. Уяснить, в чем преимущество штамповки на КГШП, почему штамповочные уклоны могут быть меньшими по сравнению со штамповкой поковок на молотах. За счет чего повышается производительность процесса и качество поковок.

## **6. Штамповка на горизонтально-ковочных машинах (ГКМ)**

Сущность процесса, назначение и область применения. Преимущества и недостатки штамповки на ГКМ. Разработка чертежа поковки и переходы (ручьи) штамповки на ГКМ: набортные, штамповочные (формовочные), прошивные, формовочно-

прошивные, просечные, обрезные, отрезные, пережимные и специальные. Основные правила при разработке технологии штамповки поковок на ГКМ. Конструктивные особенности штампов ГКМ.

Выбор переходов штамповки на ГКМ. Расчет количества наборных и прошивных переходов.

Разработка технологического процесса для изготовления поковок типа стержня с утолщением, колец, втулок и труб. Определение исходных заготовок. Типовые технологические процессы.

Расчет усилий штамповки по переходам. Выбор параметров оборудования. Определение номинального усилия ГКМ.

Литература: [1], [5], [10–11].

*Методические указания.* При изучении материала данного раздела необходимо твердо усвоить сущность штамповки, преимущества, недостатки и основные правила при разработке технологии штамповки поковок на ГКМ. Уметь выбрать заготовку и безошибочно обосновать необходимость применения тех или иных переходов (ручьев) при штамповке поковок. Обратить внимание на особенности конструирования штампов и повышение их стойкости. Уяснить, что такое «набор металла». Какие преимущества набора металла в пуансонах с конической полостью, в каких случаях для фиксации прутка применяют передний и задний упоры или упор – клещи, в чем преимущество применения вставок, в каких случаях применяют скользящие матрицы, как определяют размеры штампа ГКМ.

## **7. Изготовление полуфабрикатов и поковок на специализированных машинах**

Радиальное обжатие. Сущность, назначение и область применения. Преимущества и недостатки. Инструмент и оборудование для радиального обжатия.

Электровысадка. Сущность, назначение и область применения. Преимущества и недостатки. Инструмент и оборудование.

Штамповка поковок на горячештамповочных автоматах. Сущность, преимущества и недостатки. Назначение и область применения. Переходы штамповки на автоматах. Конструктивные особенности штампов и оборудования для автоматической штамповки.

Изготовление полуфабрикатов и поковок методами прокатки. Вальцовка заготовок и изготовление поковок на ковочных вальцах. Поперечно-клиновая прокатка заготовок. Изготовление изделий на станах продольно-винтовой прокатки. Накатка зубьев шестерен и звездочек. Раскатка колец. Накатка на валах шлицев.

Литература: [1–3], [5], [9].

*Методические указания.* Изучив данный раздел, уметь твердо обосновать целесообразность применения специальных способов и машин для изготовления поковок и полуфабрикатов, уяснить особенность формообразования изделий при радиальном обжатии, электровысадке, штамповке на автоматах, прокатке и вальцовке заготовок, накатке зубьев и шлицев, раскатке колец. Учитывая недостаточный объем материала, излагаемого в учебно-методической литературе по данному разделу, большое внимание в установочных лекциях уделяется производству деталей зубчатых зацеплений.

## **8. Завершающие и отделочные операции**

Холодная и горячая обрезка облоя и пробивка сквозных полостей в поковках. Конструкция штампов, матриц и пуансонов. Комбинированная обрезка, пробивка и правка. Выбор параметров технологического оборудования.

Правка и калибровка поковок. Сущность процесса. Выбор параметров оборудования.

Очистка поковок от окалины. Способы очистки и их эффективность.

Литература: [1–3], [5], [10].

*Методические указания.* При изучении материала уяснить необходимость применения и совершенствования операций

обрезки облоя, правки и калибровки поковок, а также очистки их от окалины. Установить влияние этих операций на качество поковок. Обратить внимание на необходимость тщательной разработки параметров указанных операций.

## **9. Технический контроль поковок**

Дефекты поковок, способы их обнаружения и устранения. Организация работы в кузнечно-штамповочном производстве по управлению качеством продукции. Контрольные приспособления и измерительный инструмент. Рентгеновская, магнитная, ультразвуковая и люминисцентная дефектоскопия. Усовершенствование технологии и стабилизация технологических параметров – эффективные способы устранения брака.

Литература: [1], [3], [5].

*Методические указания.* При изучении возможных дефектов поковок необходимо обратить внимание на их связь с недостаточным совершенством некоторых операций по изготовлению поковок. Следует учесть, что методы контроля тесно связаны с характером технологических процессов: для крупносерийного и массового производства методы контроля иные, чем для мелкосерийного. Твердо определить основные направления повышения качества поковок.

## **Заключение**

Технико-экономическая характеристика кузнечно-штамповочного производства (КШП). Методика анализа технико-экономического уровня КШП и методика выбора оптимального варианта технологического процесса.

Литература: [1–3].

*Методические указания.* Изучение этой темы предполагает овладение методологией анализа кузнечно-штамповочных производств, выбора оптимальных технологических процессов изготовления поковок и твердое усвоение основных направлений совершенствования КШП.

## Лабораторные работы

Лабораторные работы имеют целью привить студентам навыки экспериментирования и обработки результатов исследований, позволяют им ознакомиться с влиянием различных технологических факторов на деформацию металла при ковке и штамповке поковок.

Темы лабораторных работ следующие.

1. Исследование формоизменения заготовок при осадке.
2. Изучение продольной и поперечной деформации при кузнечной вытяжке.
3. Исследование процесса прошивки заготовок.
4. Изучение роли заусенечной канавки при открытой штамповке.
5. Определение усилий открытой и закрытой штамповки.
6. Исследование течения металла и силовых параметров при выдавливании.
7. Расчет наборных переходов при штамповке поковок на ГКМ. Каждая работа состоит из следующих этапов:
  - ознакомление и подготовка по методическим указаниям;
  - выполнение теоретических расчетов;
  - ознакомление с оборудованием и инструментом;
  - проведение экспериментальных исследований;
  - обработка результатов экспериментов;
  - анализ результатов и выводы.

## Курсовой проект

Курсовой проект имеет целью привить студенту практические навыки разработки технологических процессов изготовления штампованных поковок и конструирования штампов. Методические указания по выполнению курсового проекта содержатся в [12]. По предлагаемому кафедрой варианту курсового проекта необходимо:

- 1) разработать чертеж поковки;
- 2) выбрать вид и рассчитать размеры заготовки, установить способ ее отрезки и подобрать оборудование;
- 3) определить переходы штамповки поковки и рассчитать основные размеры ручьев;
- 4) установить температурный режим штамповки и способ нагрева, подобрать нагревательное оборудование;
- 5) наметить расположение ручьев, расстояние между ними и определить габариты штампа;
- 6) при необходимости использования предварительно фасонированной заготовки, получаемой на ковочных вальцах или поперечно-клиновой прокаткой, рассчитать основные параметры формоизменения заготовки;
- 7) рассчитать необходимое технологическое усилие штамповки и подобрать оборудование;
- 8) определить основные технологические параметры завершающих операций производства поковки (обрезки облоя и прошивки отверстия, правки, калибровки, очистки от окалин) и подобрать соответствующее оборудование;
- 9) разработать мероприятия, подобрать инструмент, приборы и оборудование для контроля качества поковок;
- 10) выполнить чертежи детали, холодной и горячей поковки, переходов штамповки, штампов, основных формообразующих деталей штампов, в том числе, в случае необходимости, инструмента ковочных вальцев, штампа для обрезки облоя, правки и калибровки. Общий объем графической работы не должен превышать 4 листов формата А1;
- 11) разработать мероприятия по механизации и автоматизации процесса штамповки, улучшению условий труда и технике безопасности;
- 12) составить технологическую карту;
- 13) составить пояснительную записку.

*Примечание:* курсовой проект должен быть выполнен в соответствии с действующими в Республике Беларусь стандартами.

## Контрольное задание

В процессе изучения курса «Технологияковки и горячей штамповки» студент должен выполнить контрольную работу. Номер варианта соответствует сумме последних двух цифр шифра студента.

Контрольное задание выполняется в отдельной тетрадке, на обложке которой указываются предмет и номер задания, а также фамилия и инициалы, шифр, курс и домашний адрес. На страницах должны быть оставлены поля для замечаний рецензента. Графические построения выполняются на отдельных листах миллиметровой бумаги, которые вшиваются в тетрадь.

В начале тетради приводится содержание варианта задания, решения и расчеты по каждому вопросу задания приводятся последовательно.

При использовании литературных данных указывается порядковый номер литературного источника (в прямых скобках) и страницы. Перечень использованной при выполнении контрольного задания литературы дается в конце работы.

В тех случаях, когда студент либо совсем не может решить вопрос контрольного задания, либо сомневается в правильности его решения, он должен изложить свои соображения со ссылкой на литературу.



# ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНОГО ЗАДАНИЯ

## Вариант 1

1. В каких случаях при изготовлении заготовок деталей машин используют ковку?

2. Разработать чертежи штампованной поковки (холодной и горячей) для детали «Втулка» (рис. 1).

3. Выбрать тип и определить размеры заусенечной канавки при открытой штамповке на КГШП поковки, разработанной по п. 2.

4. Рассчитать для данной поковки усилие штамповки и выбрать штамповочное оборудование. Привести его техническую характеристику.

5. Типы обрезных штампов, применяемые для выполнения операций обрезки облоя и пробивки перемычки. Привести схему комбинированного штампа, дать описание его конструкции и принципа действия.

## Вариант 2

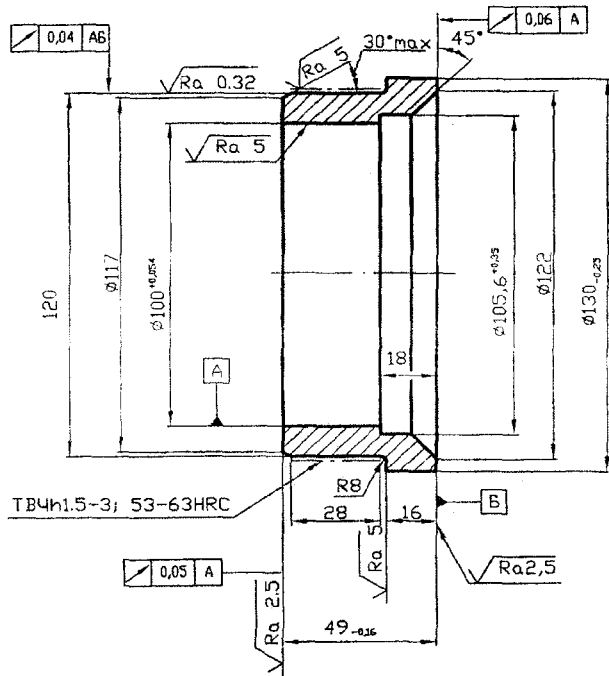
1. Сущность процессаковки, его преимущества и недостатки.

2. Разработать чертежи штампованной поковки (холодной и горячей) для детали «Шестерня» (рис. 2).

3. Определить вид и размеры заготовки для изготовления данной поковки.

4. Особенности разработки техпроцесса штамповки повок на ГКМ.

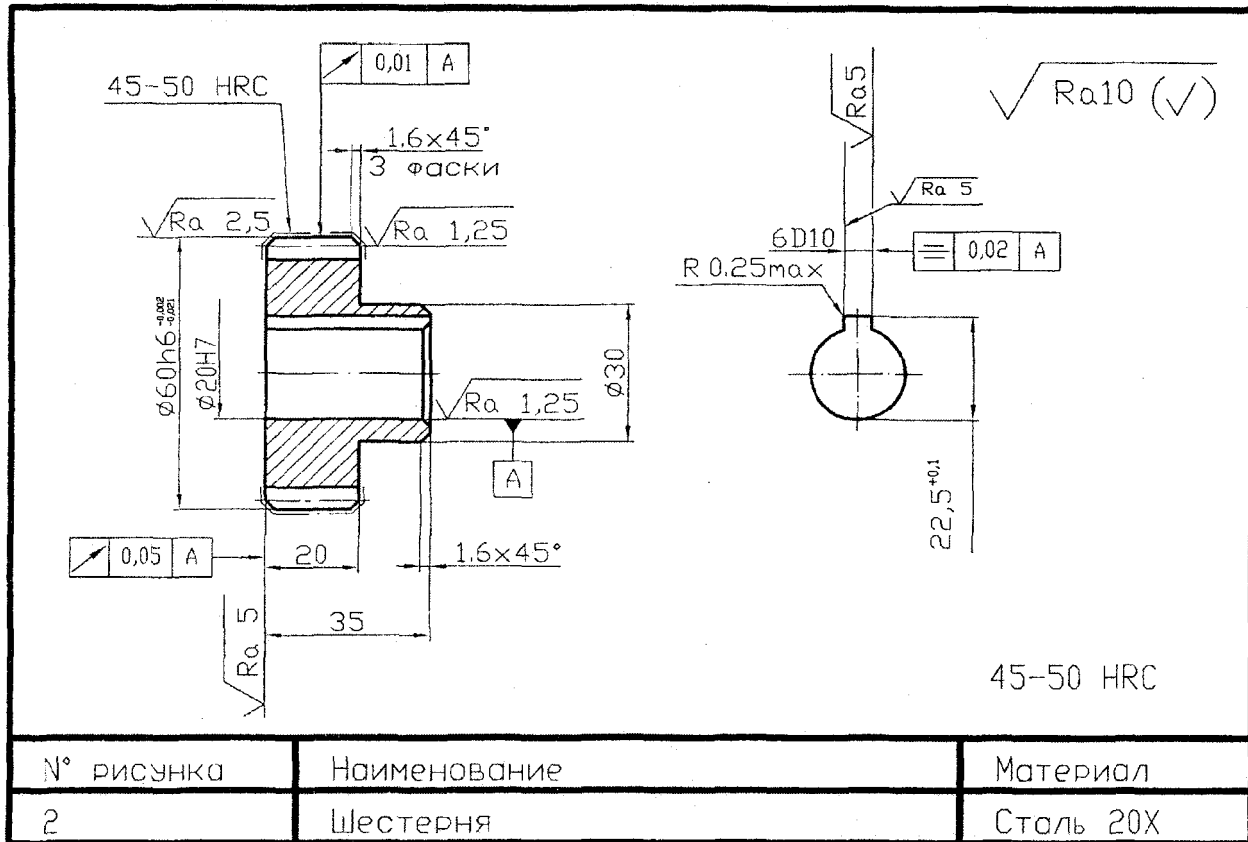
5. Материалы и заготовки, применяемые дляковки и горячей штамповки.



$\sqrt{Ra40}$  (✓)

241-285 HB

№ рисунка	Наименование	Материал
1	Втулка	Сталь 40



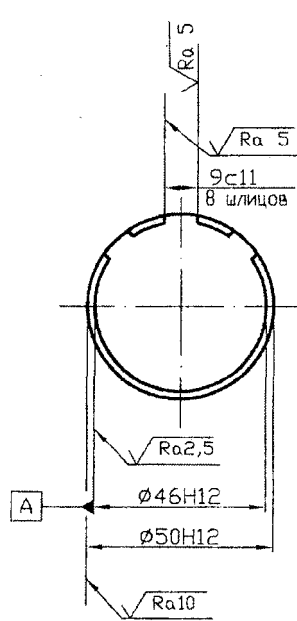
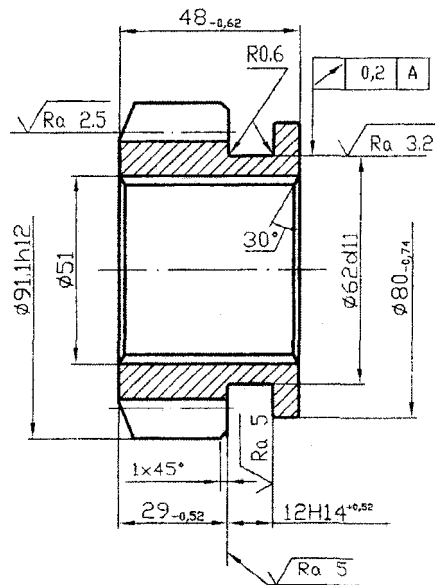
### Вариант 3

1. Способы безотходной резки сортового проката на пресс-ножницах.
2. Разработать чертежи штампованной поковки (холодной и горячей) для детали «Вал-шестерня» (рис. 3).
3. Рассчитать усилие штамповки в формовочном ручье штампа ГKM при изготовлении указанной поковки и выбрать по соответствующим параметрам ГKM.
4. Определить размеры заготовки и длину ее высаживаемой части при изготовлении поковки по п. 2.
5. Способы очистки поковок от окалины.

### Вариант 4

1. Способы безотходной резки сортового проката в штампах.
2. Разработать чертежи штампованной поковки (холодной и горячей) для детали «Шестерня подвижная» (рис. 4).
3. Определить вид и число переходов штамповки при изготовлении данной поковки. Привести эскизы переходов штамповки.
4. Определить способ нагрева заготовки, установить температурный интервал штамповки и вид нагревательного устройства при изготовлении поковки по п. 2. Привести техническую характеристику выбранного нагревательного устройства.
5. Способы накатки зубьев шестерен.





$\sqrt{Ra20} (\checkmark)$

57-64 HRC

№ рисунка	Наименование	Материал
4	Шестерня подвижная	Сталь 25ХГТ

## Вариант 5

1. В каких случаях целесообразно применять штамповку поковок на молотах.

2. Разработать чертежи штампованной поковки (холодной и горячей) для детали «Вал-шестерня» (рис. 5).

3. Определить вид и размеры заготовки для изготовления данной поковки.

4. Определить вид и число переходов штамповки при изготовлении данной поковки. Привести эскизы переходов штамповки с простановкой соответствующих размеров.

5. Описать основные принципы конструирования молотового штампа.

## Вариант 6

1. Описать методику определения вида и числа заготовительных переходов при штамповке поковок с удлиненной осью и утолщениями на ГКМ.

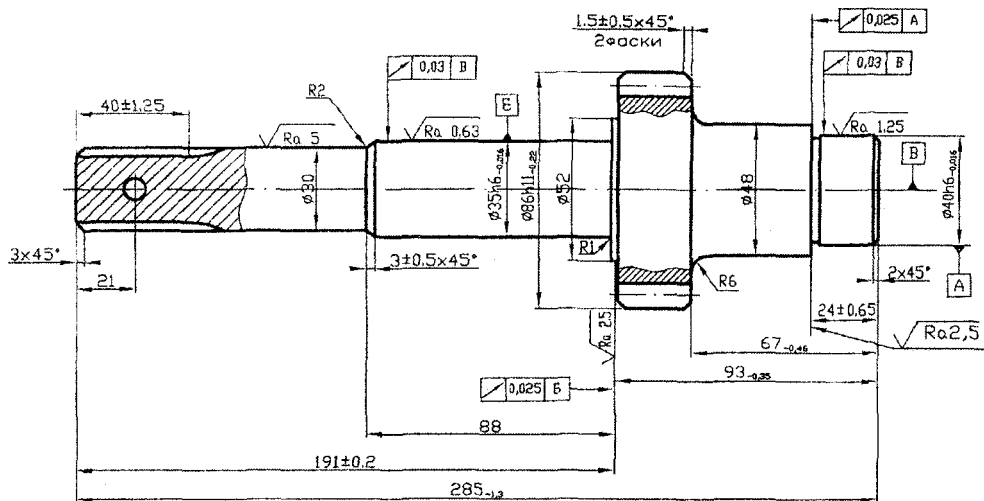
2. Выбрать способ штамповки и разработать чертежи штампованной поковки (холодной и горячей) для детали «Втулка» (рис. 6).

3. Определить вид и размеры заготовки при изготовлении данной поковки.

4. Рассчитать усилие штамповки и выбрать соответствующее штамповочное оборудование. Привести его техническую характеристику.

5. Способы калибровки поковок.

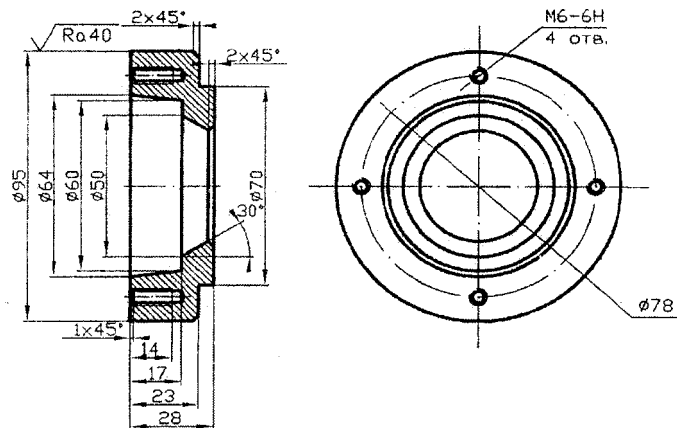
$\sqrt{Ra_{20}} (\checkmark)$



156-229 HB

№ рисунка	Наименование	Материал
5	Вал-шестерня	Сталь 18ХГТ



$\sqrt{Ra20(\checkmark)}$ 


241-285 HB

N° рисунка	Наименование	Материал
6	Втулка	Сталь 45

## В а р и а н т 7

1. Особенности штамповки поковок на КГШП. Конструктивные особенности штампов КГШП в отличие от молотовых.

2. Разработать чертежи штампованной поковки (холодной и горячей) для детали «Крышка» (рис. 7).

3. Установить способ нагрева заготовки при изготовлении данной поковки, температурный интервал штамповки и вид нагревательного устройства с приведением его технической характеристики.

4. Рассчитать усилие обрезки облоя и пробивки перемычки при изготовлении поковки по п. 2.

5. Способы уравнивания сдвигающих усилий в штампах.

## В а р и а н т 8

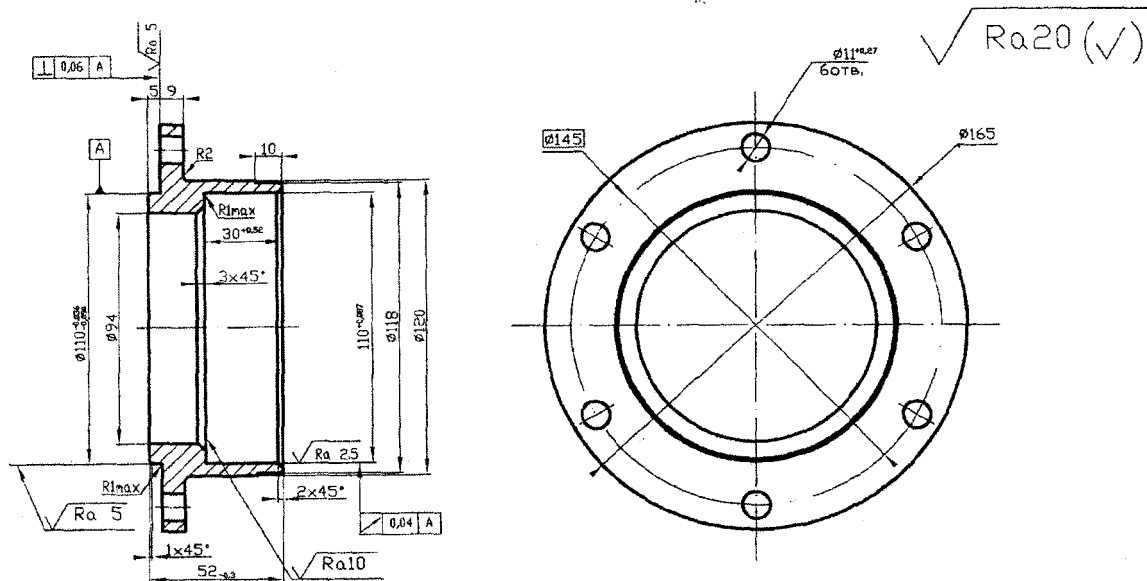
1. Ручьи молотовых штампов.

2. Выбрать способ штамповки и разработать чертежи штампованной поковки (холодной и горячей) для детали «Шестерня промежуточная» (рис. 8).

3. Определить вид и размеры заготовки при изготовлении данной поковки.

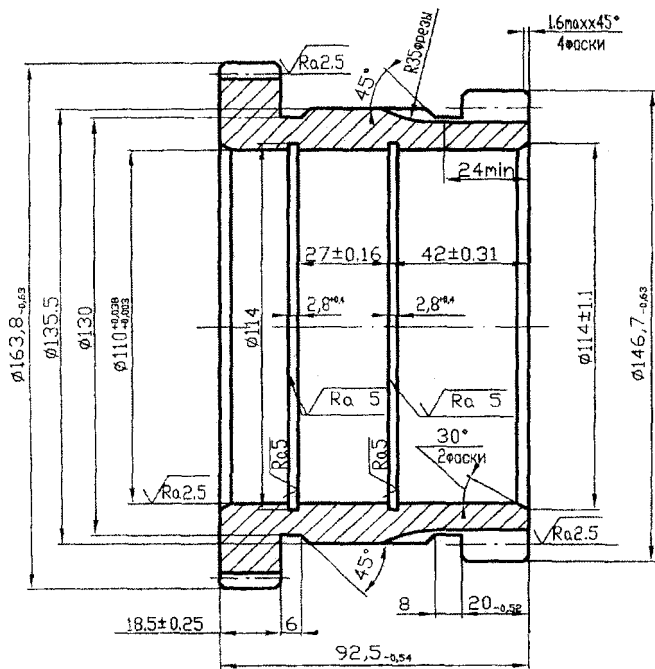
4. Штампы для выполнения отделочных операций (обрезки облоя, пробивки перемычки, правки, калибровки). Привести схему штампа совмещенного действия, дать описание его конструкции и принципа работы.

5. Поперечная, поперечно-винтовая и поперечно-клиновья прокатка заготовок и поковок.



241-285 HB

№ рисунка	Наименование	Материал
7	Крышка	Сталь 35



$\sqrt{Ra 20}$  (✓)

156-229 НВ

№ рисунка	Наименование	Материал
8	Шестерня промежуточная	Сталь 25ХГТ

## Вариант 9

1. Сущность закрытой штамповки поковок на КГШП, преимущества и недостатки.

2. Разработать чертежи штампованной поковки (холодной и горячей) для детали «Рычаг» (рис. 9).

3. Определить вид и размеры заготовки для изготовления данной поковки. Установить количество переходов вальцовки заготовки и рассчитать размеры заготовки по переходам.

4. Основные принципы конструирования наместок под отверстия в штампованных поковках.

5. Инструмент, применяемый при ковке поковок.

## Вариант 10

1. Вальцовка заготовок. Обосновать целесообразность применения данного способа.

2. Разработать чертежи штампованной поковки (холодной и горячей) в открытых штампах на КГШП для детали «Крышка» (рис. 10).

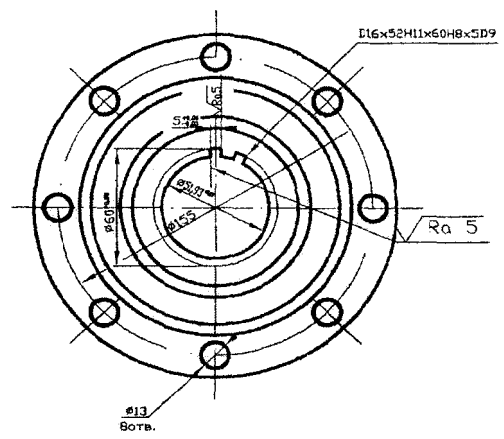
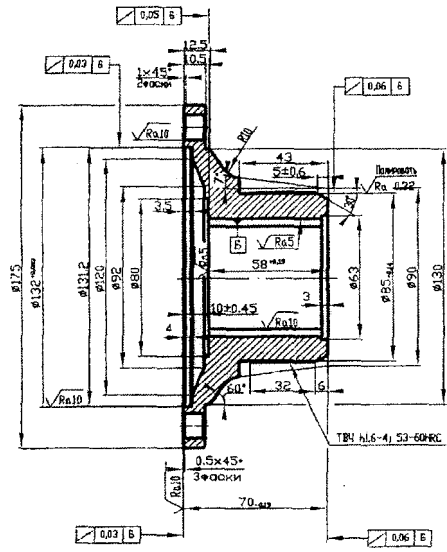
3. Рассчитать усилие обрезки облоя и пробивки перемычки, выбрать обрезной пресс и привести его техническую характеристику.

4. Смазка ручьев штампа при изготовлении поковок.

5. Штамповка поковок с применением ТМО.



√ Ra20 (√)



156-229 НВ

№ рисунка	Наименование	Материал
10	Крышка	Сталь 25ХГТ

## Вариант 11

1. Завершающие и отделочные операции при изготовлении штампованных поковок.

2. Разработать чертежи штампованной поковки (холодной и горячей) для детали «Вал» (рис. 11).

3. Определить вид и размеры заготовки для изготовления данной поковки.

4. Способы повышения точности штампованных поковок.

5. Основные принципы изготовления поковок на горячештамповочных автоматах.

## Вариант 12

1. Основные этапы разработки техпроцесса штамповки поковок.

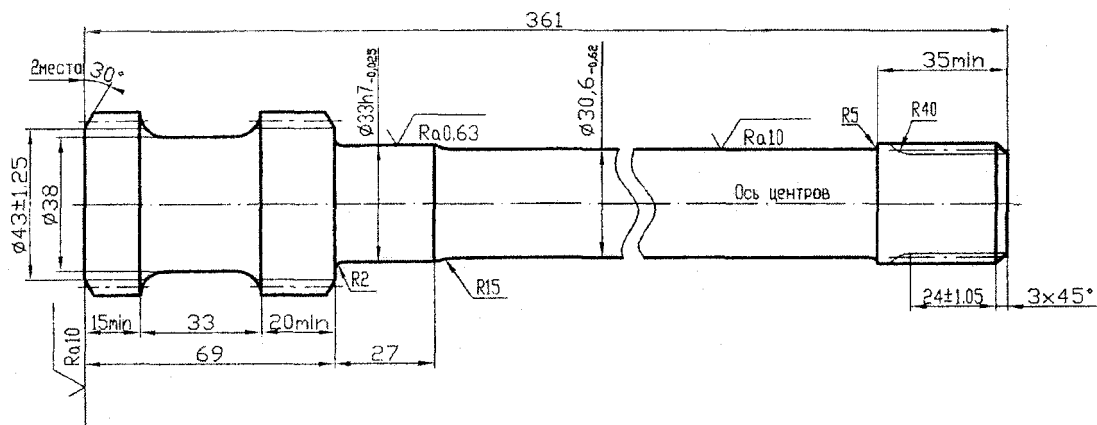
2. Выработать более рациональный способ штамповки и разработать чертежи штампованной поковки (холодной и горячей) для детали «Шестерня» (рис. 12).

3. Определить вид и размеры заготовки для изготовления данной поковки. Установить температурный интервал штамповки и вид нагревательного устройства. Привести его техническую характеристику.

4. Преимущества и недостатки безоблойной штамповки поковок.

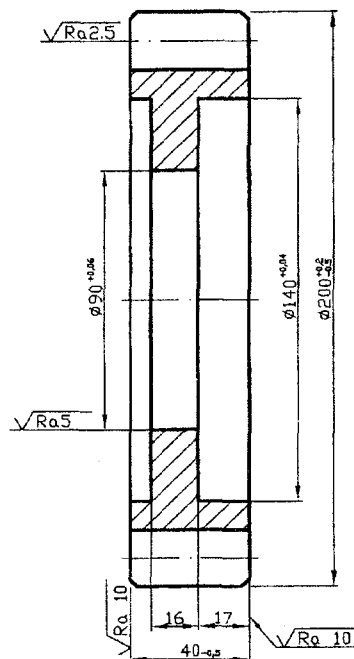
5. Заготовительные ручки молотовых штампов.



$\sqrt{Ra20}$  (✓)


40-45 HRC

№ рисунка	Наименование	Материал
11	Вал	Сталь 40ХН



$\sqrt{Ra20(\checkmark)}$

187-217 HB

N° рисунка	Наименование	Материал
12	Шестерня	Сталь 40

## Вариант 13

1. Типы и роль заусенечной канавки при штамповке поковок в открытых штампах на КТШП.

2. Разработать чертежи штампованной поковки (холодной и горячей) для детали «Блок шестерен» (рис. 13).

3. Рассчитать усилие штамповки при изготовлении данной поковки и выбрать необходимое штамповочное оборудование. Привести его техническую характеристику.

4. Определить переходы штамповки разработанной поковки. Привести эскизы переходов штамповки с указанием соответствующих размеров.

5. Раскатка кольцевых заготовок.

## Вариант 14

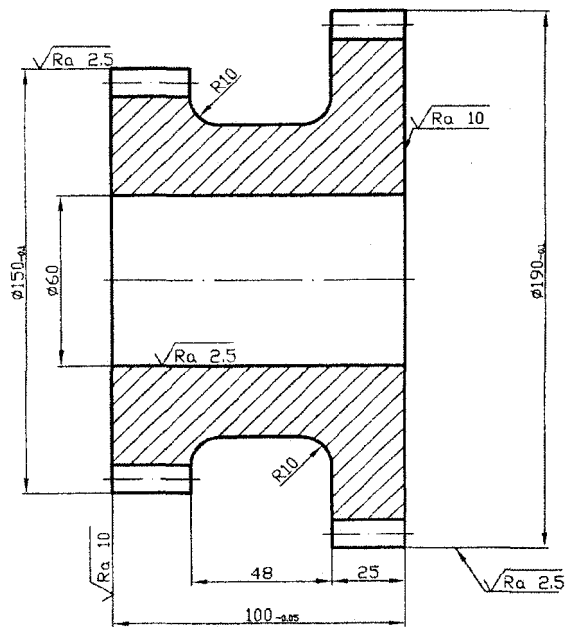
1. Правка поковок.

2. Разработать чертежи штампованной поковки (холодной и горячей) для детали «Цапфа» (рис. 14).

3. Определить вид и количество переходов штамповки с приведением соответствующих эскизов поковки по переходам.

4. Рассчитать размеры ручьев по переходам для данной поковки.

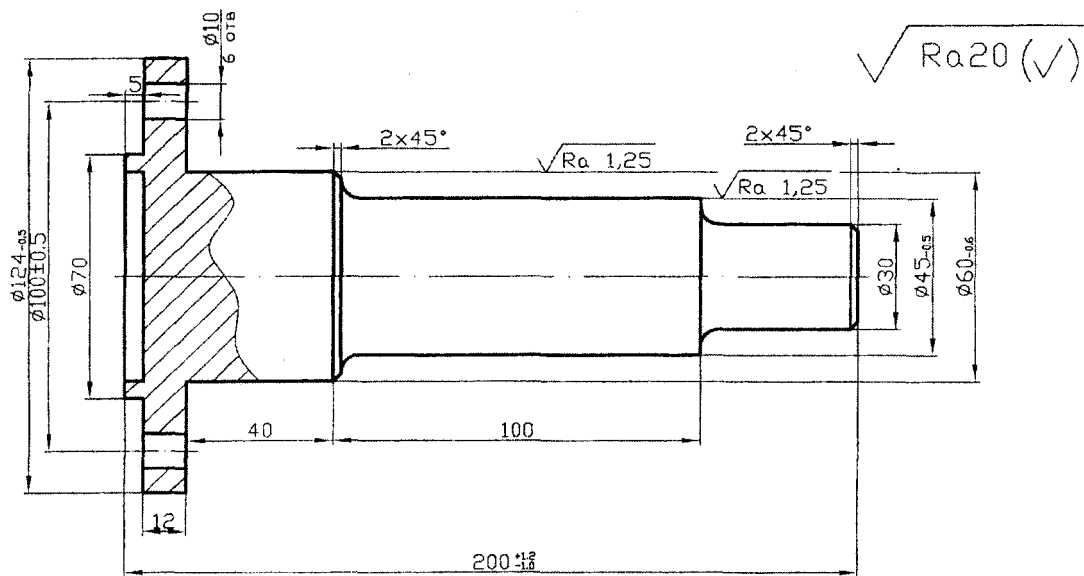
5. Ковка. Операции ковки поковок.



$\sqrt{Ra20}$  (✓)

241-285 HB

№ рисунка	Наименование	Материал
13	Блок шестерен	Сталь 25ХН3А



140-187 HB

№ рисунка	Наименование	Материал
14	Цапфа	Сталь 35

## Вариант 15

1. Принципы разработки наборных переходов при штамповке поковок на ГКМ.

2. Разработать чертежи штампованной поковки (холодной и горячей) в открытом штампе КГШП для детали «Шестерня» (рис. 15).

3. Выбрать тип и определить размеры заусенечной канавки при штамповке данной поковки.

4. Рассчитать усилие обрезки облоя и пробивки перемычки и выбрать обрезной пресс. Привести его техническую характеристику.

5. Привести схему комбинированного штампа для данной поковки, описать его конструкцию и принцип работы.

## Вариант 16

1. Особенности штамповки поковок типа колец и втулок на ГКМ.

2. Разработать чертежи поковки (холодной и горячей) штампованной в открытом штампе КГШП для детали «Шестерня» (рис. 16).

3. Определить вид и размеры заготовки для изготовления данной поковки.

4. Рассчитать усилие штамповки поковки по п. 2 и выбрать соответствующее штамповочное оборудование. Привести его техническую характеристику.

5. Электровысадка, ее преимущества и недостатки.







## Вариант 17

1. Предложить прогрессивный способ изготовления поковки для детали «Блок шестерен», изображенной на рис. 17, и разработать чертежи поковки (холодной и горячей).

2. Выбрать способ нагрева заготовки при изготовлении данной поковки, установить температурный интервал штамповки и вид нагревательного устройства. Привести его техническую характеристику.

3. Рассчитать усилие штамповки поковки по п. 1 и выбрать соответствующее оборудование. Привести его техническую характеристику.

4. Особенности штамповки поволоков на гидравлических прессах.

5. Смазка и ее роль в процессах горячей обработки металлов.

## Вариант 18

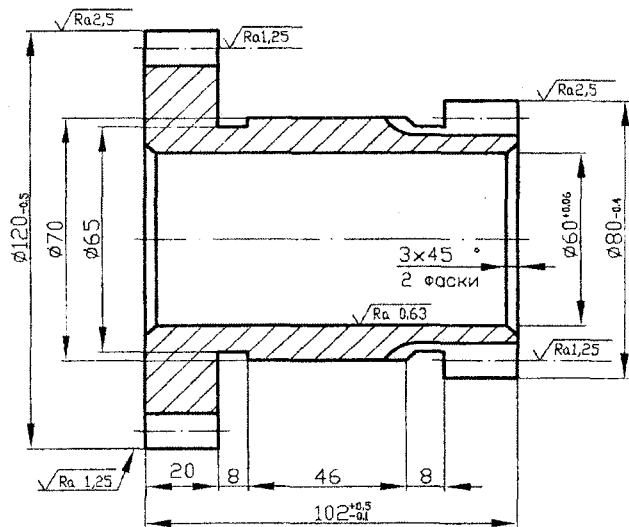
1. Методика разработки чертежа кованой поковки.

2. Разработать чертежи штампованной поковки (холодной и горячей) в открытом штампе КГШП для детали «Шестерня» (рис. 18).

3. Определить вид и размеры заготовки для изготовления данной поковки.

4. Выбрать тип и определить размеры заусеночной канавки при штамповке поковки по п. 2.

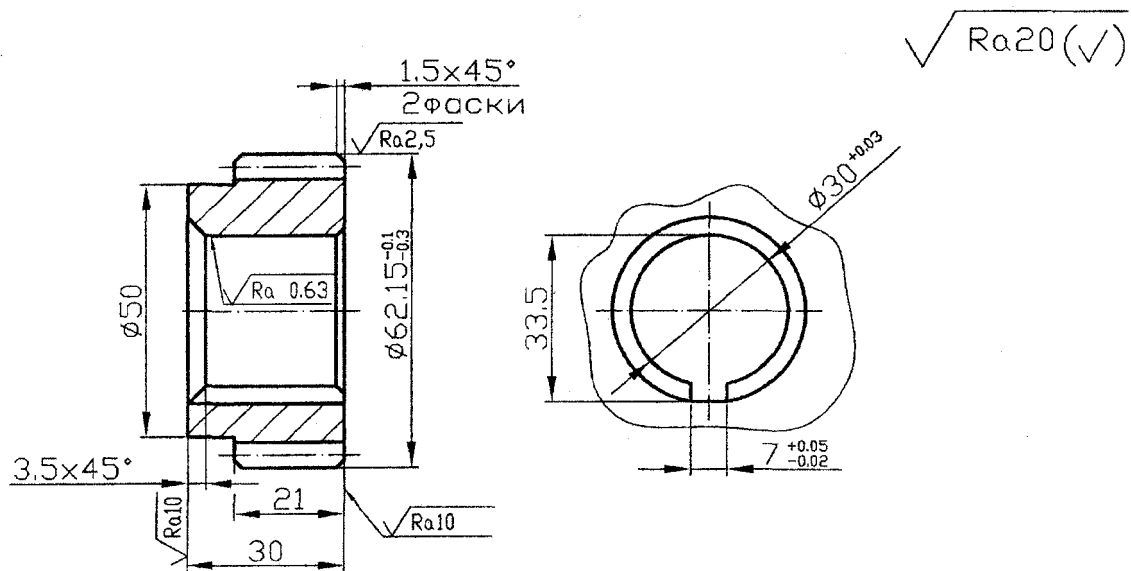
5. Рассчитать усилие обрезки облоя и пробивки перемычки и выбрать обрезной пресс. Привести его техническую характеристику.



$\sqrt{Ra20(\checkmark)}$

196-217 HB

N° рисунка	Наименование	Материал
17	Блок шестерен	Сталь 18ХГТ



187-217 HB

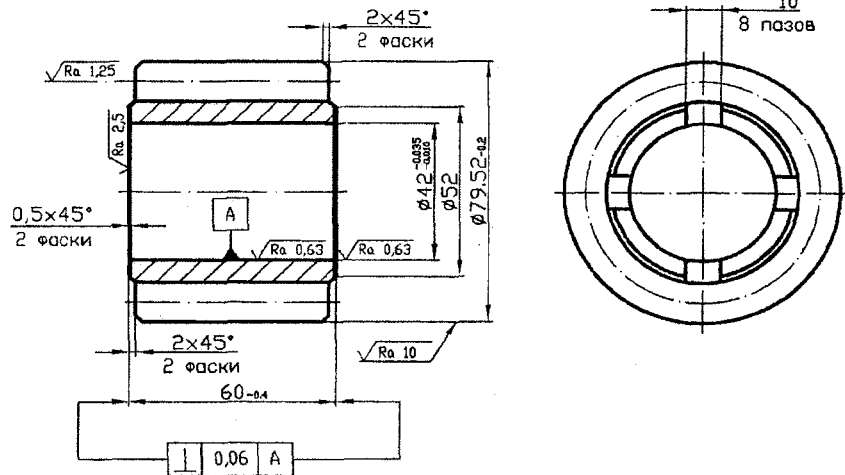
N° рисунка	Наименование	Материал
18	Шестерня	Сталь 40X

## Вариант 19

1. Система выталкивания поковки в штампах КГШП.
2. Разработать чертежи штампованной поковки (холодной и горячей) для детали «Шестерня» (рис. 19).
3. Определить вид и количество переходов штамповки данной поковки с приведением соответствующих эскизов поковки по переходам.
4. Привести общую классификацию основных ковочных операций. Протяжка, ее разновидности и область применения.
5. Конструкция и материал матриц и пуансонов обрзных штампов.

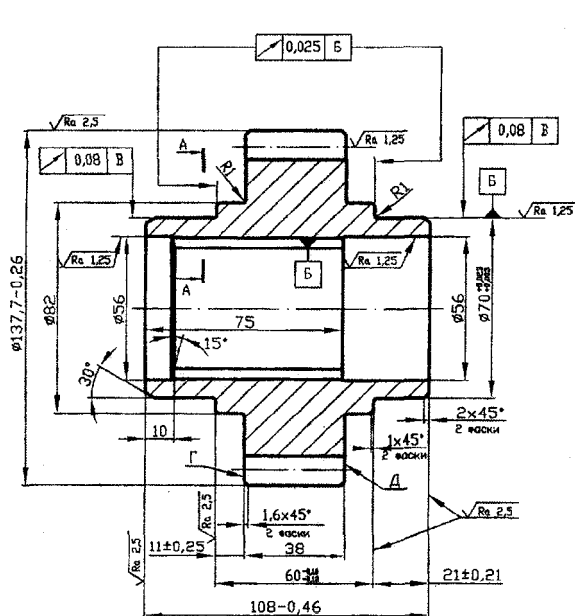
## Вариант 20

1. Конструкция штампа ГКМ.
2. Разработать чертежи штампованной поковки (холодной и горячей) для детали «Шестерня» (рис. 20).
3. Выбрать способ нагрева заготовки, установить температурный интервал штамповки, тип и параметры нагревательного устройства.
4. Рассчитать усилие штамповки и выбрать штамповочное оборудование. Привести его техническую характеристику.
5. Средства механизации и автоматизации ковочных и штамповочных операций.


 $\sqrt{Ra\ 20(\checkmark)}$ 

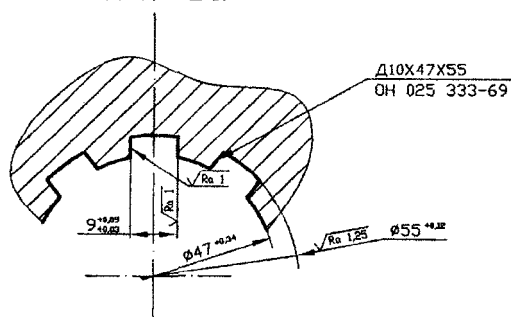
241-285 HB

N° рисунка	Наименование	Материал
19	Шестерня	Сталь 25ХГТ



$\sqrt{Ra 20}$  (✓)

A-A (2:1)



241-285 HB

№ рисунка	Наименование	Материал
20	Шестерня	Сталь 25ХГТ

## Вариант 21

1. Методика анализа технико-экономического уровня кузнечно-штамповочного производства.

2. Разработать чертежи штампованной поковки (холодной и горячей) для детали «Муфта» (рис. 21).

3. Выбрать способ штамповки и рассчитать переходы штамповки при изготовлении данной поковки. Привести эскизы переходов штамповки.

4. Особенности горячей штамповки труднодеформируемых сталей и сплавов.

5. Контроль качества поковок.

## Вариант 22

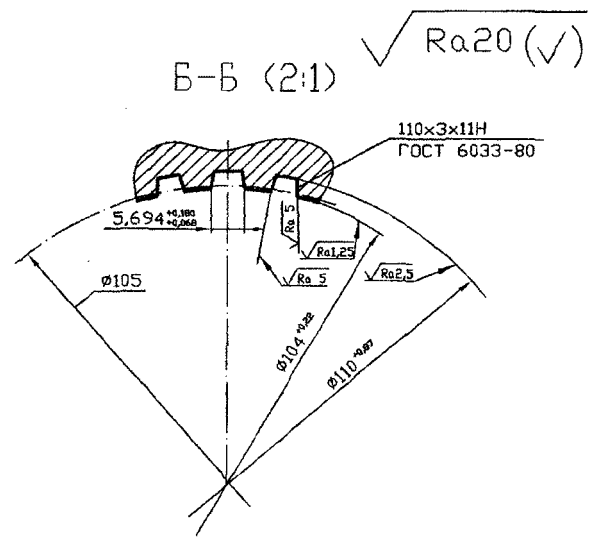
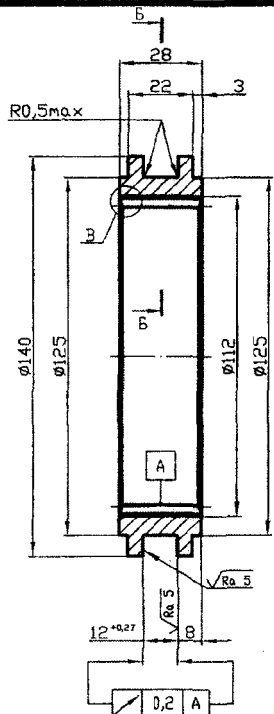
1. Использование при штамповке поковок предварительно фасонированных заготовок. Основные методы их изготовления.

2. Разработать чертежи штампованной поковки (холодной и горячей) для детали «Ступица реактора» (рис. 22).

3. Выбрать способ штамповки данной поковки, рассчитать размеры и привести эскизы переходов штамповки.

4. Рассчитать усилие штамповки и выбрать штамповочное оборудование. Привести его техническую характеристику.

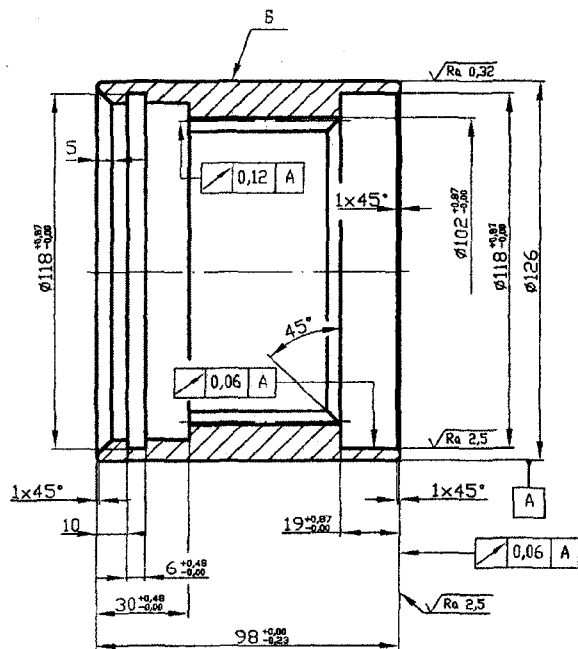
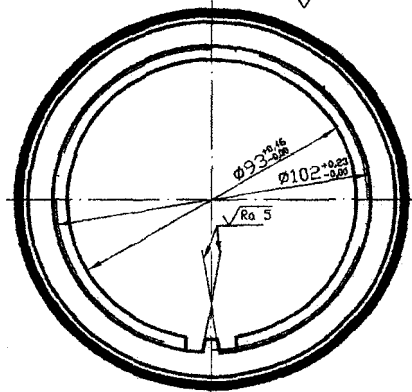
5. Способы очистки поковок и заготовок.



197-229 HB

№ рисунка	Наименование	Материал
21	Муфта	Сталь 25ХГТ




 $\sqrt{Ra 20 (\checkmark)}$ 


241-285 НВ

№ рисунка	Наименование	Материал
22	Ступица реактора	Сталь 25ХН3А

## Вариант 23

1. Методика выбора переходов штамповки поковок с помощью построения эпюры сечений расчетной заготовки.

2. Разработать чертежи штампованной поковки (холодной и горячей) для детали «Поршень» (рис. 23).

3. Определить вид и размеры заготовки для изготовления данной поковки.

4. Изготовление поковок методом радиальнойковки.

5. Инструменты и оборудование, применяемые дляковки поковок и заготовок.

## Вариант 24

1. Вальцовка заготовок и поковок. Конструкция штампов для вальцовки. Методика расчетов переходов вальцовки.

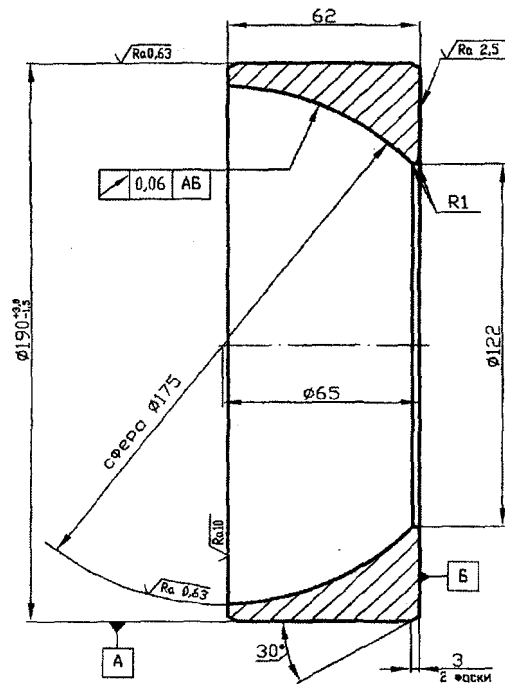
2. Разработать чертежи штампованной поковки (холодной и горячей) для детали «Кольцо наружное» (рис. 24).

3. Определить вид и размеры заготовки для изготовления данной поковки.

4. Рассчитать усилие штамповки данной поковки и выбрать штамповочное оборудование. Привести его техническую характеристику.

5. Штамповка поковок в состоянии сверхпластичности.





$\sqrt{Ra 20(\checkmark)}$

196-217 HB

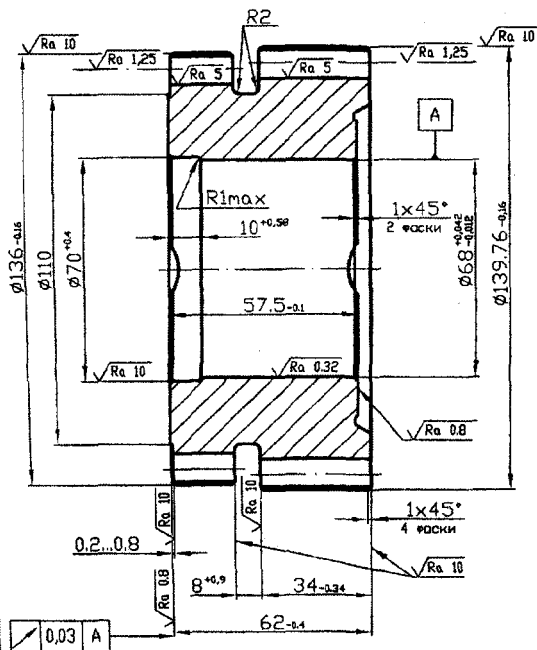
N° рисунка	Наименование	Материал
24	Кольцо наружное	Сталь 18ХГТ

## Вариант 25

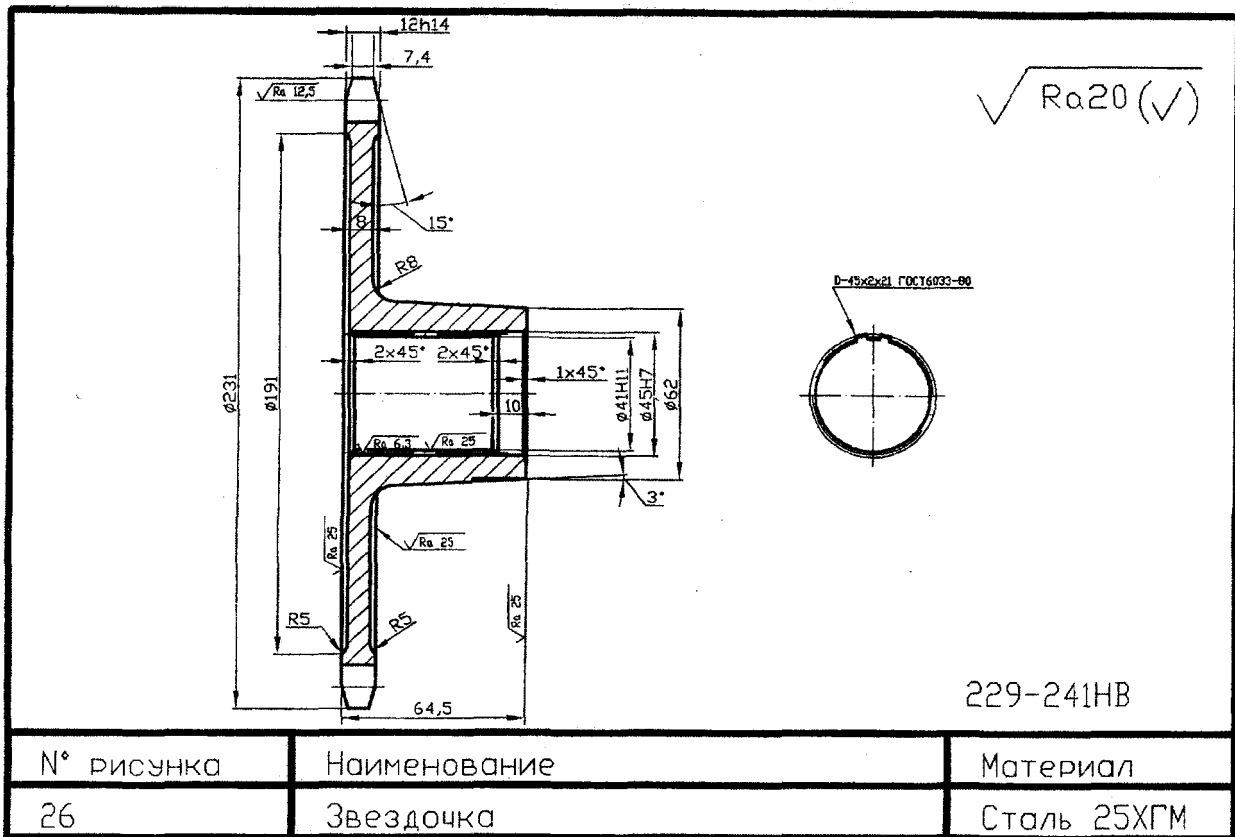
1. Молотовые штампы. Ручьи молотовых штампов.
2. Разработать чертежи штампованной поковки (холодной и горячей) для детали «Шестерня промежуточная» (рис. 25).
3. Определить вид и размеры заготовки для изготовления данной поковки.
4. Выбрать способ нагрева заготовки, установить температурный интервал штамповки, тип и параметры нагревательного устройства для изготовления поковки по п. 2.
5. Привести схему штампа совмещенного действия для обрезки облоя и пробивки перемычки, описать его конструкцию и принцип работы.

## Вариант 26

1. Штамповка шестерен с зубом на КГШП.
2. Разработать чертежи штампованной поковки (холодной и горячей) для детали «Звездочка» (рис. 26).
3. Определить вид и размеры заготовки для изготовления данной поковки.
4. Рассчитать усилие штамповки и выбрать штамповочное оборудование, привести его техническую характеристику.
5. Конструкция штампа ГКМ. Ручьи штампов ГКМ.



№ рисунка	Наименование	Материал
25	Шестерня промежуточная	Сталь 18ХГН2ТА



№ рисунка

Наименование

Материал

26

Звездочка

Сталь 25ХГМ

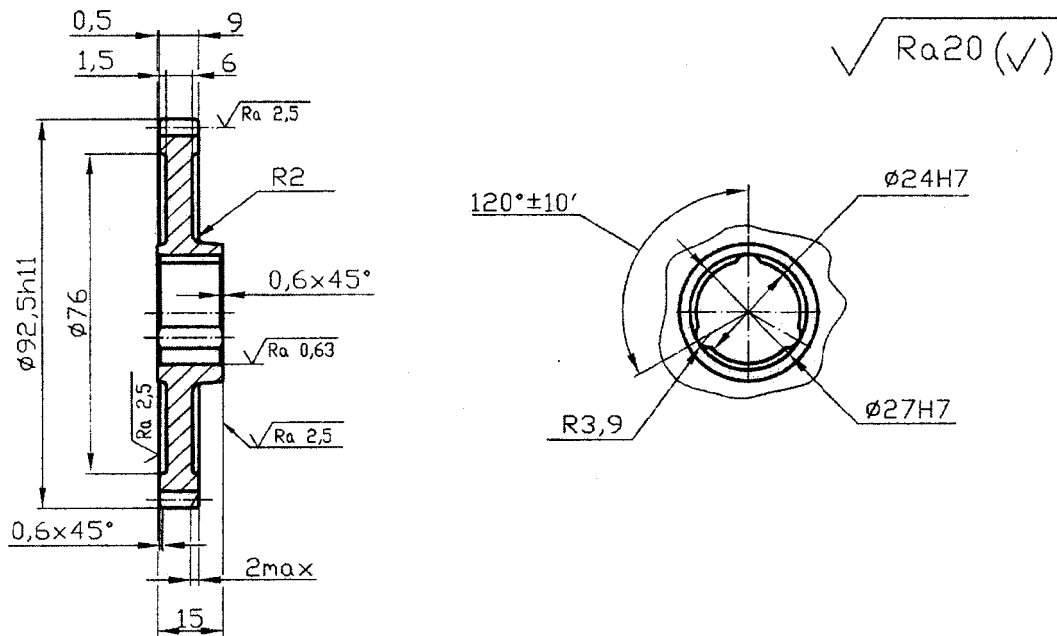
## Вариант 27

1. Штамповка поковок на горячештамповочных автоматах.
2. Разработать чертежи штампованной поковки (холодной и горячей) для детали «Колесо зубчатое» (рис. 27).
3. Рассчитать усилие штамповки данной поковки и выбрать штамповочное оборудование.
4. Ковочные операции – осадка, прошивка, передача, скручивание.
5. Техничко-экономическое обоснование выбранного способа штамповки поковки по п. 2.

## Вариант 28

1. Накатка зубчатых колес и звездочек.
2. Разработать чертежи штампованной поковки (холодной и горячей) для детали «Вал-шестерня» (рис. 28).
3. Рассчитать параметры наборного перехода при штамповке данной поковки.
4. Рассчитать усилие штамповки в окончательном формовочном ручье и выбрать ГКМ. Привести техническую характеристику машины.
5. Ковочные слитки. Методы повышения коэффициента использования металла слитков.





217-241 HB

N° рисунка	Наименование	Материал
27	Колесо зубчатое	Сталь 18ХГТ



## В а р и а н т 29

1. Область применения специализированных машин при изготовлении поковок.

2. Разработать чертежи штампованной поковки (холодной и горячей) для детали «Шестерня» (рис. 29).

3. Определить вид и размеры заготовки для изготовления данной поковки.

4. Рассчитать усилие штамповки поковки по п. 2 и выбрать штамповочное оборудование. Привести его техническую характеристику.

5. Безотходная штамповка поковок, преимущества и недостатки.

## В а р и а н т 30

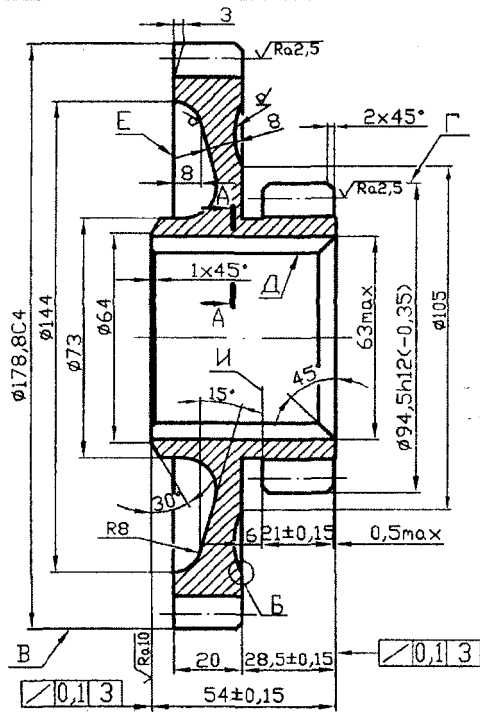
1. Основные принципы конструирования наметок под отверстия в штампованных поковках.

2. Разработать чертежи штампованной поковки (холодной и горячей) в открытом штампе КГШП для детали «Фланец» (рис. 30).

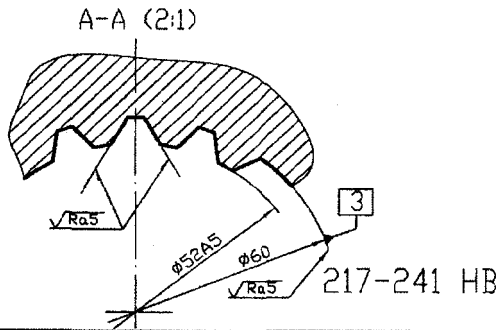
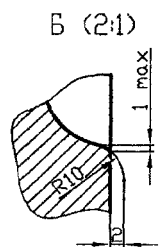
3. Выполнить эскизы ручьевых вставок по переходам при изготовлении данной поковки с указанием необходимых размеров.

4. Привести эскиз штампа простого действия для обрезки облоя, описать его конструкцию и принцип работы.

5. Штамповка поковок с применением термомеханической обработки.



√ Ra20 (✓)



№ рисунка	Наименование	Материал
29	Шестерня	Сталь 18ХГТ



## ЛИТЕРАТУРА

### *Основная*

1. Брюханов, А.Н. Ковка и объемная штамповка: учебное пособие для машиностроительных вузов / А.Н. Брюханов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1975. – 408 с.
2. Охрименко, Я.М. Технология кузнечно-штамповочного производства: учебник для вузов / Я.М. Охрименко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1976. – 352 с.
3. Семенов, Е.И. Ковка и объемная штамповка: учебник для вузов / Е.И. Семенов. – М.: Высшая школа, 1972. – 352 с.

### *Дополнительная*

4. Ковка и объемная штамповка стали: справочник: в 2 т. / под ред. М.В. Сторожева. – М.: Машиностроение, 1967. – Т. 1. – 435 с.
5. Ковка и объемная штамповка стали: справочник: в 2 т. / под ред. М.В. Сторожева. – М.: Машиностроение, 1968. – Т. 2. – 448 с.
6. Ковка и штамповка цветных металлов: справочник. – М.: Машиностроение, 1971. – 232 с.
7. Атрошенко, А.П. Горячая штамповка труднодеформируемых материалов / А.П. Атрошенко, В.И. Федоров. – Л.: Машиностроение, 1979. – 287 с.
8. Эдуардов, М.С. Штамповка в закрытых штампах / М.С. Эдуардов. – Л.: Машиностроение, 1977. – 302 с.
9. Шнейберг, В.М. Кузнечно-штамповочное производство Волжского автомобильного завода / В.М. Шнейберг, И.Л. Акаро. – М.: Машиностроение, 1977. – 302 с.
10. Бабенко, В.А. Объемная штамповка. Атлас схем и типовых конструкций штампов: учебное пособие / В.А. Бабенко, В.В. Бойцов, Ю.П. Волик. – М.: Машиностроение, 1982. – 104 с.

11. Вербицкий, Е.И. Курсовое проектирование по горячей штамповке / Е.И. Вербицкий, И.Г. Добровольский. – Минск: Вышш. школа, 1978. – 208 с.

12. Добровольский, И.Г. Методическое пособие по курсам «Технологияковки и горячей штамповки» и «Проектирование цехов» для студентов специальности 1-36 01 05 «Машины и технология обработки материалов давлением»: в 2 ч. / И.Г. Добровольский, В.С. Карпицкий. – Минск: БНТУ, 2006. – Ч. 2. Методические указания по курсовому проектированию. – 38 с.

13. Поковки из углеродистой и легированной стали, изготавливаемые ковкой на прессах. Припуски и допуски: ГОСТ 7062–79. – М.: Издательство стандартов, 1983. – 57 с.

14. Поковки из углеродистой и легированной стали, изготавливаемые свободной ковкой на молотах. Припуски и допуски: ГОСТ 7829–70. – М.: Издательство стандартов, 1980. – 40 с.

15. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски: ГОСТ 7505–89. – М.: Издательство стандартов, 1984. – 29 с.

16. Технические требования к поковкам: ГОСТ 8479–70. – М.: Издательство стандартов, 1970. – 7 с.

17. Инструмент кузнечный для ручных и молотовых работ: ГОСТ 11384–75 – ГОСТ 11435–78. – М.: Издательство стандартов, 1976. – 143 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
ПРОГРАММА И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ .....	4
Введение .....	4
1. Маршрут изготовления и проектирования поковок.....	4
2. Материалы, заготовки. Термомеханический режим .....	5
3. Ковка .....	6
4. Штамповка на молотах .....	7
5. Штамповка на прессах .....	8
6. Штамповка на горизонтально-ковочных машинах (ГКМ) .	9
7. Изготовление полуфабрикатов и поковок на специализированных машинах.....	10
8. Завершающие и отделочные операции .....	11
9. Технический контроль поковок .....	12
Заключение .....	12
Лабораторные работы .....	13
Курсовой проект .....	13
Контрольное задание .....	15
ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНОГО ЗАДАНИЯ.....	16
Литература.....	61



Учебное издание

## ТЕХНОЛОГИЯ КОВКИ И ГОРЯЧЕЙ ШТАМПОВКИ

Методические указания  
и контрольные задания  
для студентов специальности  
1-36 01 05 «Машины и технология обработки  
материалов давлением»

Составители:  
КАРПИЦКИЙ Виктор Сергеевич  
ИВАНИЦКИЙ Денис Михайлович

Редактор И.Ю. Никитенко  
Технический редактор О.В. Дубовик  
Компьютерная верстка О.В. Дубовик

---

Подписано в печать 10.01.2009.

Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная.

Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 2,91. Тираж 100. Заказ 1270.

---

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусский национальный технический университет.

ЛИ № 02330/0131627 от 01.04.2004.

Проспект Независимости, 65. 220013, Минск.