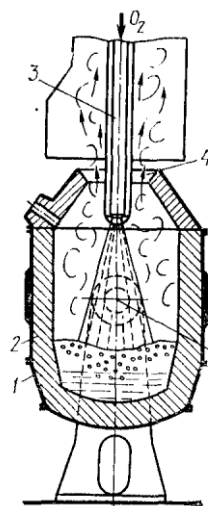


ФГБОУ ВПО

Иркутский Государственный Университет Путей Сообщения

ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Пособие по лабораторным работам



Иркутск 2011

Лабораторная работа № 1

Получение и строение стального слитка

Цель работы

Ознакомиться с методами получения и со строением стального слитка, а также с дефектами, возникающими при заливке слитка и способами их устранения.

Оборудование, инструменты и материалы для выполнения работы:

- набор стальных слитков, плакаты.

Порядок выполнения работы:

- ознакомиться с теоретическим материалом и ответить на контрольные вопросы.

- получить слитки у преподавателя, описать их строение,
- описать дефекты имеющиеся в слитках,
- написать отчёт по лабораторной работе.

1. Производство стали в кислородных конвертерах

Сталь отличается от чугуна меньшим содержанием углерода, кремния, марганца, примесей серы и фосфора. Исходные материалы для получения стали — переплавный чугун и стальной лом (скрап). Следовательно, сущностью передела чугуна в сталь является уменьшение содержания углерода и других элементов и перевода их в шлак или газы.

В настоящее время сталь получают в кислородных конвертерах, марте-новских и электрических печах.

Кислородно-конвертерный процесс заключается в продувке жидкого чугуна кислородом.

Кислородный конвертер (рис. 1) представляет собой сосуд 1, груше-видной формы из стального листа, футерованный внутри основным кирпичом 2. Рабочее положение конвертера вертикальное. Кислород подается в него под давлением 0,8...1 МПа с помощью водоохлаждаемой фурмы 3, вводимой в конвертер через горловину 4 и располагаемой над уровнем жидкого металла на расстоянии 0,3...0,8 м.

Конвертеры изготовляют емкостью 100...350 т жидкого чугуна. Общий расход технического кислорода на получение 1т стали, составляет 50...60 м³.

Материалами для получения стали в кислородном конвертере служат жидкий переплавный чугун и стальной лом. Для наводки шлака в конвертер добавляют железную руду и известь, а для его разжижения — боксит и плавиковый шпат. Перед началом работы конвертер поворачивают на цапфах 5 вокруг горизонтальной оси и с помощью завалочной машины загружают до 30% металлолома, затем заливают жидкий чугун при температуре 1250...1400 °С, возвращают конвертер в исходное вертикальное положение, вводят кислородную фурму, подают кислород и добавляют шлакообразующие материалы.

При продувке происходит окисление углерода и других примесей как непосредственно кислородом дутья, так и оксидом железа FeO. Одновременно образуется активный шлак с необходимым содержанием CaO, благодаря чему происходит удаление серы и фосфора с образованием устойчивых соединений $P_2O_5 - 3CaO$ и CaS в шлаке.

В момент, когда содержание углерода достигает заданного для выплавляемой марки стали, подачу кислорода прекращают, конвертер поворачивают и выливают вначале сталь, а затем — шлак.

Для уменьшения содержания кислорода сталь при выпуске из конвертера раскисляют, т. е. вводят в нее элементы с большим, чем у железа, сродством к кислороду (Si, Mn, Al). Взаимодействуя с оксидом железа FeO, они образуют нерастворимые оксиды MnO, SiO₂, Al₂O₃, переходящие в шлак.

Производительность кислородного конвертера емкостью 300 т достигает 400...500 т/ч, в то время как производительность мартеновских и электропечей не превышает 80 т/ч. Благодаря высокой производительности и малой металлоемкости кислородно-конвертерный способ становится основным способом производства стали.

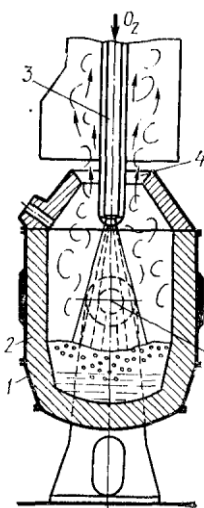


Рис. 1 Кислородный конвертер

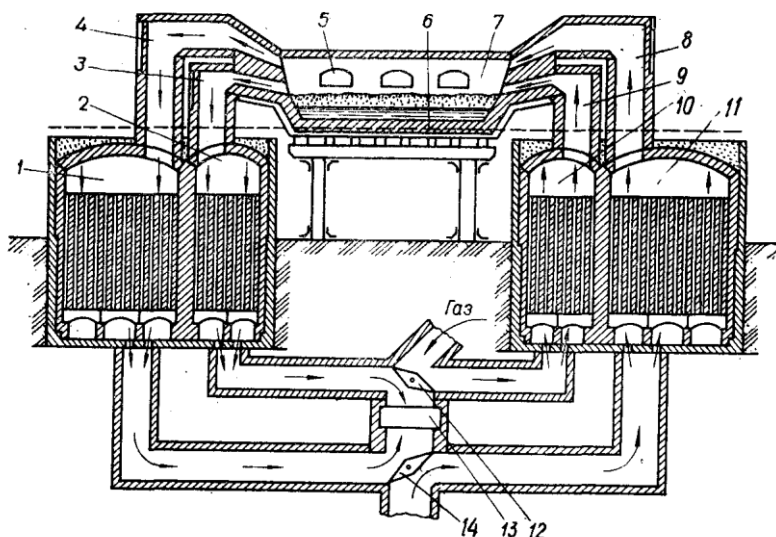


Рис. 2 Мартеновская печь

2. Производство стали в мартеновских печах

Мартеновская печь (рис. 2) представляет собой регенеративную пламенную печь, высокая температура в которой (1750... 1800 °С) достигается за счет сгорания газа в плавильном пространстве. Газ и воздух подогреваются в регенераторах. Слева от плавильного пространства 7 находятся каналы для газа 3 и воздуха 4, соединенные с регенераторами 1 и 2. Такие же каналы для газа 9 и воздуха 8 имеются справа от плавильного пространства 7; они соответственно соединены с регенераторами 10 и 11. Каждый из регенераторов имеет насадку из выложенного в клетку огнеупорного кирпича. Шихта загружается через окна 5.

Подаваемые в печь газ и воздух проходят через предварительно нагретые до температуры 1200... 1250 °С регенераторы 10 и 11, нагреваются в них и поступают в плавильное пространство печи. Здесь газ и воздух смешиваются и сгорают, образуя пламя высокой температуры. Продукты сгорания по каналам 3 и 4 поступают в регенераторы 1 и 2, нагревают их, охлаждаясь до 500...600 °С, и уходят в дымовую трубу 13. По мере охлаждения регенераторов 10 и 11 направление газа и воздуха в печи меняют на обратное переключением клапанов 12 и 14. Тогда газ и воздух поступают в плавильное пространство по каналам 3 и 4, пройдя нагретые регенераторы 1 и 2, а продукты сгорания выходят по каналам 8 и 9, нагревают насадку регенераторов 10 и 11 и уходят в трубу 13. Таким образом, газ и воздух при работе печи проходят через попеременно нагреваемые то левые, то правые регенераторы.

Мартеновские печи, работающие на мазуте, имеют с каждой стороны по одному регенератору для нагрева только воздуха.

В нашей стране эксплуатируются мартеновские печи емкостью от 20 до 900 т жидкой стали. Важной характеристикой этих печей является также площадь пода б. Для печи емкостью 900 т она составляет около 120 м².

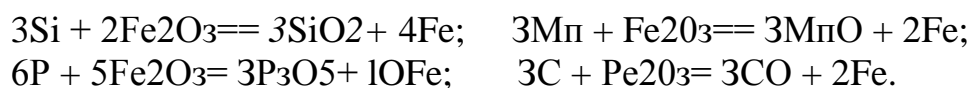
Мартеновский процесс. Материалами для выплавки стали в мартеновской печи могут быть: стальной лом (скрап), жидкий и твердый чугуны, железная руда. В зависимости от их соотношения в шихте различают:

1) скрап-рудный процесс на шихте из жидкого чугуна с добавкой 25...39 % стального скрапа и железной руды;

2) скрап-процесс на шихте из стального лома и 25...45 % чушкового передельного чугуна.

Флюсом в обоих процессах обычно служит известняк CaCO₃ (8...12 % от массы металла).

Более широкое применение в металлургии получил скрап-рудный процесс выплавки стали в основной мартеновской печи. Вначале в печь загружают и прогревают железную руду и известняк, затем добавляют стальной скрап и заливают жидкий чугун. В процессе плавки примеси в чугуне окисляются за счет оксида железа руды и скрапа:



Сера удаляется в результате взаимодействия сернистого железа с известью:



Оксиды SiO₂, MnO, P₂O₅, CaO, а также сульфид CaS образуют шлак, периодически выпускаемый из печи в шлаковые чаши.

Для интенсификации процесса плавления и окисления примесей ванну продувают кислородом, подаваемым через водоохлаждаемые фурмы. Продувка кислородом позволяет в 2...3 раза сократить длительность процесса, уменьшить расход топлива и железной руды.

После плавления шихты начинается период кипения ванны. В это время интенсивно окисляется углерод в металле. В момент, когда содержание его достигает заданного, а количество серы и фосфора уменьшается до минимума,

кипение прекращают и начинают раскисление стали в ванне печи ферромарганцем, ферросилицием и алюминием. Окончательно сталь раскисляют алюминием и ферросилицием в сталеразливочном ковше при выпуске стали из печи.

Скрап-процесс применяют на машиностроительных заводах, не располагающих жидким чугуном. От скрап-рудного процесса он несколько отличается завалкой и плавлением шихты.

Основной скрап-процесс применяется для выплавки углеродистых и легированных сталей.

Показатели работы мартеновских печей: съем стали с 1 м^2 пода печи в сутки и расход топлива на тонну выплавленной стали. На отечественных заводах съем стали составляет около 10 т/м^2 в сутки, а расход топлива при скрап-рудном процессе — 120... 180 и при скрап-процессе — 170... 250 кг/т.

Интенсификация мартеновского производства достигается использованием печей большей емкости, хорошей подготовки шихтовых материалов, автоматизации процесса плавки. Повышению производительности печей и экономии топлива способствует применение кислородного дутья.

3. Разливка стали

Выплавленную в плавильной печи сталь выпускают в сталеразливочный ковш (рис.3) и мостовым краном переносят к месту разливки в слитки. Емкость ковша обычно определяется емкостью плавильной печи и составляет 5...250 т. Для крупных плавильных печей применяют ковши емкостью до 450 т (диаметром и высотой до 6 м).

Сталь разливают в изложницы или кристаллизаторы установок для непрерывной разливки.

Изложницы представляют собой чугунные формы для получения слитков различного сечения. Масса слитков для прокатки обычно составляет 10...12 т (реже — до 25 т), а для поковок достигает 250...300 т. Легированные стали иногда разливают в слитки массой в несколько сотен килограммов.

Применяют два способа разливки стали в изложницы: сверху и сифоном. **При разливке сверху** (рис. 4,а) сталь заливают из ковша 2 в каждую изложницу 1 отдельно. При такой разливке поверхность слитков вследствие попадания брызг жидкого металла на стенки изложницы может быть загрязненной пленками оксидов.

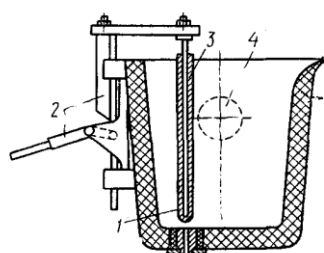


Рис. 3 Сталеразливочный ковш

При сифонной разливке (рис. 4 ,б) сталью заполняют одновременно от 2 до 60 установленных на поддоне 5 изложниц через центральной литник 3 и каналы

в поддоне. В этом случае сталь поступает в изложницы снизу, что обеспечивает плавное, без разбрызгивания их заполнение, поверхность слитка получается чистой, сокращается время разливки. Сталь в надставке 4 сохраняется в жидком состоянии, благодаря чему уменьшаются раковина и отходы слитка при обрезке.

Разливку сверху обычно применяют для углеродистых, а разливку сифоном - для легированных сталей.

Непрерывная разливка стали производится на специальных установках — УНРС (рис. 5). Жидкую сталь из ковша 6 через промежуточное устройство 5 непрерывно заливают сверху в водоохлаждаемую изложницу без дна — кристаллизатор 4, а из нижней его части вытягивают со скоростью 1...2,5 м/мин с помощью валков 3 затвердевающий слиток. На выходе из кристаллизатора слиток охлаждается водой, окончательно затвердевает и попадает в зону резки, где его разрезают газовым резаком 2 на слитки определенной длины. Полученные слитки с помощью кантователя 1 опускаются на роликовый конвейер и подаются на прокатные станы.

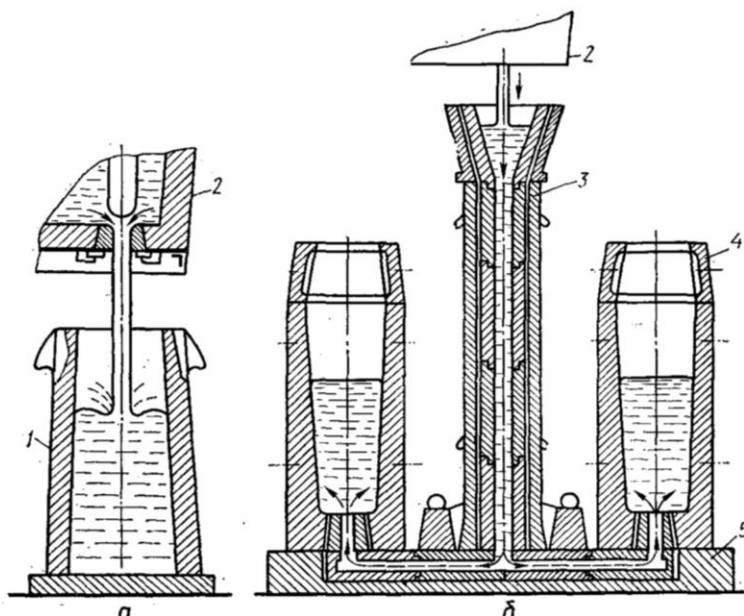


Рис. 4 Способы разливки стали
а - сверху, б - сифонная

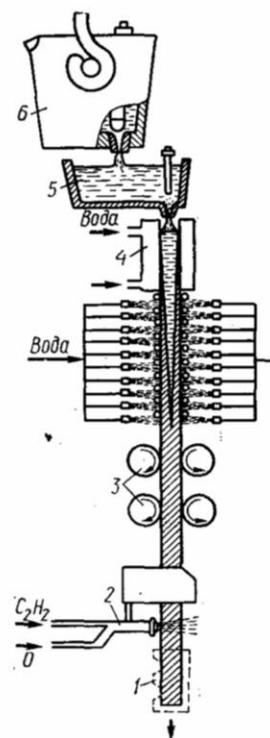


Рис. 5 УНРС

На УНРС получают слитки прямоугольного сечения размерами от 150 x 500 до 300 x 200 мм, квадратного со стороной от 150 до 400 мм, а также круглые в виде толстостенных труб.

Благодаря непрерывному питанию и направленному затвердеванию в слитках, полученных на УНРС, отсутствуют усадочные раковины. Поэтому выход годных заготовок может достигать 96... 98 % массы разливаемой стали, поверхность получаемых слитков отличается хорошим качеством, а металл слитка — плотным и однородным строением.

4. Затвердевание и строение стальных слитков

Процесс затвердевания стального слитка и образование кристаллической структуры в нем был рассмотрен выше. Необходимо добавить, что строение слитка определяется не только условиями охлаждения, но и степенью раскисления. По этому признаку стали делятся на кипящие, спокойные и полуспокойные.

Спокойную сталь получают при полном раскислении металла в печи и ковше (рис. 6, а). Такая сталь затвердевает без выделения газов, в слитке образуется плотная структура, а усадочная раковина 1 концентрируется в верхней части, что значительно уменьшает выход годного металла.

Слиток имеет следующее строение: тонкую наружную корку А из мелких равноосных кристаллов; зону Б крупных столбчатых кристаллов (дендритов); зону В крупных неориентированных кристаллов; конус осаждения Г — зону у донной части, содержащей соединения тугоплавких металлов.

Стальные слитки неоднородны по химическому составу. Химическая неоднородность, или ликвация, бывает двух видов — дендритная и зональная.

Кипящей называют сталь, не полностью раскисленную в печи (рис. 6, б). Ее раскисление продолжается в изложнице за счет взаимодействия оксида железа FeO с углеродом. Образующийся при этом оксид углерода CO выделяется из стали, способствуя удалению из стали азота и водорода. Газы, выделяющиеся в виде пузырьков, вызывают её «кипение».

Слиток кипящей стали имеет следующее строение: плотную наружную корку А из мелких кристаллитов; зону сотовых пузырей П, вытянутых к оси слитка и располагающихся между кристаллитами Б; зону В неориентированных кристаллитов; промежуточную плотную зону С; зону вторичных круглых пузырей К; и среднюю зону Д с отдельными пузырями, которых больше в верхней части слитка.

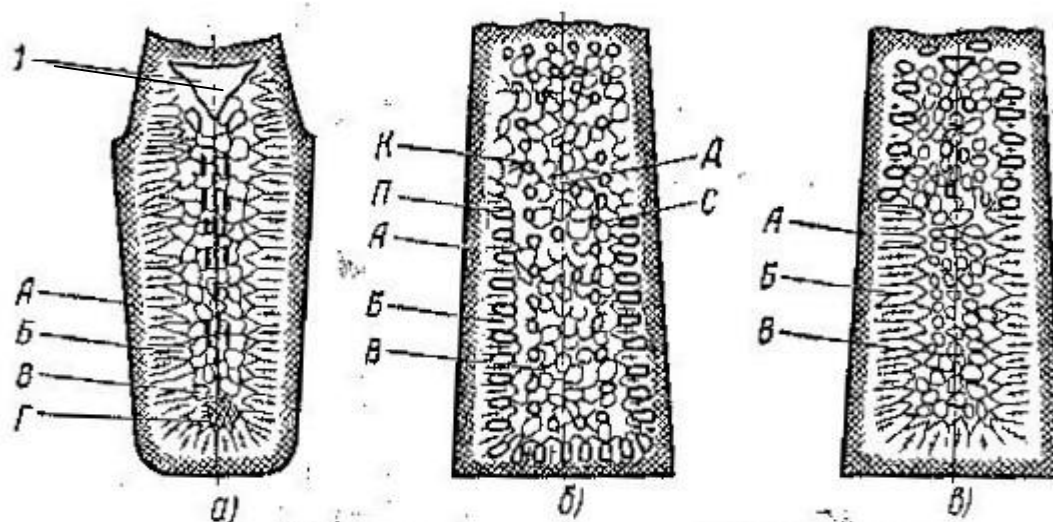


Рис.6 Строение стальных слитков

а - спокойная, б - кипящая, в - полуспокойная сталь

Полуспокойная сталь получается при раскислении ферромарганцем и недостаточным количеством ферросилиция или алюминия (рис. 6, в). В этом случае слиток не имеет концентрированной усадочной раковины, в нижней части он обычно имеет строение спокойной, а в верхней — кипящей стали.

Такая сталь по качеству и стоимости является промежуточной между кипящей и спокойной.

5. Способы повышения качества стали

Выплавленные в кислородных конвертерах, мартеновских и электрических печах стали, не всегда удовлетворяют по своим свойствам требованиям современной техники. Для повышения их качества разработаны специальные технологические процессы внепечного рафинирования и рафинирующих переплавов.

Из методов внепечного рафинирования стали наиболее широкое применение получила обработка в вакууме и жидкими синтетическими шлаками.

Вакуумную обработку применяют для уменьшения содержания в стали растворенных газов и неметаллических включений. С этой целью выплавленную в мартеновских или электрических печах сталь выдерживают в течение 10...15 мин в специальных камерах с остаточным давлением 265...665 Па в ковше или при заливке в изложницу. При понижении давления растворимость газов в стали (азота, водорода) уменьшается и они в виде пузырьков всплывают на поверхность, захватывая с собой и неметаллические включения.

Вакуумная обработка позволяет уменьшить в 3...5 раз содержание газов и в 2...3 раза неметаллических включений в стали, что способствует повышению ее прочности и пластичности.

Обработка стали синтетическим шлаком заключается в следующем. В разливочный ковш перед выпуском стали из плавильного агрегата наливают 3...5 % по отношению к массе стали жидкого шлака, содержащего 55 % CaO, 42 % Al₂O₃, до 3 % SiO₂ и 1 % FeO. Затем в ковш по возможности с большей высоты мощной струей выпускают выплавленную сталь. В результате интенсивного перемешивания стали и шлака поверхность их взаимодействия увеличивается в сотни раз по сравнению с той, которая имеется в печи. Поэтому процессы рафинирования резко ускоряются и для их протекания требуется уже не 1,5...2 ч, как обычно в печи, а примерно столько, сколько уходит на выпуск плавки.

Рафинированная синтетическим шлаком сталь отличается низким содержанием кислорода, серы и неметаллических включений, что обеспечивает ей высокую пластичность и ударную вязкость.

К числу рафинирующих переплавов относятся: электрошлаковый, вакуумно-дуговой, плазменно-дуговой, электронно-лучевой и др.

Электрошлаковый переплав (ЭШП) заключается в следующем.

Переплавляемая сталь подается в установку в виде расходуемого (переплавляемого) электрода 1 (рис. 7). Расплавленный шлак 2 (смесь 60...65 % CaF₂, 25...30 % Al₂O₃, CaO и другие добавки) обладает большим электросопротивлением и при прохождении электрического тока в нем генерируется тепло, достаточное для расплавления электрода. Капли металла проходят слой шлака, собираются в ванне 3 и затвердевают в водоохлажденной изложнице 4, образуя слиток 5. При этом кристаллизация металла происходит последовательно и направлена снизу вверх, что способствует удалению неметалличе-

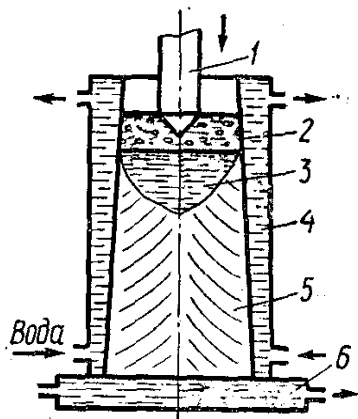


Рис.7 Электрошлаковый переплав

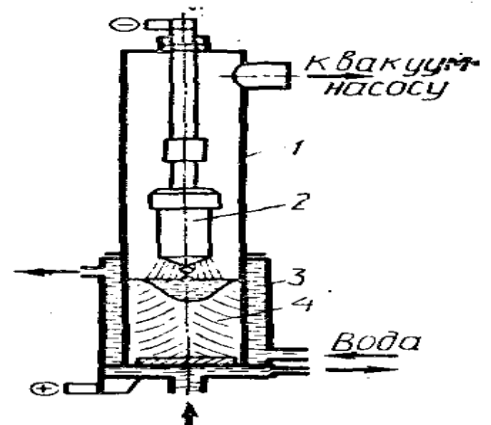


Рис.8 Вакуумно-дуговой переплав

ских включений и пузырьков газа и тем самым образованию плотной и однородной структуры слитка. В конце переплава поддон 6 опускают и затвердевший слиток извлекают из изложницы.

Современные установки ЭШП позволяют получать слитки различного сечения массой до 40 т.

Вакуумно-дуговой переплав (ВДП) осуществляется в вакуумных дуговых печах с расходуемым электродом 2 (рис. 8), при этом слиток 4 образуется, как и при ЭШП, в водоохлаждаемой изложнице 3. В корпусе 1 печи поддерживается вакуум около 1,5 Па, что способствует хорошей очистке металла от газов, а направленная кристаллизация обеспечивает удаление неметаллических включений, получение плотной структуры и исключает образование усачной раковины. Емкость печей для ВДП достигает 50 т.

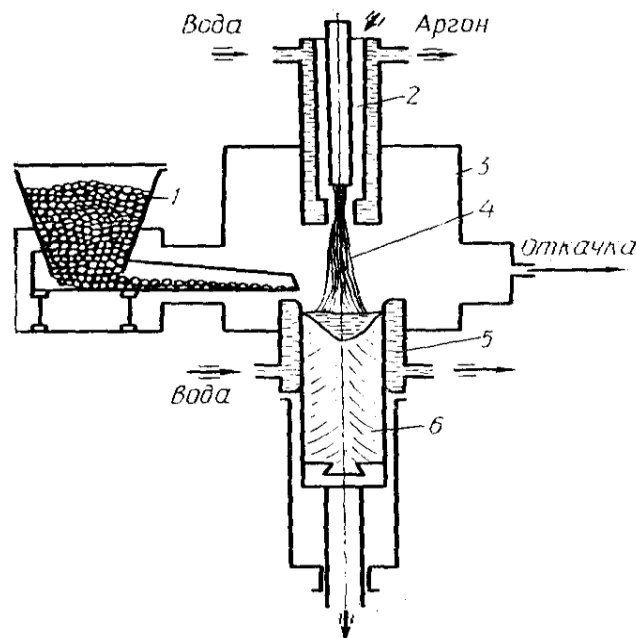


Рис. 9 Плазменно-дуговой переплав

Плазменно-дуговой переплав (ПДП) применяется для получения стали и сплавов особо высокой чистоты. Источником тепла в установке служит плазменная дуга с температурой 10 000... 15 000 °С (рис. 9). Исходным материалом для получения слитков служит стружка или другие дробленые отходы металлообрабатывающей промышленности. Металл плавится и затвердевает в водоохлаждаемом кристаллизаторе, а образующийся слиток вытягива-

ется вниз. Благодаря высокой температуре из металла интенсивно испаряются сера и фосфор, а также удаляются неметаллические включения.

Содержание отчёта

1. Титульная часть.
2. Цель работы.
3. Теоретическая часть. Подробно ответить на контрольные вопросы.
4. Практическая часть. Получить слитки у преподавателя, найти дефекты в слитках. Нарисовать эскизы слитков и описать схемы их строения. Нарисовать схему и описать работу одного из способов повышения качества стали.
5. Выводы.

Контрольные вопросы.

1. В чём заключается сущность производства стали?
2. В каких агрегатах получают сталь?
3. Что такое кислородный конвертер, и какие процессы в нём происходят?
4. Что такое скрап – рудный процесс, и скрап – процесс?
5. Какие способы применяются для разливки стали в изложницы?
6. Что такое УНРС и как она работает?
7. Дать определение спокойной, кипящей и полуспокойной стали.
8. Какие дефекты могут возникать в стальных слитках?
9. Какие способы применяются для повышения качества стали?

Лабораторная работа № 2

Проектирование литой заготовки

Цель работы

Освоить общие принципы методики проектирования литых заготовок, научиться определять размеры литой заготовки по чертежу детали.

Оборудование, инструменты и материалы для выполнения работы:

- набор чертежей деталей,

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с теоретическим материалом.
2. Получить у преподавателя чертеж детали.
3. Определить линии разъема модели и формы, положение отливки в форме и выбрать способ формовки.
4. Определить количество стержней, их контуры, размеры знаков.
5. Указать, какие исправления внесены в чертеже отливки, чтобы она была технологична.
6. Определить припуски на механическую обработку.
7. Определить размеры уклонов и галтелей.
8. Разработать чертеж отливки и нанести технологические указания на чертеж.

1. Основные сведения

Для того, что бы изготовить любую деталь машины или механизма, сначала надо получить заготовку, из которой путём обработки на металлорежущих станках получают нужную деталь. Одним из методов получения заготовок является литьё в специальные формы. Для изготовления разовой литейной формы необходимо иметь модельный комплект, состоящий из литейной модели, стержневых ящиков, модели литниковой системы, подмодельных плит.

При выборе способа формовки необходимо учитывать размеры детали, ее конфигурацию и серийность производства.

Различают следующие виды производства:

- 1) единичное - до 200 отливок в год;
- 2) мелкосерийное - от 200 до 1000 отливок;
- 3) серийное - от 1000 до 20000 отливок;
- 4) крупносерийное - от 20000 до 100000 отливок;
- 5) массовое - от 100000 отливок.

В зависимости от сложности и конфигурации отливки модели могут быть неразъемные или разъемные. Конструкция модели должна обеспечить легкость ее извлечения из формы. Для получения в отливках отверстий и внутренних полостей в форму помещают стержень. Стержни изготавливаются в стержневых ящиках из стержневой смеси.

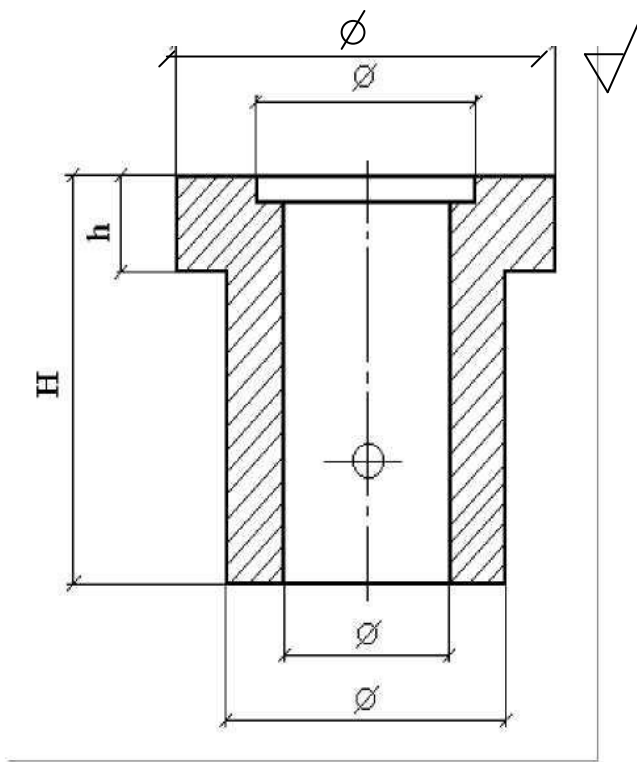
Для единичного производства применяют ручную формовку по деревянной модели. При серийном и массовом производстве разовые формы изготавливают на формовочных машинах по металлическим или пластмассовым модельным платам.

Основой для проектирования отливки является чертеж детали (рисунок 1 а). На чертеже детали кроме основных размеров должна быть указана шероховатость поверхности и в зависимости от ее величины студент решает вопрос о необходимости механической обработки данной поверхности. Шероховатость поверхностей, не указанная непосредственно на видах, проставляется в правом верхнем углу чертежа.

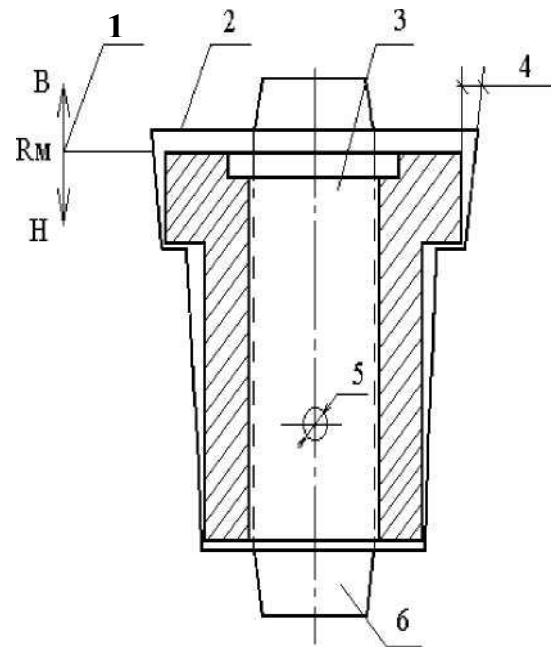
Исходя из технологических особенностей изготовления данной детали, принятого способа формовки, расположения в форме, положение плоскости разъема и возможных схем заливки форм жидким металлом, выполняется эскиз отливки. На чертеже отливки (рисунок 1 б) условным обозначением наносят: припуски на механическую обработку; технологические припуски (литейные уклоны, напуски, галтели); линии разъема формы и контуры стержней и их знаковых частей; установки прибылей (если они необходимы); все размеры, марку сплава и т.п. Чертеж модели показан на рисунке 1 в.

Припуск на механическую обработку - дополнительный слой металла, который удаляют в процессе механической обработки отливки. Припуски на механическую обработку назначают только на поверхности, где указан шероховатость. На те поверхности, которые не обрабатываются припуск не назначают. На чертеже припуск на механическую обработку указывают тонкой линией, штриховой или красным карандашом. Величина припуска на механическую обработку регламентируется ГОСТ 26645-85 в зависимости от класса точности, способов литья, размера отливки, а также положения обрабатываемой поверхности в процессе отливки.

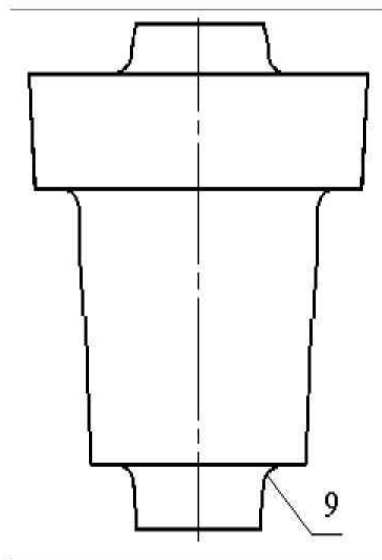
В таблицах 1 и 2 приведены классы точности отливок и величин припусков на механическую обработку чугунных и стальных отливок.



а)



б)



в)

Рисунок 1 - Основные чертежи для проектирования отливки.
а - чертеж детали; б - чертеж отливки; в - чертеж модели.

Таблица 1 - Припуски линейных размеров отливок, мм, по ГОСТ 26645-85

Интервалы номинальных размеров, мм	Класс точности размеров отливок										
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Св. 6 до 16	0,6	1,0	1,2	1,8	2,4	3,2	4,0	5,4	7,1	8,3	12
Св. 16 до 25	0,6	1,1	1,3	1,9	2,5	3,4	4,3	5,5	7,5	9,0	13
Св. 25 до 40	0,8	1,1	1,4	2,1	2,5	3,6	4,6	6,3	7,8	9,5	14
Св. 40 до 63	0,9	1,2	1,5	2,2	2,7	3,8	4,8	6,9	8,5	10	16
Св. 63 до 100	0,9	1,3	1,6	2,3	2,9	4,1	5,2	7,1	9,0	11	16
Св. 100 до 160	0,9	1,4	1,7	2,4	3,1	4,3	5,4	7,4	9,8	11,5	16,5
Св. 160 до 250	1,0	1,4	1,9	2,6	3,4	4,5	6,0	8,3	10,5	13	18,5
Св. 250 до 400	1,1	1,6	2,0	3,0	3,6	6,0	6,5	9,0	11,0	14	20,5
Св. 400 до 630	1,2	1,8	2,1	3,3	3,9	5,6	6,9	9,3	12,5	14,4	22
Св. 630 до 1000	1,3	1,9	2,2	3,6	4,1	6,2	7,3	10	13,5	15,5	23,5

Таблица 2 - Классы точности размеров на механическую обработку отливок для различных способов литья (по ГОСТ 26645-85)

Способ литья	Наибольший габаритный размер отливки, мм	Металлы и сплавы		
		цветные с температурой плавления ниже 700 °С	цветные с температурой плавления выше 700 °С	ковкий, высокопрочный и легированный чугуны, стали
1	2	3	4	5
Под давлением в металлические формы	До 100	3-5	3-6	4-7
	Св. 100	3-6	4-7	5-7
В керамические формы и по выплавляемым моделям	До 100	3-6	4-7	5-7
	Св. 100	4-7	5-7	5-8
В кокиль и под низким давлением в металлические формы с песчаными стержнями.	До 100	4-9	5-10	5-11
	Св. 100 до 630	5-10	5-11	6-11
	Св. 630	5-11	6-11	7-12

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5
В песчаные формы, центробежное литьё, сварные и сухие песчано-глинистые формы	До 630	6-11	7-12	7-13
	Св. 630 до 4000	7-12	8-13	9-13
	Св. 4000	8-13	9-13	9-14

Литейные уклоны на отливке облегчают извлечение моделей из формы без разрушения ее, и для свободного удаления стержня из стержневого ящика. Уклоны выполняют в направлении извлечения модели из формы. На чертеже формовочные уклоны указывают, как и припуски на механическую обработку, красным карандашом или тонкими линиями. Величина формовочных уклонов регламентируется ГОСТ 3212-92 в зависимости от высоты боковых поверхностей (таблица 3).

Таблица 3 - Формовочные уклоны

Измеряемая высота вертикальной поверхности, мм	Углы наклона моделей (не более)	
	металлических	деревянных
До 20	1°30'	3°
21-50	1°	1°30'
51-100	0°45'	1°
101-201	0°30'	0°45'
201-300	0°30'	0°30'
301-500	0°20'	0°30'
501-800	0°20'	0°20'

Напуск - служит для упрощения изготовления отливки. Так отверстия в отливке диаметром 20-30 мм в условиях массового и серийного производства и диаметром до 50 мм в условиях единичного производства можно не делать, так как их целесообразнее просверлить в процессе механической обработки. В этом случае на чертеже отливки отверстия зачеркивают тонкими линиями.

Галтели - закругления внутреннего угла отливки в модели (рисунок 1 в) для получения плавного перехода в сопрягаемых стенках. С помощью галтелей исключается осыпание формовочной смеси в углах модели при ее извлечении из формы. Нормативные материалы рекомендуют пользоваться нормальным рядом радиусов: 1, 2, 3, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40 мм. Радиусы галтелей составляют 1/5-1/3 средней арифметической толщины сопряженных стенок отливки.

Плоскость разъема формы и модели обозначают на чертежах буквами РМ и двумя стрелками с буквами В (верх) и Н (низ).

Литейный стержень - элемент литейной формы для образования отверстий, полости или иного сложного контура в отливке. Стержни бывают вер-

тикальные и горизонтальные в зависимости от их положения при установке в форму Конфигурацию и размеры стержней регламентирует ГОСТ 3606-80. Для правильной установки и крепления стержней в форме служат знаковые части стержня, которые у горизонтальных стержней делают прямыми, а у вертикальных с уклоном для удобства сборки формы. Длину знаков определяют в зависимости от длины стержня.

Высоту верхнего знака принимают равной 60 % от высоты нижнего. На чертеже стержни в разрезе штрихуют по контуру. Если стержней несколько, для каждого стержня применяют свою, отличающуюся от других штрихов. Литейная модель - приспособление для получения в форме отпечатка, соответствующая конфигурации внешней поверхности отливки.

Чертеж модели составляют по наружным очертаниям детали с технологическими указаниями, причем все размеры увеличивают на коэффициент линейной усадки. В среднем коэффициент линейной усадки принимается: для серого чугуна - 1 %; для стали - 2 %; для цветных сплавов - 1 -1,5 %.

На рисунке 1 в дан эскиз деревянной модели для ручной формовки.

Конструкция отливки должна иметь плавные переходы от больших сечений к меньшим (рёбра жесткости, окна) с целью равномерного охлаждения и предотвращения внутренних напряжений и трещин.

С целью повышения точности отливок и упрощения моделей и процесса формовки необходимо стремиться к неразъемным моделям.

Сборкой называется процесс соединения отдельных частей формы в одно целое и подготовка формы к заливке. Сборка формы состоит из следующих операций: установка и крепление стержней, установка верхней опоки, крепление опок, установка литниковой чаши, контроль правильности сборки. Форма в сборе должна быть показана на чертеже так, чтобы было видно положение стержней и литниковых каналов, выпоров, прибылей и способов крепления опок.

На рисунке 2 показана форма в сборе, а на рисунке 3 - готовая отливка.

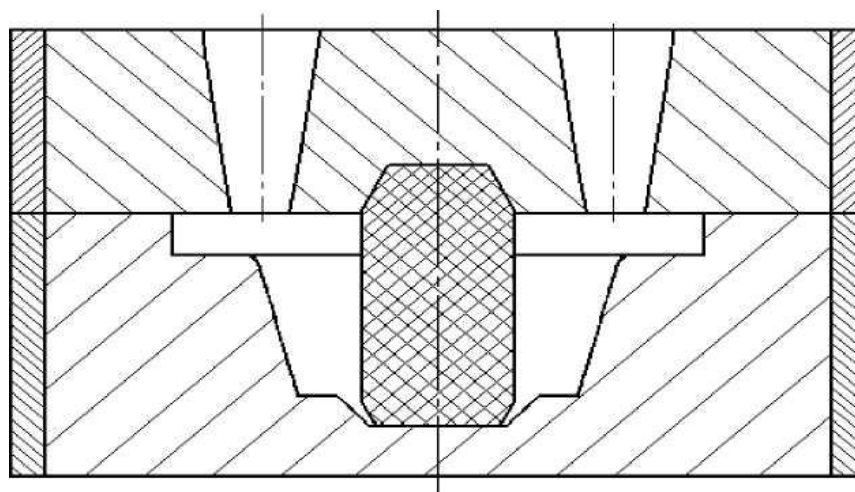


Рисунок 2. Форма в сборе

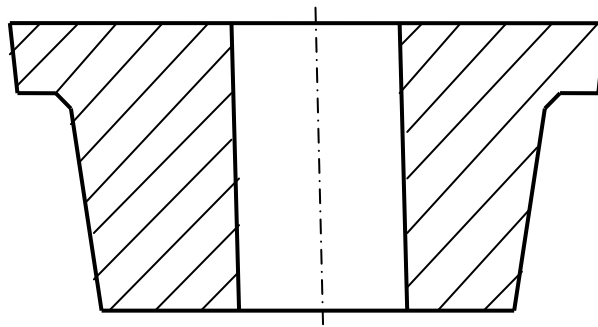


Рисунок 3 - Эскиз отливки

Содержание отчёта

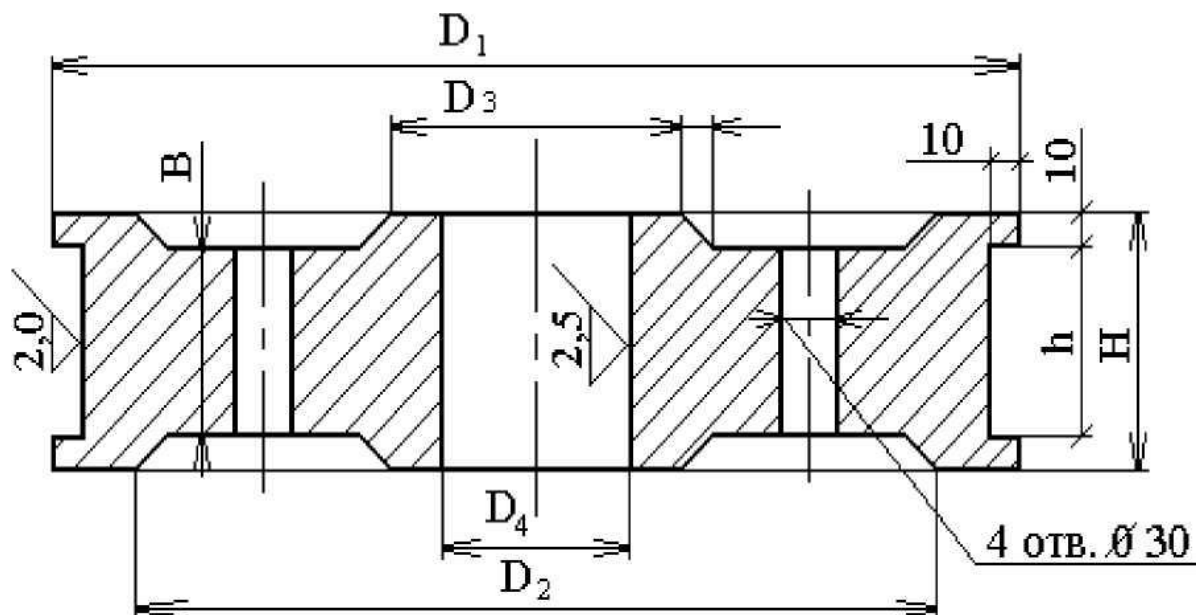
1. Титульный лист.
2. Цель работы
3. Теоретическая часть. Ответы на контрольные вопросы
4. Практическая часть. Чертеж детали. Чертёж отливки с разработанной литейной технологией: указать разъем, величину уклонов, галтелей, припусков на механическую обработку. Привести характеристику металла.
5. Вывод.

Контрольные вопросы

1. Что относится к модельному комплекту?
2. Назначение модели и требования, предъявляемые к ее изготовлению.
3. Назначение стержней и стержневых знаков.
4. В каких случаях назначаются припуски на механическую обработку и их определения?
5. Назначение формовочных уклонов и их определение.
6. Назначение галтелей и их определение.
7. Как учитывается усадка металла при изготовлении моделей?
8. Чем размеры модели отличаются от размеров отливки?
9. Чем размеры отливки отличаются от размеров детали?

Приложение 1

Каток



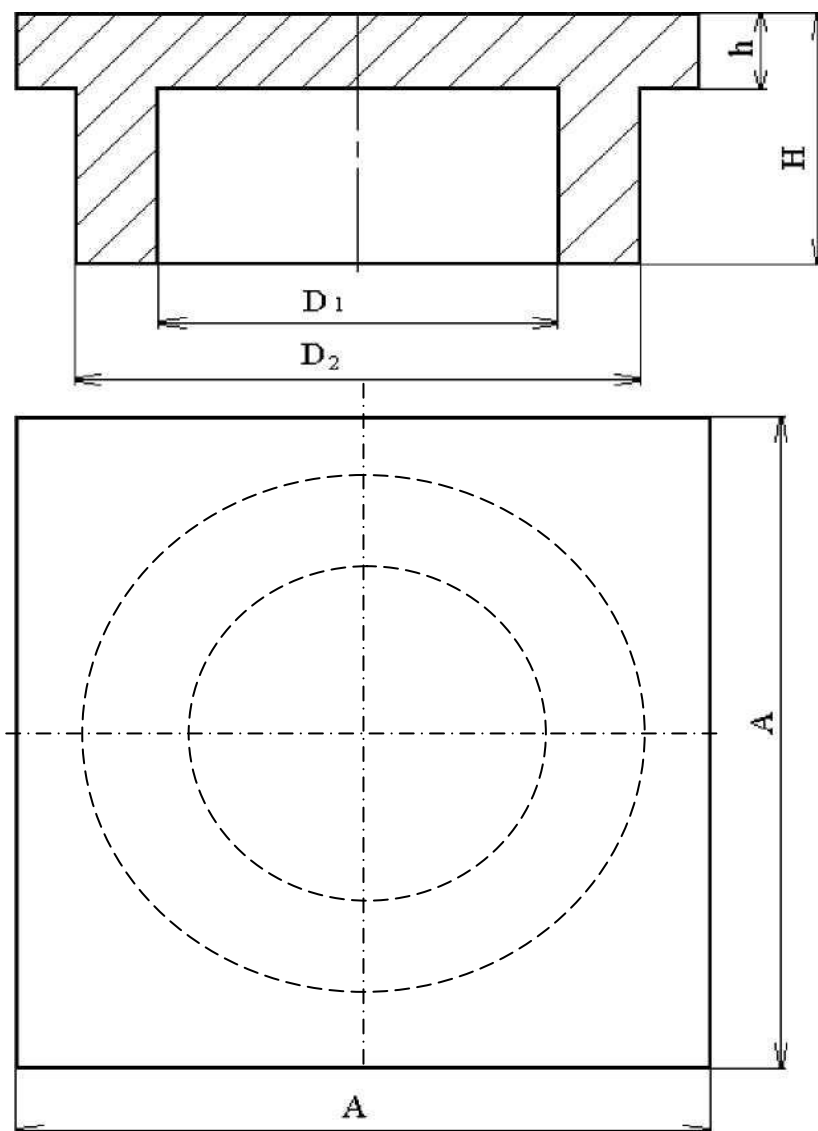
Вариант	D_1	D_2	D_3	D_4	H	B	Марка металла
1	190	140	50	20	60	25	СЧ30
2	200	150	50	20	60	30	СЧ45
3	220	160	60	30	80	35	ВЧ60
4	240	180	60	30	80	35	БрОЦС 6-6-3
5	260	200	80	40	90	35	БрО-30
6	300	240	90	40	90	35	БрАЖН 11-6-6
7	350	260	90	45	100	40	БрО-30
8	380	300	100	50	100	40	БрАМц 9-2

Литьё под давлением в металлические формы

Приложение 2

Стакан

Rz 10



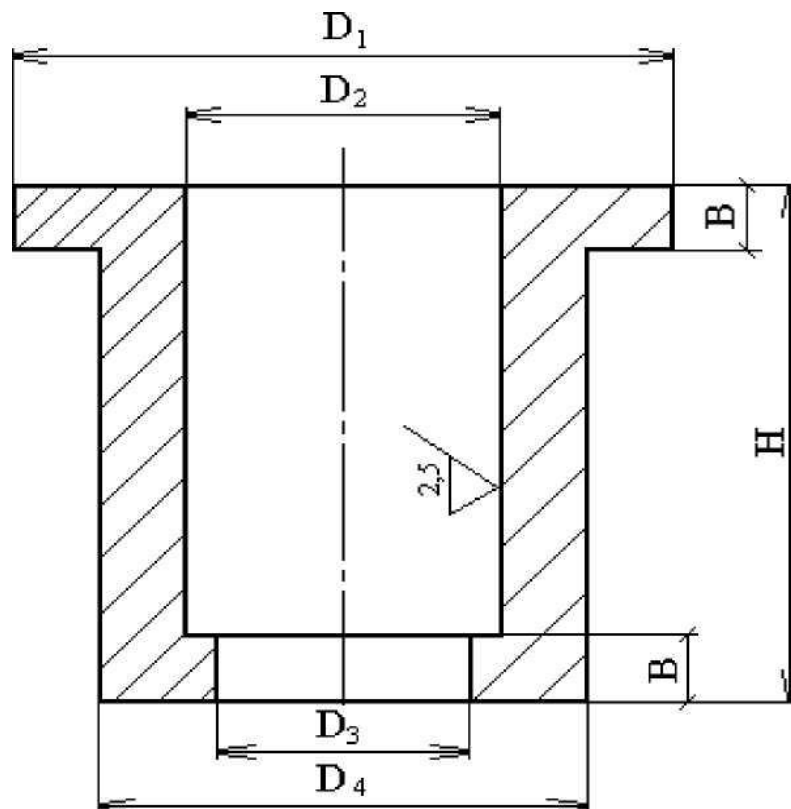
Вариант	A	D ₁	D ₂	H	h	Марка материала
9	100	50	80	40	15	СЧ20
10	120	70	100	50	15	СЧ45
11	130	70	110	60	20	35Л
12	140	80	120	70	20	45Л
13	150	90	120	70	25	20ХМЛ
14	160	100	130	80	25	20ГСЛ
15	170	100	140	90	30	35МГСЛ

Литьё по выплавляемым моделям

Приложение 3

Втулка

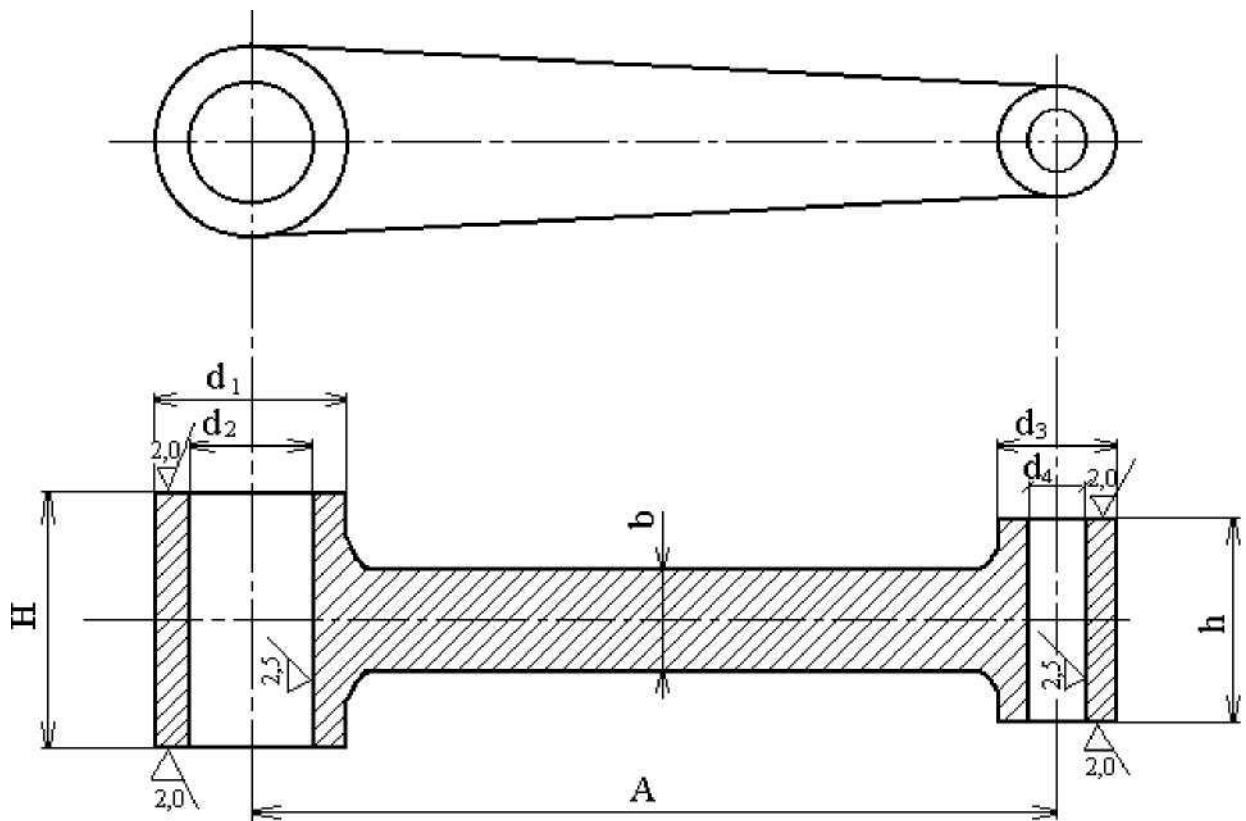
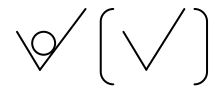
Rz 20



Вариант	D_1	D_2	D_3	D_4	H	B	Марка материала
16	200	120	100	160	180	20	БрАМц9-2Л
17	250	150	120	200	220	20	БрСЦ60-25
18	300	220	200	260	280	20	БрАЖ9-4Л
19	400	300	270	350	320	25	БрОФ6,5-0,15
20	450	350	320	400	410	25	БрС30
21	500	360	350	440	470	30	БрСЦ60-25
22	550	430	40	490	500	30	БрОЦС5-5-5

Литьё в кокиль

Приложение 4
Рычаг



Вариант	d_1	d_2	d_3	d_4	H	h	A	b	Марка материала
23	70	40	50	20	60	45	110	20	СЧ10
24	90	50	60	20	80	70	150	25	СЧ30
25	120	80	70	30	120	80	200	30	ВЧ120-2
26	130	80	90	40	120	100	250	30	35Л
27	140	90	120	70	150	130	300	35	35ХНЛ
28	150	90	130	70	160	140	350	40	45ХМЛ
29	180	100	160	90	200	170	400	40	30ГСЛ
30	200	120	180	100	210	180	450	50	35Л

Литьё в песчаные формы.

Лабораторная работа № 3

Изготовление песчано-глинистой формы для отливки

Цель работы

Научиться по чертежу готовой детали разрабатывать чертёж отливки, модели, и формы в сборе.

Оборудование, инструменты и материалы для выполнения работы:

- опоки, модель отливки, модель литниковой системы, стержневой ящик, песчано-глинистая смесь, угольная пыль.
- набор чертежей деталей,

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с теоретическим материалом.
2. В лаборатории, под руководством преподавателя изготовить песчано-глинистую форму для отливки.
3. Получить у преподавателя чертеж детали.
4. Разработать чертеж отливки, модели и формы в сборе.

1. Основные положения

Сущность литейного производства заключается в получении отливок – литых металлических изделий путём заливки расплавленного металла в специальную литейную форму, в которой он, остывая, затвердевает и сохраняет её очертания.

1.1. Литейная технологическая оснастка

Для изготовления литейной формы применяют большое число различных приспособлений, которые называют литейной оснасткой. В её состав входят модели, подмодельные плиты, стержневые ящики, опоки и др.

Модели – приспособления, при помощи которых в формовочной смеси получают отпечатки полости, соответствующие наружной конфигурации отливки. Отверстия и полости внутри отливки, а также иные сложные контуры образуют при помощи стержней, устанавливаемых в формы при их сборке.

Размеры модели делают больше, чем соответствующие размеры отливки, на величину линейной усадки сплава. Если отливки подвергаются механической обработке, то в соответствующих размерах модели учитывают размер припусков – слоя металла, удаляемого при механической обработке. Он зависит от размеров отливки и вида сплава. Припуск на верхние поверхности отливки должен быть больше, чем на нижние и боковые поверхности т.к. наверху скапливаются шлаки, частички формовочной смеси и газовые включения.

Отверстия небольших размеров, полученные литьем, трудно очистить от спёкшейся внутри стержневой смеси, которая отрицательно влияет на стойкость

режущего инструмента при последующей механической обработке. Поэтому литьём следует выполнять отверстия, диаметр которых превышает 25 – 30 мм. Чтобы легче удалить модель из формы, поверхности её расположенные параллельно направлению движения при извлечении из формы, выполняют с формовочными уклонами, зависящими от высоты отливки. Без уклонов при извлечении модели может быть разрушение формы и осыпание формовочной смеси. Для получения в форме отпечатков знаковых частей стержней, которыми стержень крепится в форме, модель имеет знаки – выступающие части. Сопряжение стенок в отливках должны быть плавными, без острых углов. Скругление внутренних углов называется галтелью, наружных – закруглением.

Модели делают из древесины, металлических сплавов и пластмасс. Деревянные модели изготавливают из плотной хорошо просушенной древесины (сосна, ясень, бук и др.). Для предотвращения коробления модель делают не из целого куска древесины, а склеивают из отдельных брусочков так, чтобы направление волокон было различным. Преимущество деревянных моделей – дешевизна, простота изготовления, небольшая масса; основной недостаток – недолговечность.

Металлические модели имеют значительно большую долговечность, высокую точность и чистую рабочую поверхность. Такие модели чаще всего делают из алюминиевых сплавов, которые имеют малую плотность, не окисляются, хорошо обрабатываются резанием.

Модели из пластмасс устойчивы к действию влаги, не подвергаются короблению, имеют небольшую массу. Перспективным является применение моделей из вспененного полистирола, газифицирующегося при заливке металла и их не надо вынимать из формы перед заливкой.

Стержневые ящики служат для изготовления стержней и должны обеспечивать равномерное уплотнение смеси и быстрое извлечение стержня. Как и модели, они имеют уклоны; при назначении размеров ящика учитывают усадку сплава и припуск на обработку. Стержневые ящики делают из тех же материалов, что и модели, а по конструкции неразъемными (вытряхными) и разъемными.

Опоки – прочные металлические рамы различной формы предназначены для изготовления литейных полуформ из формовочных смесей. Их изготавливают из серого чугуна, стали, алюминиевых сплавов и могут быть литыми, сварными или сборными из отдельных литых частей. Стенки опоки часто делают с отверстиями для уменьшения их массы, удаления газов из формы и для лучшего скрепления формовочной смеси с опокой. Соединяют опоки штырями и центрирующими отверстиями в приливах. Для скрепления опок применяют скобы или другие приспособления.

1.2. Формовочные и стержневые смеси

В литейном производстве наиболее распространено получение отливок в разовых формах, изготовленных из песчано-глинистых и других смесей. Разовая форма пригодна для получения только одной отливки. При выемке (выбивке) готовой детали форму разрушают.

Формовочные и стержневые смеси должны обладать определенными механическими, технологическими и теплофизическими свойствами, основными из которых являются: прочность, поверхностная прочность, пластичность, податливость, непригораемость, газопроницаемость и др.

Прочность – способность смеси обеспечивать сохранность формы (стержня) без разрушения при её изготовлении и использовании. Формы не должны разрушаться от толчков при сборке и транспортировке, выдерживать давление заливаемого металла.

Поверхностная прочность (осыпаемость) – сопротивление истирающему воздействию струи металла. Если она недостаточна, то происходит отделение частиц формовочной смеси, которые попадают в отливку.

Пластичность – способность смеси воспринимать очертания модели (стержневого ящика) и сохранять полученную форму.

Податливость – способность смеси сокращаться в объёме под действием усадки металла. При недостаточной податливости в отливке возникают напряжения, которые могут привести к образованию трещин.

Непригораемость – способность смеси выдерживать высокую температуру заливаемого сплава без оплавления и химического с ним взаимодействия. Плёнки пригара ухудшают качество поверхности и затрудняют последующую обработку. При оплавлении смеси резко снижается её газопроницаемость.

Газопроницаемость – способность смеси пропускать газы через стенки формы вследствие пористости. В расплавленном металле всегда содержатся растворённые газы, выделяющиеся при его охлаждении и затвердевании. Большое количество водяных паров и газов выделяется также из самих формовочных материалов при их нагревании. При недостаточной газопроницаемости в теле отливки могут образоваться газовые пузыри – раковины.

Для приготовления формовочных и стержневых смесей используют как природные, так и искусственные материалы. Песок – основной исходный материал смесей. Наиболее часто применяют кварцевый песок, в основном состоящий из кремнезема, обладающего высокой прочностью, твёрдостью, огнеупорностью $t_{пл} = 1713 \text{ }^\circ\text{C}$. Мелкозернистые пески используют для мелкого литья, что обеспечивает получение гладкой поверхности отливок. Для крупных отливок применяют крупнозернистые пески, обеспечивающие более высокую газопроницаемость формовочной смеси.

Реже для формовочных смесей применяют цирконовый песок $t_{пл} = 2000 \text{ }^\circ\text{C}$, хромит (хромистый железняк) $t_{пл} = 1850 \text{ }^\circ\text{C}$ и некоторые другие материалы. Они превосходят кварцевый песок по термохимической устойчивости, теплопроводности, но они более дороги; их используют в особо ответственных случаях, например, для получения крупных стальных отливок с чистой поверхностью.

Глина – второй основной исходный материал в формовочных смесях. Она является связующим веществом, обеспечивающим их прочность и пластичность. На практике наиболее широко используют каолинитовые или бентонитовые глины. В присутствии влаги на поверхности глинистых частиц образуются гидратные оболочки из молекул воды, которые обеспечивают сцепление частиц и вместе с тем лёгкое скольжение между ними. Чем больше глина удерживает на поверхности воды, тем выше её связующая способность, а также и пластич-

ность формовочной смеси. При нагревании (сушке) по мере удаления влаги прочность смеси возрастает.

Кроме глины в качестве связующих веществ в формовочные, а особенно стержневые смеси, вводят жидкое стекло, синтетические смолы, декстрин, сульфитно-спиртовую барду и др. Их вводят в состав смеси в количестве 1,5 – 3 %, но они значительно сокращают продолжительность затвердевания.

Для улучшения свойств песчано-глинистых смесей в них вводят добавки. В качестве противопригарных материалов для стального литья используют пылевидный кварц (маршалит), хромистый железняк; для чугунного и цветного литья каменноугольную пыль, мазут. С целью увеличения податливости и газопроницаемости литейных форм в смеси добавляют древесные опилки. По характеру использования формовочные смеси подразделяются на облицовочные, наполнительные и единые, а по состоянию литейной формы при её изготовлении и перед заливкой на сырые и сухие.

Состав формовочной смеси выбирается в зависимости от литейного сплава с учётом его температуры плавления и усадки, а также массы, размеров и конфигурации отливки. Для предотвращения пригара и улучшения чистоты поверхности отливок формы и стержни покрывают тонким слоем противопригарных материалов. Для сырых форм применяют припылы.

В формах для чугунных отливок используют порошкообразную смесь оксида магния, древесного угля и бентонита, порошкообразный графит. В формах для стальных отливок применяют порошкообразную смесь оксида магния и огнеупорной глины, пылевидный кварц, циркон и другие материалы. Для сухих форм применяют противопригарные краски, водные суспензии этих материалов с добавками связующих.

1.3. Литниковые системы

Литейную форму заливают металлом через литниковую систему, под которой понимают совокупность каналов и резервуаров, по которым расплав поступает из ковша в полость формы. Литниковая система должна обеспечивать непрерывное поступление металла в форму, питание отливки для компенсации усадки, предотвращать разрушение формы, попадание шлака и воздуха со струёй расплава.

Основными элементами литниковой системы являются литниковая чаша, стояк, шлакоуловитель, питатели (рис. 1). Чаша уменьшает размывающее действие струи расплава, задерживает всплывающий шлак. Для лучшего задержания шлаковых включений в литниковые чаши или другие элементы литниковой системы иногда устанавливают фильтры: керамические сетки, либо фильтры из специальной стеклоткани.

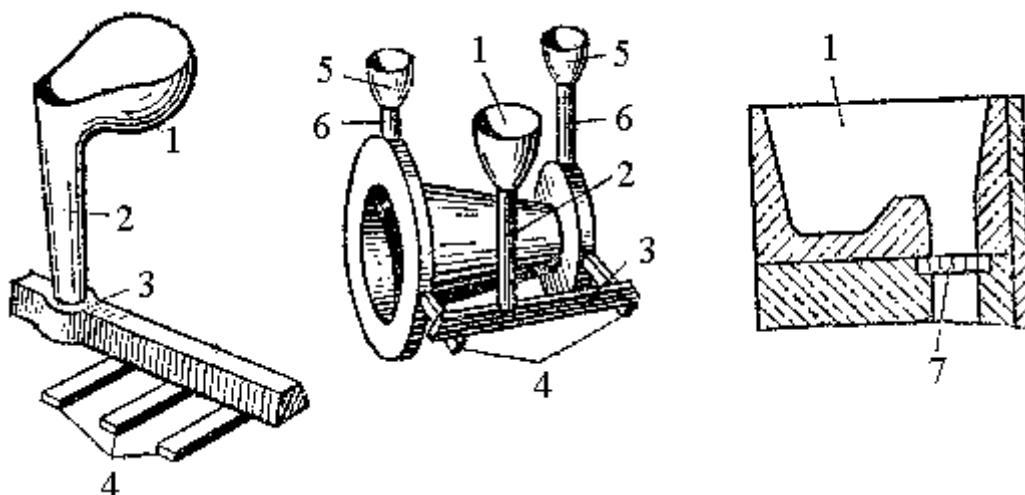


Рис. 1. Элементы литниковой системы:

1 – литниковая чаша; 2 – стояк; 3 – шлакоуловитель; 4 – питатели;
5,6 – чаша и стояк выпоров (прибылей); 7 – фильтр из специальной стеклоткани

Стояк представляет собой вертикальный конический, обычно суживающийся к низу канал круглого сечения, по которому металл из литниковой чаши или воронки попадает в шлакоуловитель.

Шлакоуловитель служит для задержания попавших в металл шлака и других включений и представляет собой горизонтальный канал обычно трапециевидного сечения, располагающийся в верхней полуформе.

Питатели представляют собой каналы прямоугольного или трапециевидного сечения, которые примыкают к нижней части шлакоуловителя и предназначаются для подвода металла непосредственно в полость формы. Их располагают в нижней полуформе на некотором расстоянии от стояка и концов шлакоуловителя, так как в противном случае в них, а следовательно, и в полость формы может попасть шлак. Для лучшего задержания шлака в литниковой системе выдерживается следующее соотношение размера сечения стояка, шлакоуловителя и питателей $F_{ст} > F_{шл} > F_{пит}$.

Над самым высоким местом полости формы, на стороне, противоположной месту подвода в неё металла, делают выпоры – каналы для выхода из формы воздуха и газов и всплывающих неметаллических включений. Они содействуют нормальной усадке застывающего сплава и позволяют контролировать полноту заполнения формы металлом.

При изготовлении отливок из стали у наиболее массивных частей делают прибыли – наполненные жидким металлом полости, предназначенные для предупреждения образования в отливках усадочных раковин и рыхлот. Они должны всё время пополнять затвердевающую отливку жидким металлом и сами затвердевать последними.

В зависимости от формы, размера отливки, состава и свойств литейного сплава применяются верхняя, нижняя (сифонная) и ярусная литниковые системы. Верхняя система наиболее проста, её применяют для мелких деталей небольшой высоты. С увеличением высоты происходит размывание формы струёй

металла, разбрызгивание и окисление его, увеличивается количество неметаллических включений в теле отливки.

Нижнюю систему применяют для средних и толстостенных отливок значительной высоты. Она обеспечивает спокойное заполнение формы металлом, но она более сложна.

Ярусная система обеспечивает последовательное питание отливки снизу вверх, и её применяют для крупных отливок. Недостатки ярусной системы – сложность в изготовлении и значительный расход металла на литники.

2. Разработка эскизов

Основой для разработки технологического процесса изготовления отливки является чертёж детали. На чертеж детали в соответствии с ГОСТ 3.1125 – 88 наносят технологические указания, необходимые для изготовления модельного комплекта, формы и стержня, и получают чертёж отливки с модельно – литейными указаниями.

На рис. 2 в качестве примера приведены эскизы стальной (а) и чугунной (б) деталей. Поверхности деталей, подвергающиеся механической обработке, условно обозначаются знаком ∇ . Остальные поверхности механической обработке не подлежат, на что указывает знак, находящийся в правом верхнем углу эскиза, рис. 2.

При разработке эскиза отливки с литейно-модельными указаниями на эскиз детали (рис. 3), условно наносят:

1. Плоскость разъёма модели и формы (1), их показывают отрезком, над которым указывается буквенное обозначение разъёма РМ. Направление разъёма показывается сплошной основной линией, ограниченной стрелками и перпендикулярной линии разъёма. Положение отливки в форме при заливке обозначается буквами В (верх) и Н (низ). Буквы проставляются у стрелок, показывающих направление разъёма.

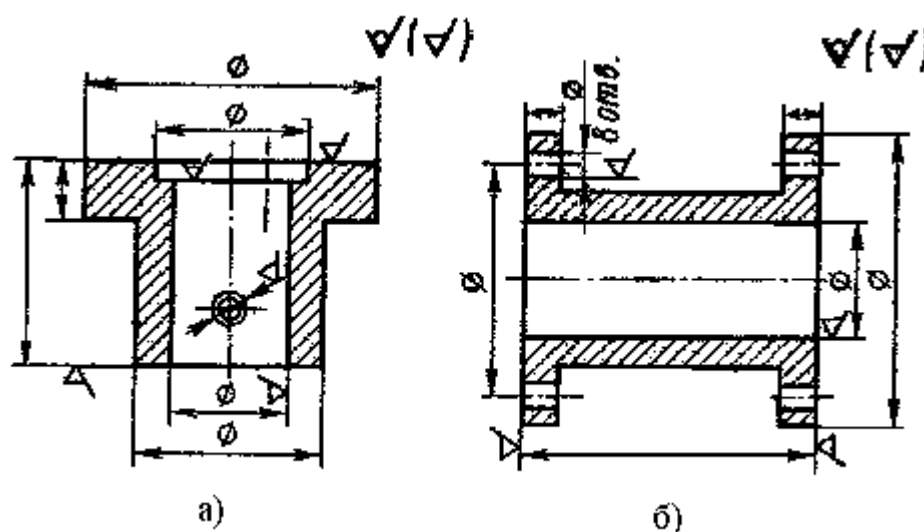


Рис. 2. Эскизы деталей: а) стальной; б) чугунной.

При выборе плоскости разъёма наиболее ответственные поверхности отливки целесообразно располагать в нижней части формы или вертикально, так как в верхней части отливки скапливаются дефекты – газовые раковины и шлаковые включения. Плоскость разъёма выбирают с учётом удобства формовки и извлечения модели из формы. Кроме того желательно, чтобы отливка или, по крайней мере, её базовые поверхности для механической обработки были расположены в одной полуформе.

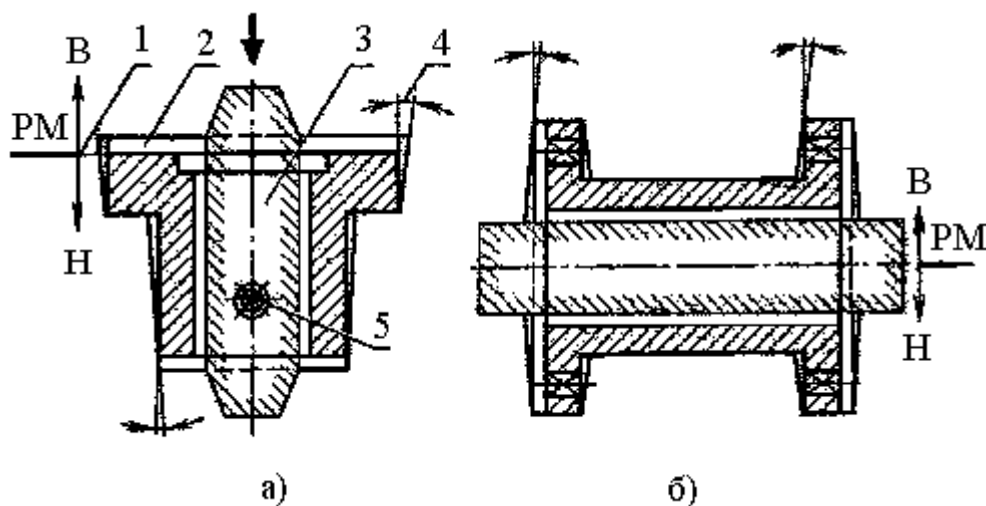


Рис. 3. Эскизы отливок: а) стальной; б) чугунной
 где: 1 – разъём модели; 2 – припуск на механическую обработку; 3 – стержень;
 4 – формовочные уклоны; 5 – необрабатываемые отверстия

2. Припуски на механическую обработку (2), их обозначают сплошными тонкими линиями у поверхностей, где указан знак обработки ∇ (допускается выполнять линию припуска красным карандашом). Величины припусков определены ГОСТ 26645 – 85 и при единичном производстве выбираются по III классу точности в зависимости от способа литья, материала отливки, положения обрабатываемой поверхности при заливке (верх, низ, бок), наибольшего габаритного и номинального размера отливки (табл. 1, 2). Под номинальным размером отливки подразумевается расстояние между двумя противоположными обрабатываемыми поверхностями или расстояние от установочной базовой поверхности до обрабатываемой.

Таблица 1

Припуски на механическую обработку отливок из серого чугуна по III классу точности в мм (ГОСТ 26645 – 85)

Наибольший габаритный размер детали в мм	Положение поверхности при заливке	Номинальный размер в мм				
		До 50	51–120	121 – 260	261 – 500	501 – 800
До 120	верх	3,5	4,5			
	низ, бок	2,5	3,5			
121 – 260	верх	4,0	5,0	5,5		
	низ, бок	3,0	4,0	4,5		

261 – 500	верх	4,5	6,0	7,0	7,0	
	низ, бок	3,5	4,5	5,0	6,0	
501 – 800	верх	5,0	7,0	7,0	8,0	9,0
	низ, бок	4,0	5,0	5,0	6,0	7,0

Таблица 2

Припуски на механическую обработку фасонных отливок из стали по III классу точности в мм (ГОСТ 26645-85)

Наибольший габаритный размер детали в мм	Положение поверхности при заливке	Номинальный размер в мм				
		До 120	121 – 260	261 – 500	501 – 800	801 – 1250
До 120	Верх	5				
	низ, бок	4				
121 – 260	Верх	5	6			
	низ, бок	4	5			
261 – 500	Верх	6	8	9		
	низ, бок	5	6	6		
501 – 800	Верх	7	8	10	11	
	низ, бок	5	6	7	7	
801 - 1250	Верх	9	10	11	12	13
	низ, бок	6	7	8	8	9

3. Отверстия, впадины, выемки, не выполняемые при литье, зачёркивают сплошными тонкими линиями (5, рис. 3а), которые допускается выполнять красным карандашом.

4. Контуры стержня со стержневыми знаками (3, рис. 3а) изображаются сплошной тонкой линией, которую допускается выполнять синим цветом. Стержни в разрезе штрихуются только у контура. Размеры знаков стержней и зазоры между знаками стержней и модели принимаются по ГОСТ 3606 – 80.

5. Формовочные уклоны (4 рис. 3а) на вертикальных стенках обозначаются тонкими линиями и выбираются в зависимости от высоты отливки от плоскости разъёма (табл. 3).

Помимо этих обозначений указывается процент усадки сплава, из которого изготовляют отливку, наносятся литниковая система, прибыли, выпоры, которые на рассматриваемом эскизе для простоты не указаны.

На рис. 3,б приведён эскиз чугунной отливки с модельно – литейными указаниями. Для этой отливки используется горизонтальный стержень, имеющий цилиндрические стержневые знаки, в отличие от вертикального стержня, у которого стержневые знаки конусные.

Таблица 3

Формовочные уклоны на отливках по ГОСТ 3212 – 80

Высота отливки от плоскости разъёма	Величина уклона		Высота отливки от плоскости разъёма	Величина уклона	
	мм	Град.		мм	Град.
До 20		3°	1,0	201 – 300	0° 30 ^l
21 – 50		1° 30 ^l	1,3	301 – 800	0° 30 ^l
51 – 100		1°	1,5	801 – 2000	0° 20 ^l
101 – 200		0° 45 ^l	2,0	св. 2000	0° 15 ^l

6. По эскизам отливок выполняются эскизы моделей (рис. 4). Модели имеют стержневые знаки (они закрашены чёрным цветом), формовочные уклоны для вертикального стержня и радиусы закруглений r в местах перехода стенок. Размеры моделей выполняют с учётом размеров детали, припусков на механическую обработку, формовочных уклонов и усадки сплава, которую выбирают по табл. 4.

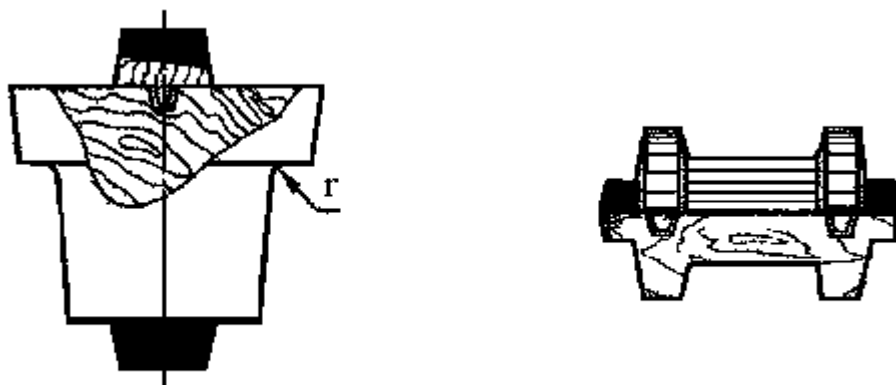


Рис. 4. Эскизы моделей
Линейная усадка литейных сплавов

Таблица 4

№ п/п	Литейный сплав	Линейная усадка, %
1	Чугун серый мелкие отливки (не более 100 кг) средние отливки (100 – 500 кг) крупные отливки (более 500 кг)	1 – 1,25 0,75 -1,00 0,5 – 0,75
2	Чугун ковкий	1,5 -- 1,75
3	Сталь углеродистая мелкие отливки (не более 100 кг) средние отливки (100 – 500 кг) крупные отливки (более 500 кг)	1,8 – 2,2 1,6 – 2,0 1,4 – 1,8

7. Для изготовления стержней служат стержневые ящики – разъёмные, либо неразъёмные. На рис. 5 приведены эскизы стержневых ящиков для вертикального (а) и горизонтального (б) стержня.

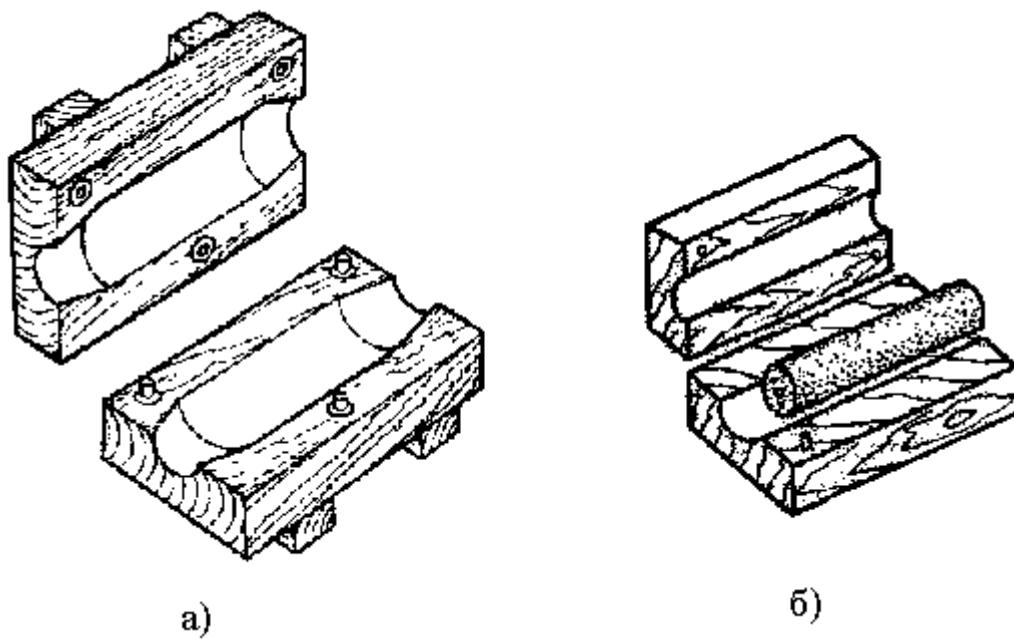


Рис. 5. Эскизы стержневых ящиков:
 а – для вертикального стержня; б – для горизонтального стержня

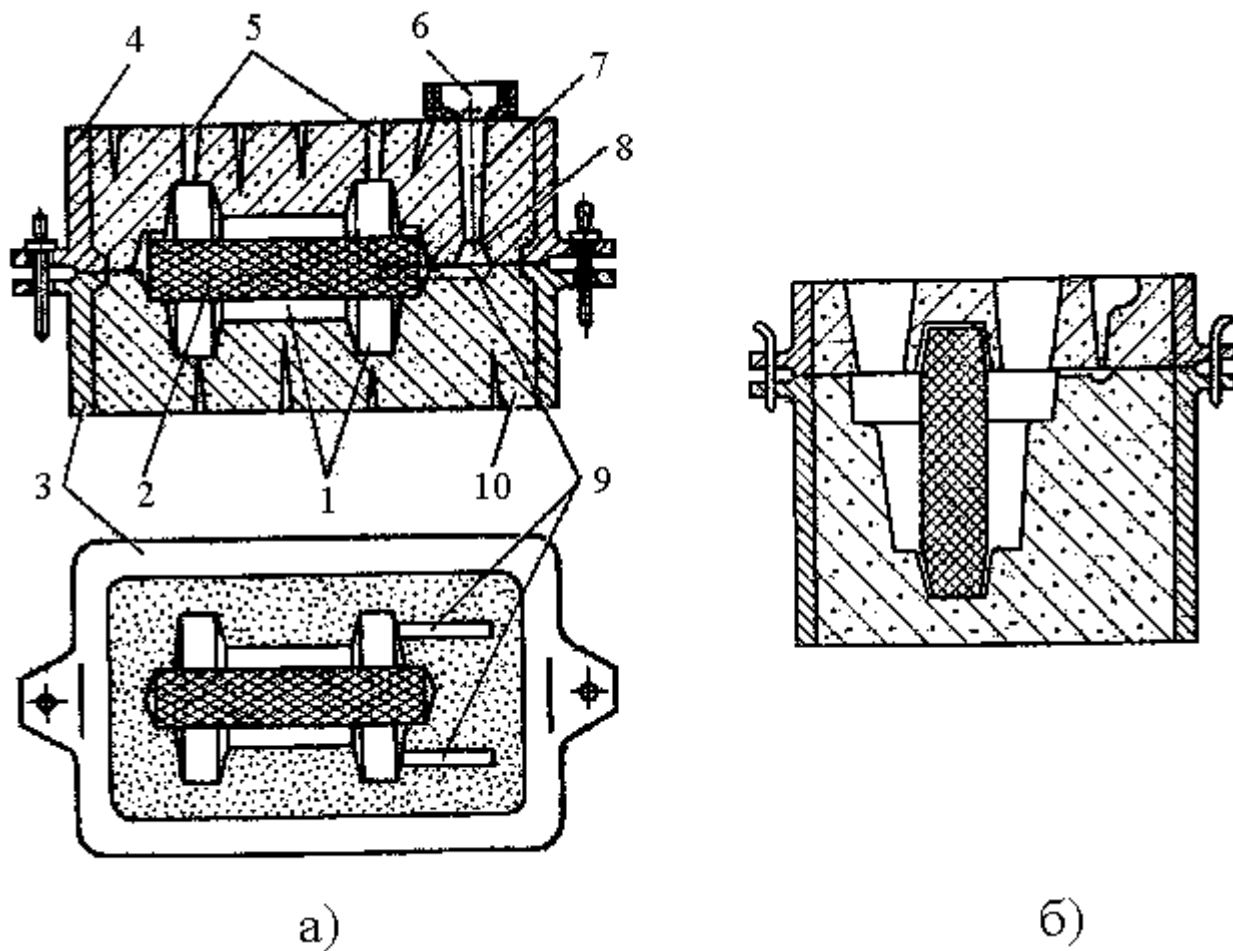


Рис.6. Эскизы собранных литейных форм:
 а – для отливки из чугуна, б – для отливки из стали.
 1 – полость формы; 2 – стержень; 3 – нижняя опока; 4 – верхняя опока; 5 – выпор; 6 – чаша; 7 – стояк; 8 – шлакоуловитель; 9 – питатели; 10 – формовочная смесь

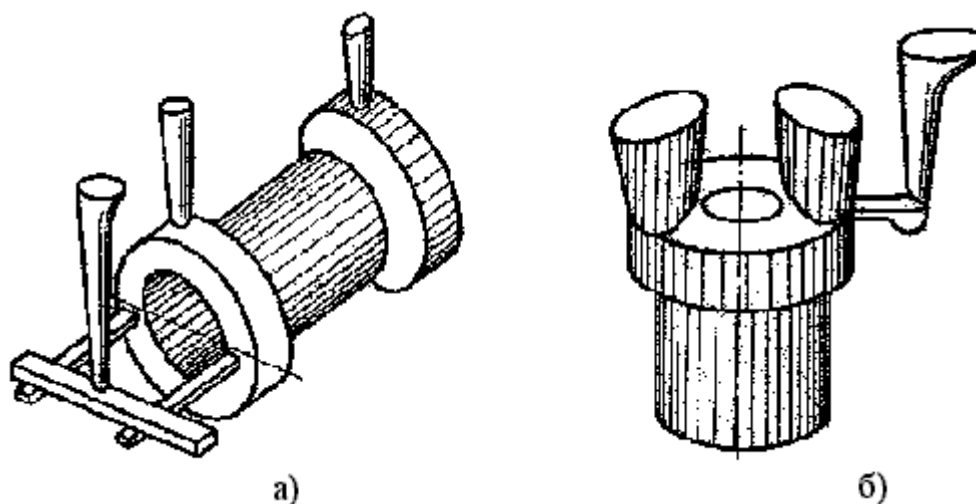


Рис.7. Эскизы готовых отливок с литниковой системой:
а – отливка из чугуна; б – отливка из стали

8. Эскизы собранных литейных форм для чугунной (а) и стальной (б) отливок даны на рис. 6. В форме для чугунного литья имеются шлакоуловитель и выпоры, а в форме для стального литья шлакоуловитель отсутствует, а для компенсации большой усадки стали и предупреждения усадочных раковин предусмотрены прибыли.

9. На рис. 7 приведены эскизы готовых чугунной (а) и стальной (б) отливок с литниковой системой.

3. Изготовление литейной формы

*Литейную форму студенты изготавливают в лаборатории,
под руководством преподавателя*

Ручную формовку в опоках по разъёмной модели для изготовления отливки в разовой песчано-глинистой форме осуществляют в следующей последовательности:

1. Изготовление нижней полуформы. Нижнюю половину модели, не имеющую центрирующих шипов, ставят плоскостью разъёма на подмодельную доску и устанавливают опоку. Поверхность модели и доски посыпают разделительным составом для уменьшения прилипания смеси к оснастке (сухой кварцевый песок, порошок талька или графита). На модель наносят слой облицовочной смеси толщиной 20 – 30 мм, уплотняют её руками вокруг всей модели. Затем заполняют остальной объём опоки наполнительной смесью и уплотняют её трамбовкой, сначала у стенок опоки, а затем в средней части. Излишек смеси срезают линейкой. В формовочной смеси на расстоянии 40 – 50 мм друг от друга и на 10 – 15 мм от модели душником накалывают отверстия для выхода газов. Заформованную опоку покрывают второй подмодельной доской и переворачивают на 180°.

2. Изготовление верхней полуформы. На нижнюю половину модели по центрирующим шипам устанавливают верхнюю половину модели, модели шлакоуловителя, стояка и выпоров. Поверхность разъёма формы посыпают тонким

слоем сухого кварцевого песка, для того чтобы формовочная смесь в верхней опоке не прилипла к смеси в нижней опоке. Верхнюю опоку устанавливают по центрирующим штырям на нижнюю. Наполняют её формовочными смесями так же, как и нижнюю. После уплотнения смеси вокруг стояка гладилкой прорезают литниковую чашу.

3. Извлечение моделей. Модели стояка и выпоров раскачивают и удаляют из верхней полуформы. Верхнюю опоку снимают и поворачивают на 180° разъемом вверх. В плоскости разъема нижней полуформы гладилкой прорезают питатели. Из полуформ после лёгкого раскачивания удаляют половины моделей и модель шлакоуловителя. Устраняют возможные дефекты формы, возникшие при извлечении моделей, обдувают обе полуформы сухим сжатым воздухом для удаления возможного засора. Поверхность полуформ припыливают молотым древесным углём или графитом.

4. Сборка литейной формы. В нижнюю полуформу, если требуется, устанавливают стержень и накрывают её верхней полуформой. Полуформы фиксируют штырями или скобами и на верхнюю полуформу устанавливают груз, для предотвращения ухода жидкого металла через разъем формы во время заливки. Производится заливка металла в форму до тех пор пока он, поднимаясь снизу, не заполнит до верха выпоры.

4. Содержание отчёта

1. Титульная часть
2. Цель работы.
3. Теоретическая часть
Описание последовательности изготовления литейной формы.
(Ответы на контрольные вопросы)
4. Практическая часть (чертится на миллиметровой бумаге):
 - 4.1. Эскиз детали.
 - 4.2. Эскиз отливки.
 - 4.3. Эскиз модели.
 - 4.4. Эскиз собранной литейной формы.
5. Выводы.

5. Контрольные вопросы.

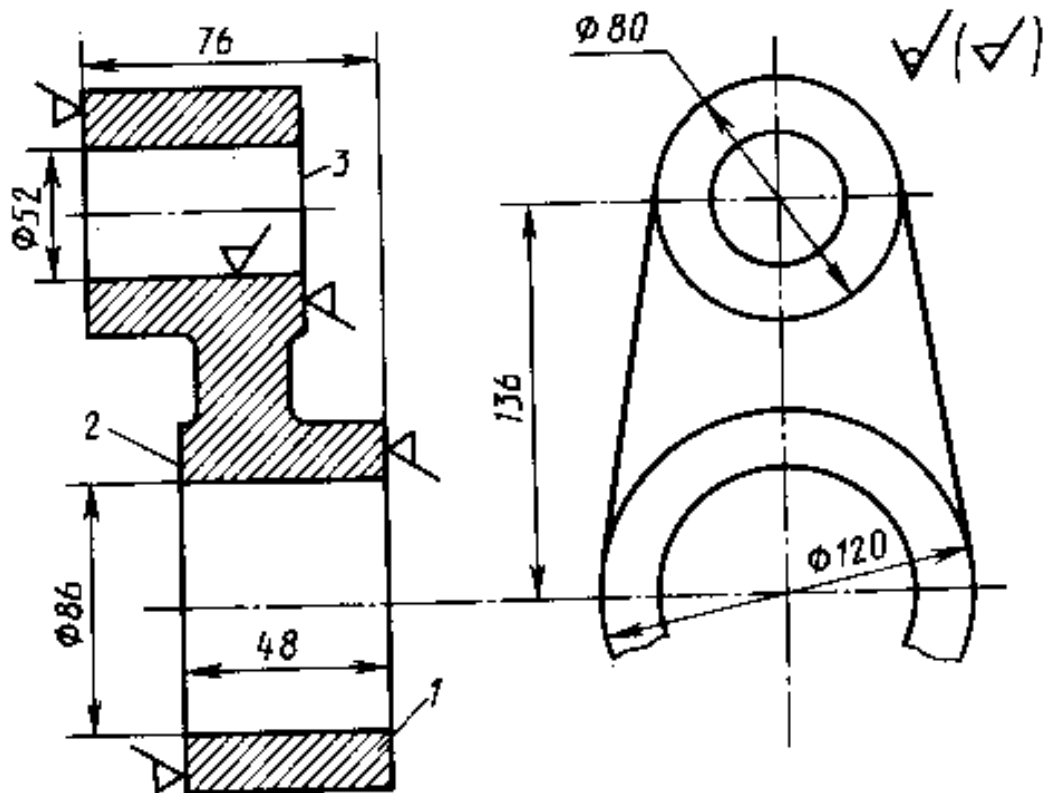
1. В чём состоит сущность литейного производства?
2. Что такое модель и из каких материалов она изготавливается?
3. Чем модель отличается от отливки?
4. Какую часть детали отражают модель и стержень?
5. Как изготавливаются отверстия в отливках?
6. Из каких материалов изготавливаются формовочные и стержневые смеси и какие требования предъявляются к ним?
7. Для чего назначаются формовочные уклоны?
8. В чём заключается назначение стержневых знаков?
9. Для чего предназначается литниковая система и из каких элементов она

состоит?

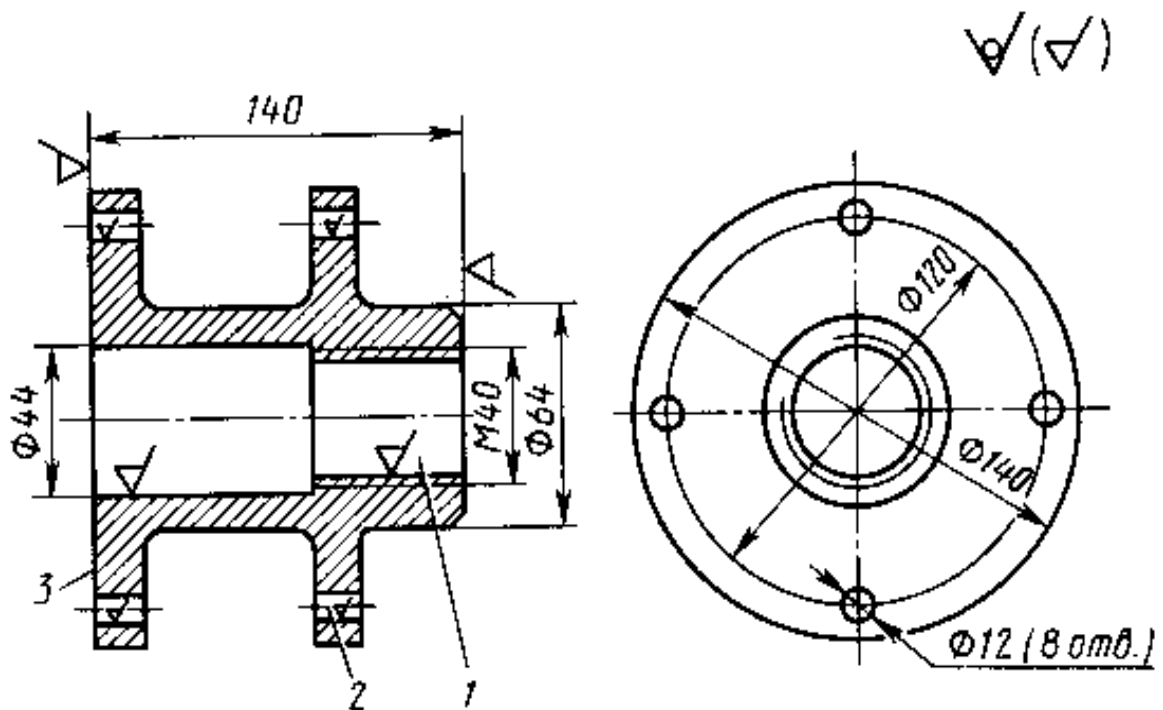
10. Что такое усадка металла и как она учитывается при изготовлении литейной формы?

11. Какова последовательность изготовления литейной формы?

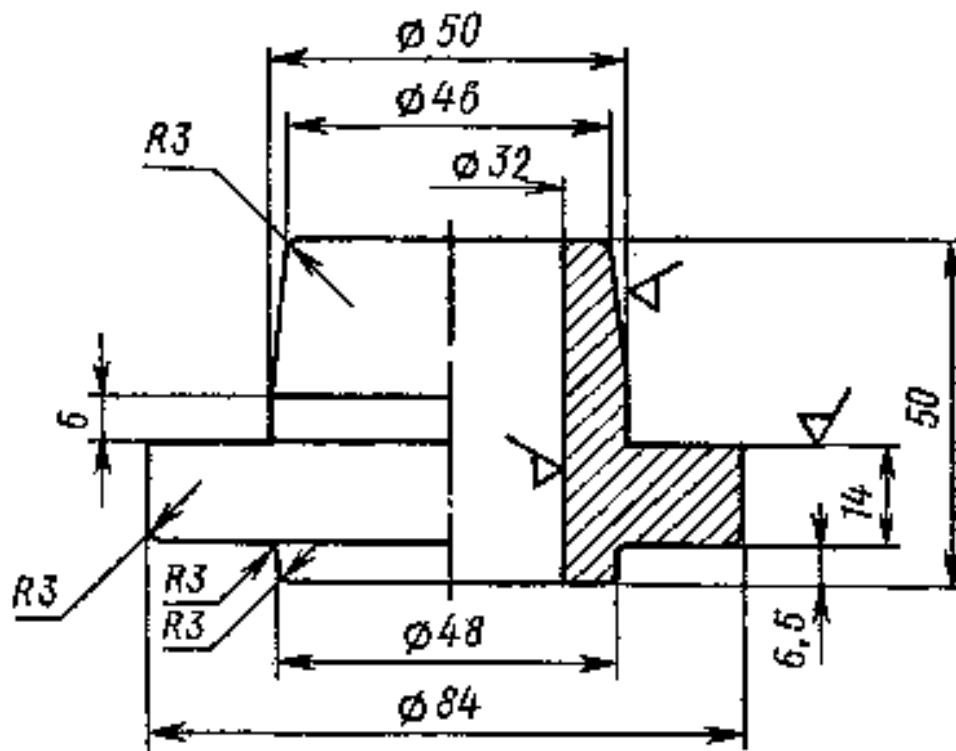
Чертежи заданий для выполнения работы



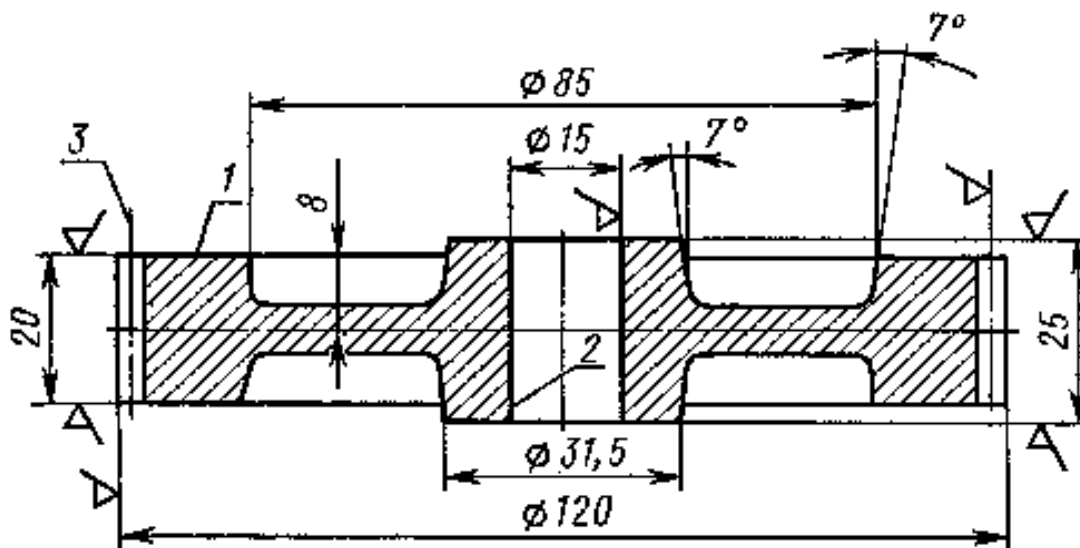
Вариант 1. Серьга Сталь 30Л



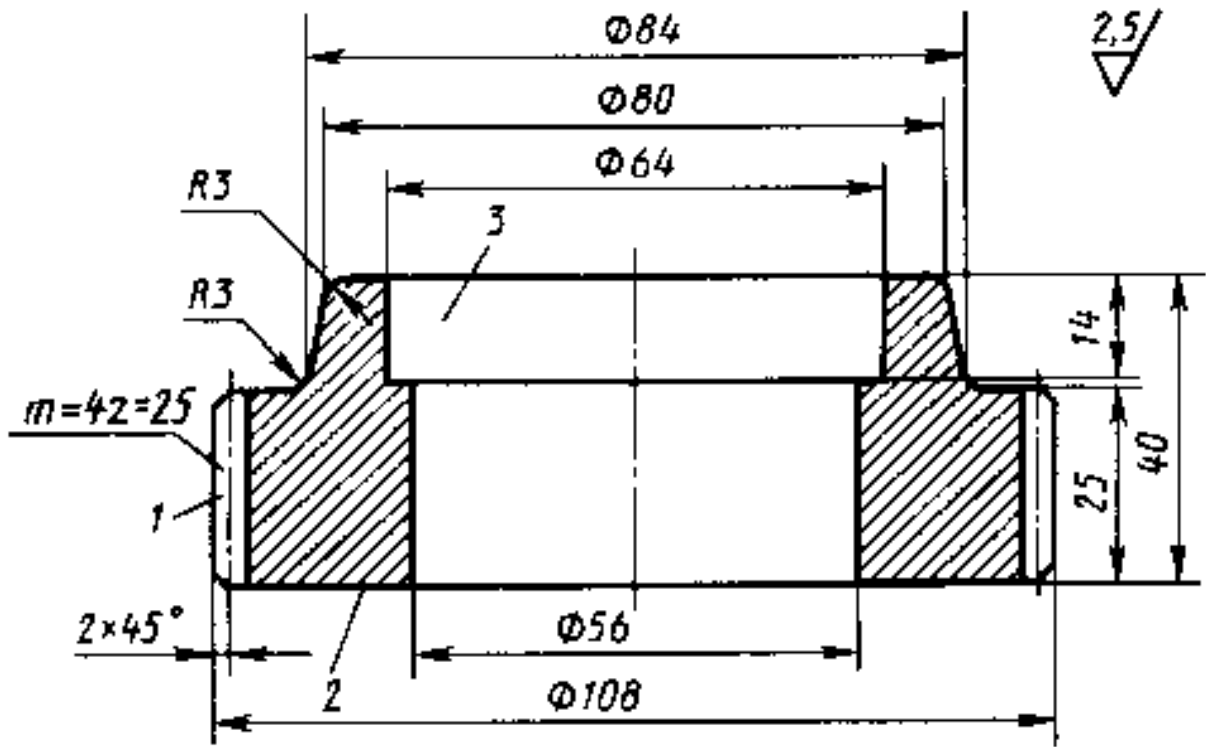
Вариант 2. Фланец Чугун СЧ 10



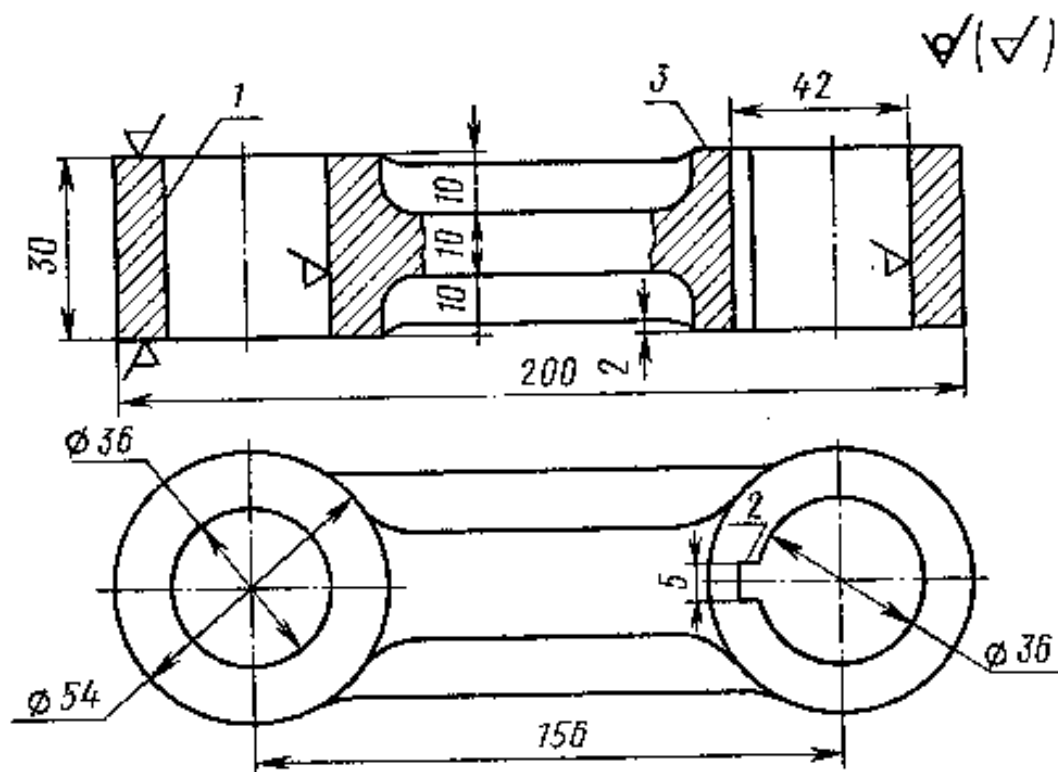
Вариант 3. Ступица Сталь 40X



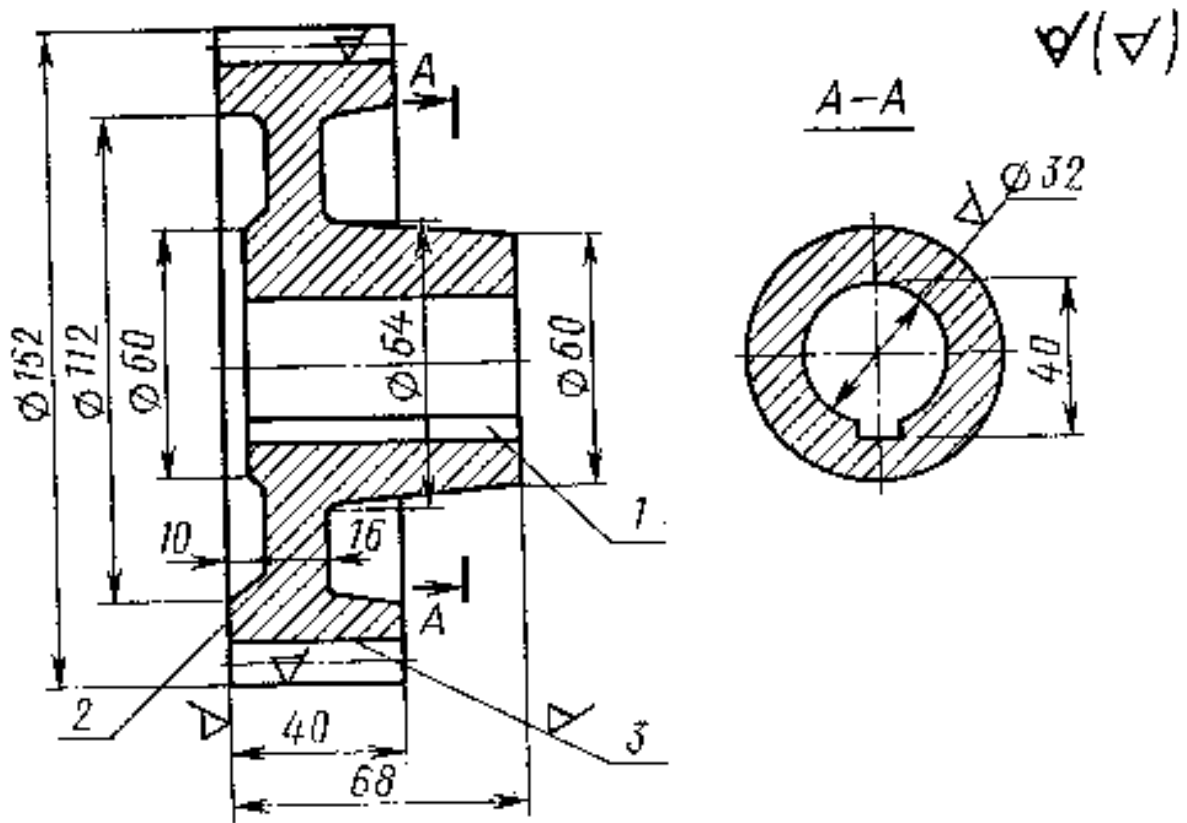
Вариант 4. Шестерня. Сталь 40



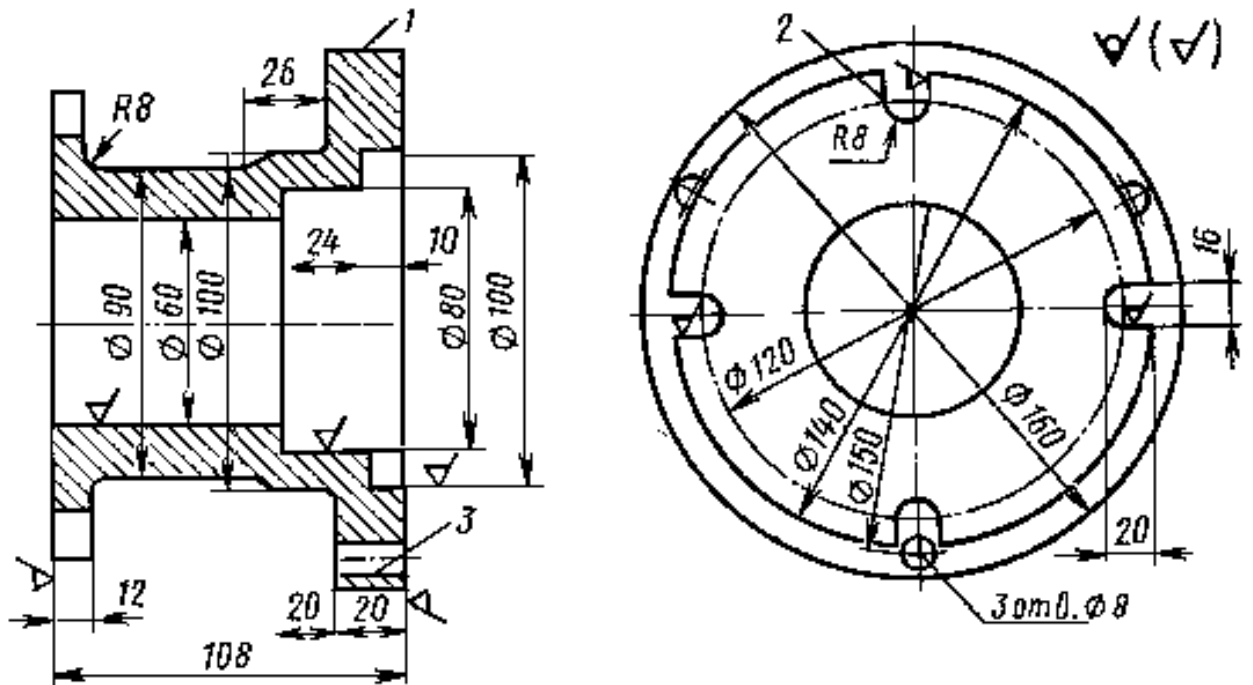
Вариант 7. Шестерня Сталь 45



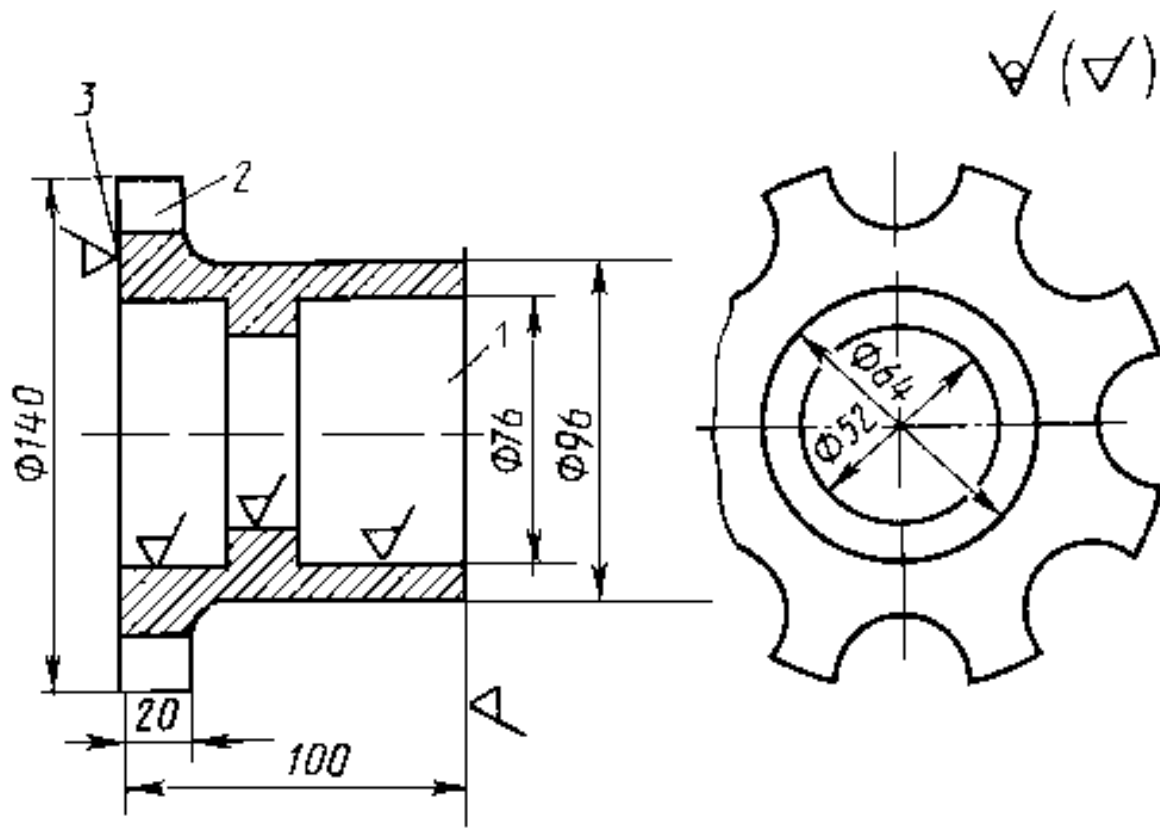
Вариант 8. Серьга Чугун КЧ 36-6



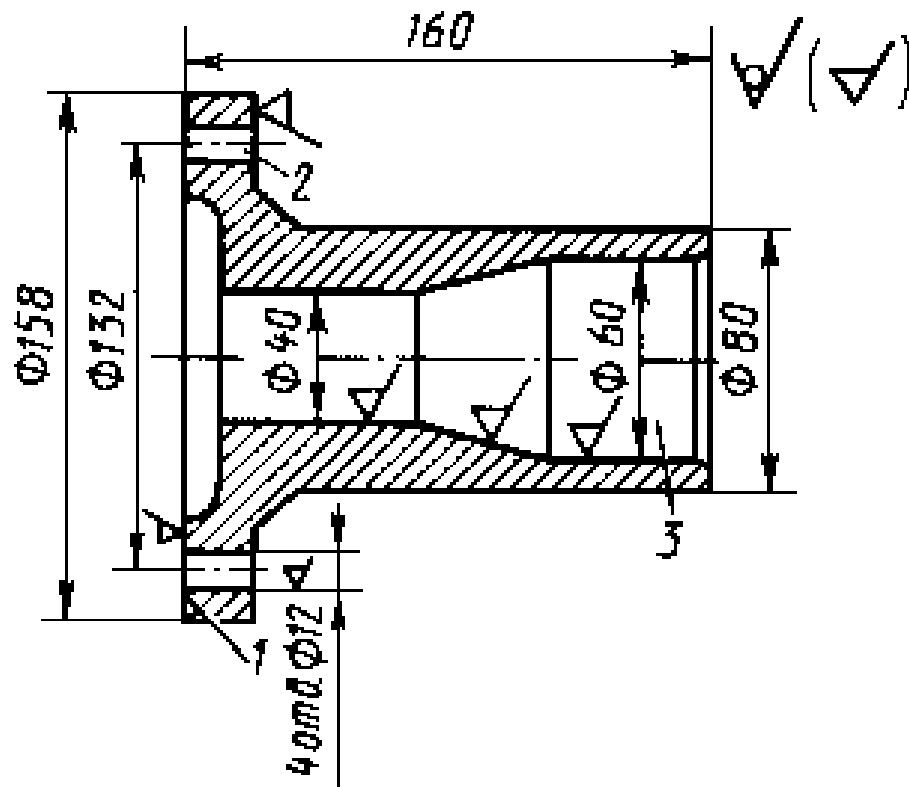
Вариант 9. Колесо Сталь 50



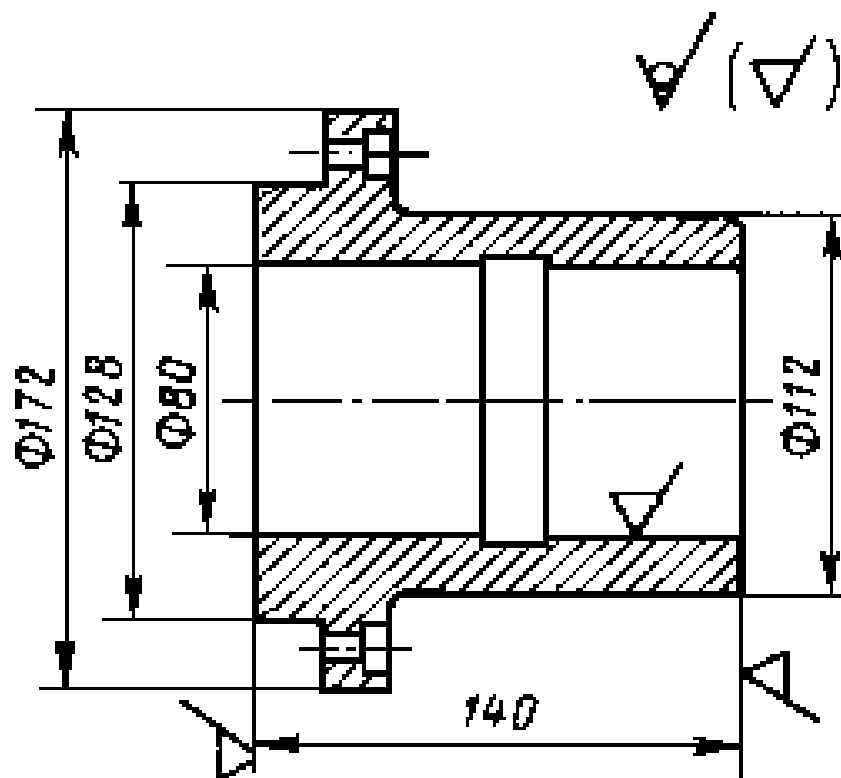
Вариант 10. Корпус Сталь 40Л



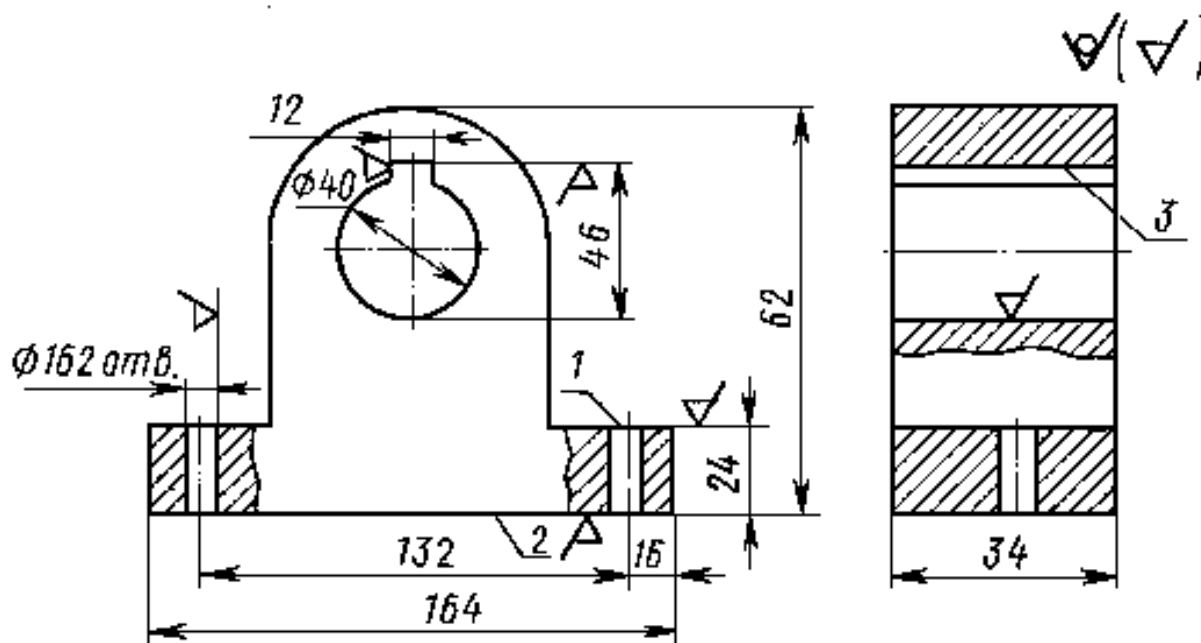
Вариант 11. Переходник Чугун СЧ 10



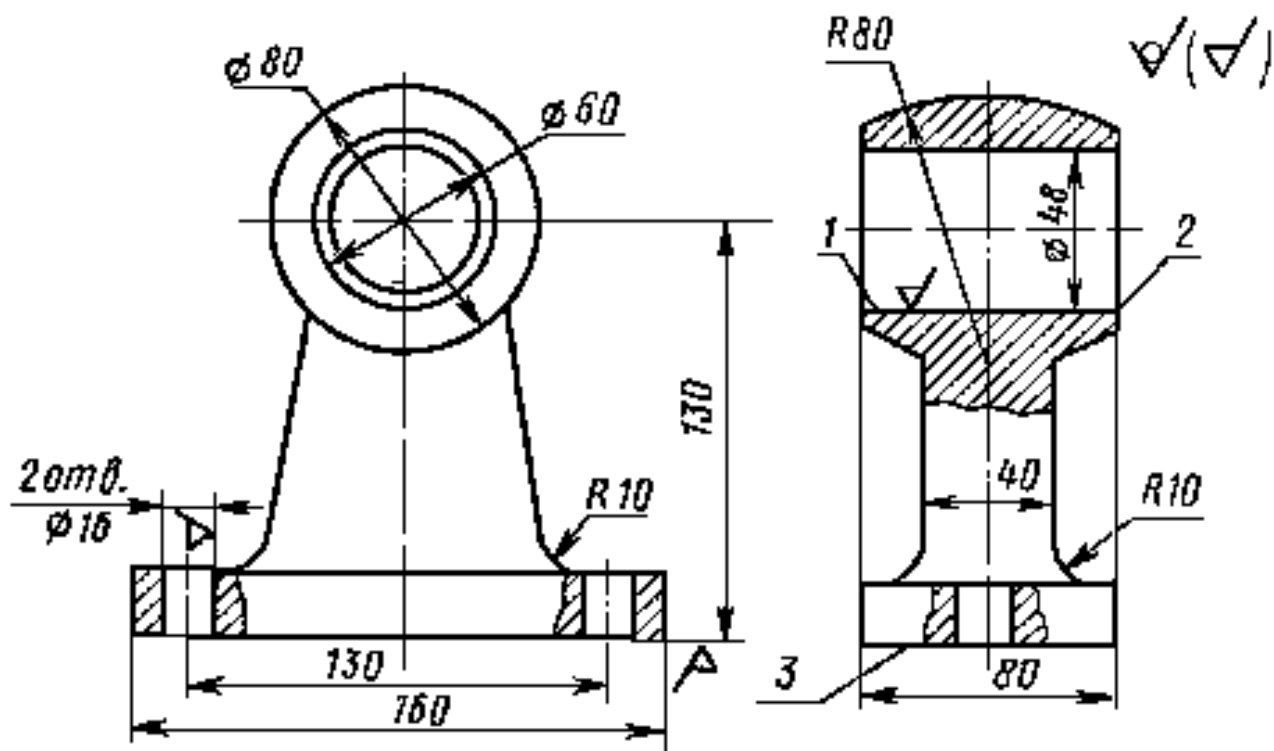
Вариант 12. Втулка Сталь 30



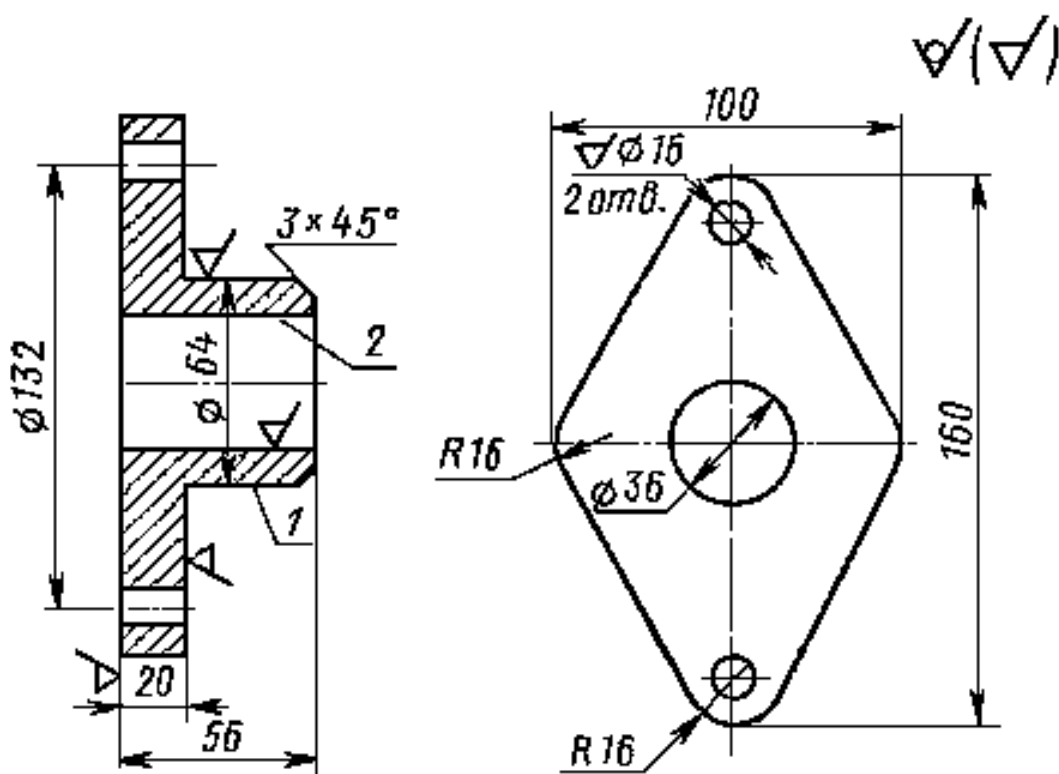
Вариант 13. Стакан Сталь 40ХН



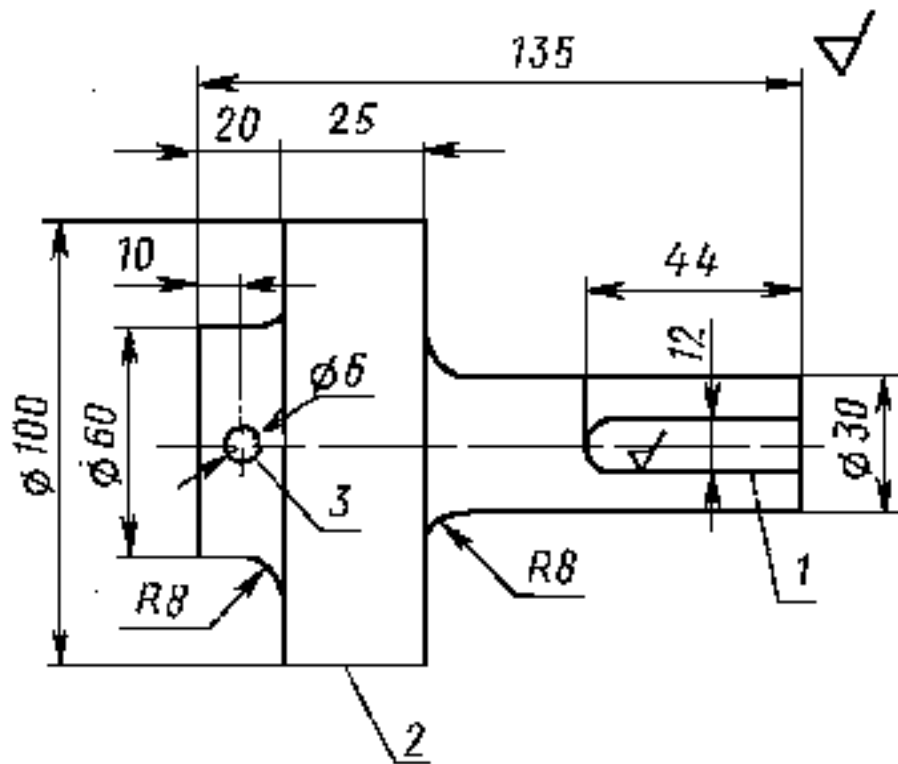
Вариант 14. Опора Чугун СЧ 25



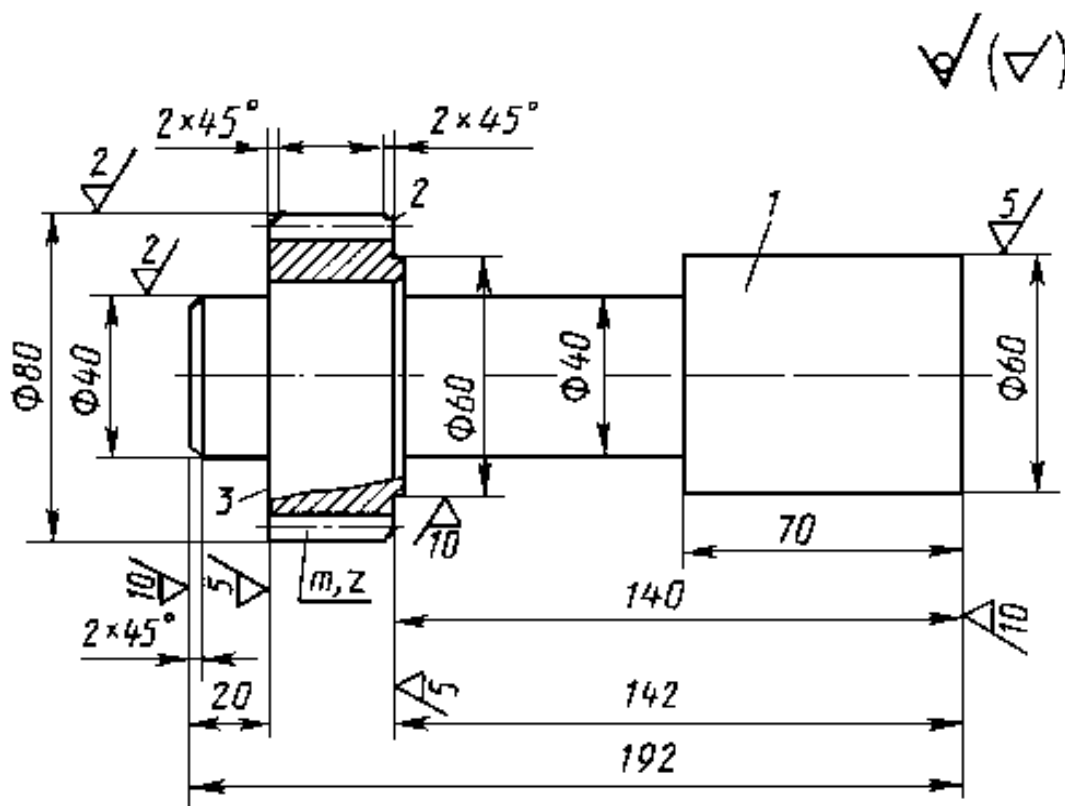
Вариант 15. Корпус СЧ 20



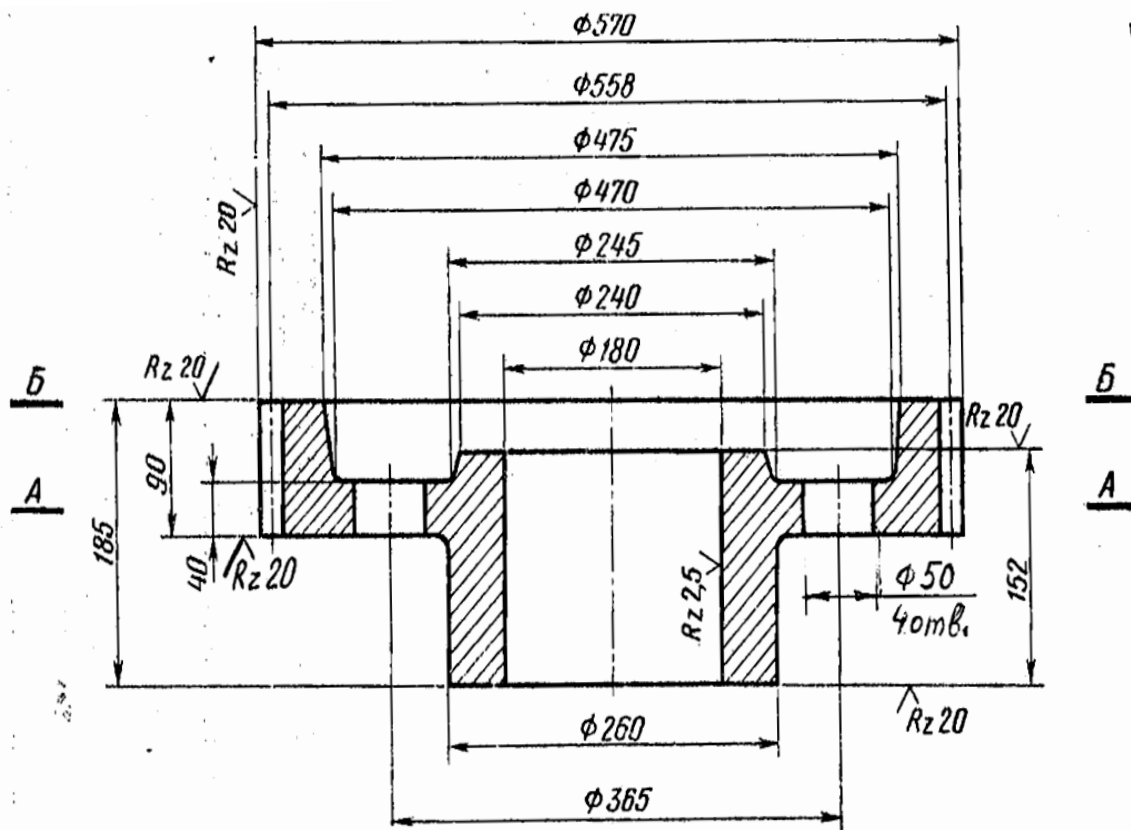
Вариант 16. Фланец Сталь 30Л



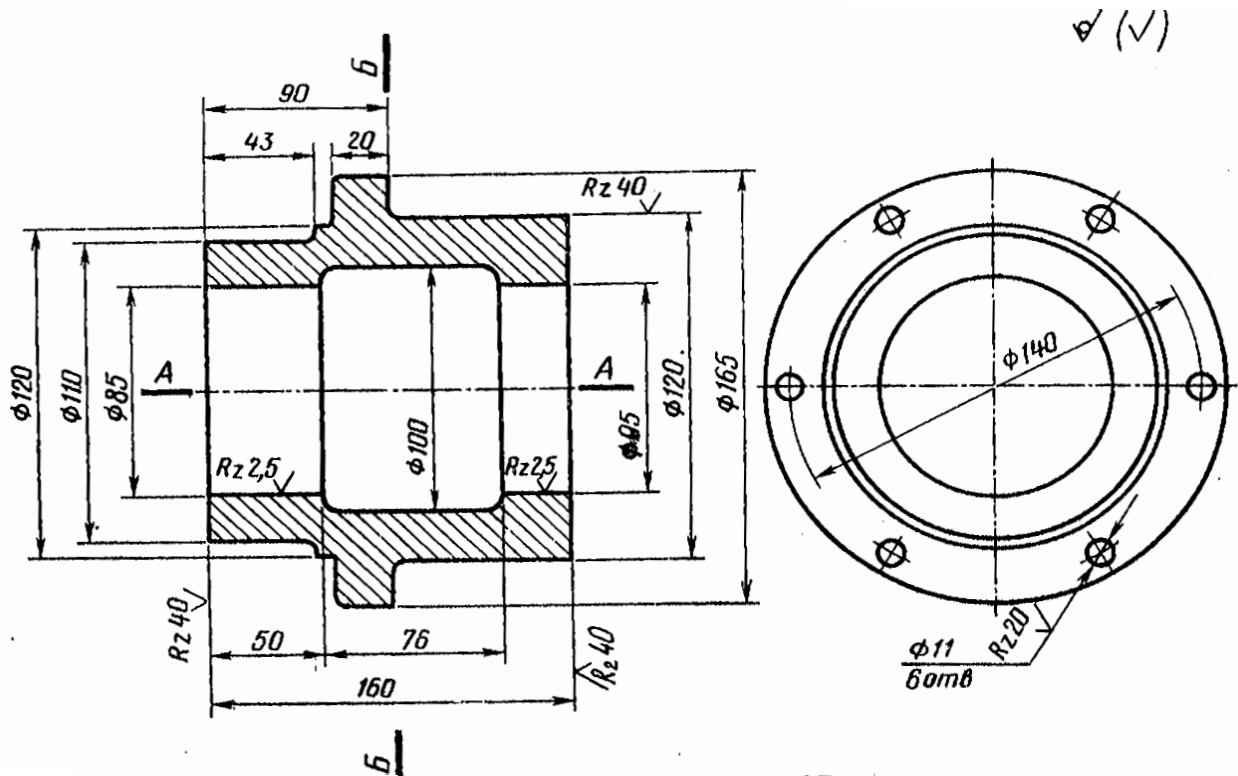
Вариант 17. Штуцер Сталь 20



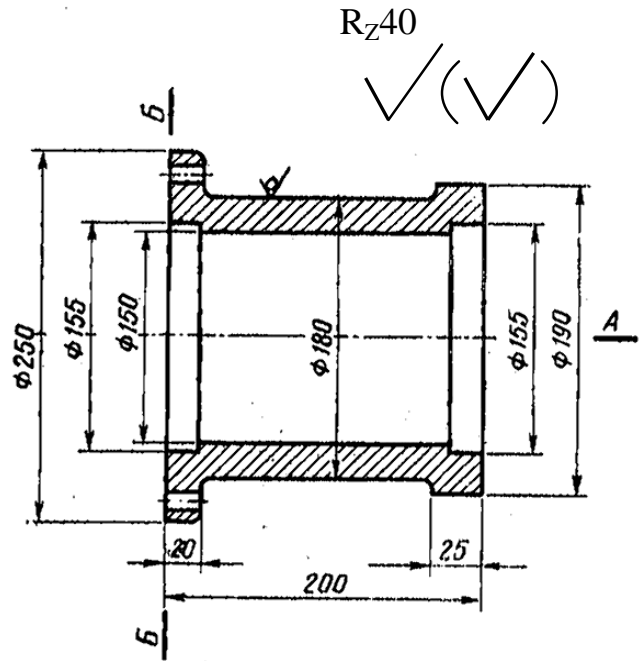
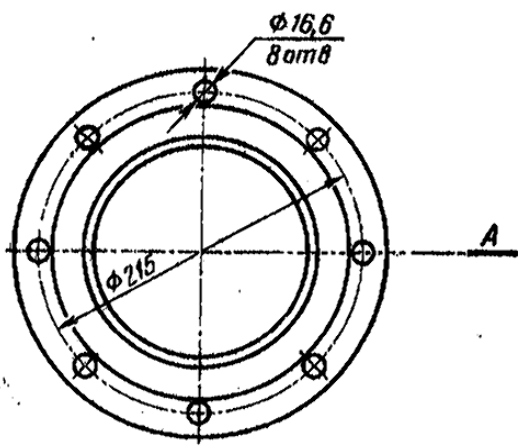
Вариант 18. Промежуточный вал Сталь 45



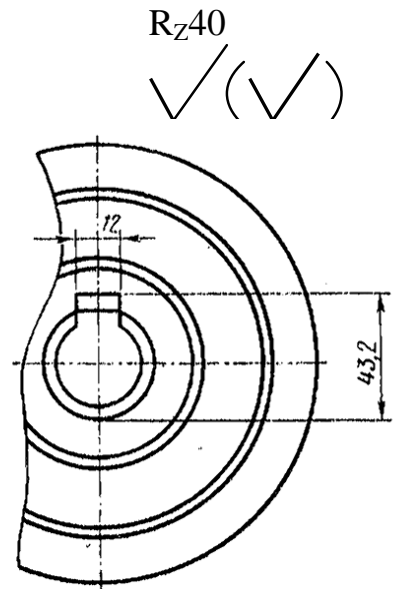
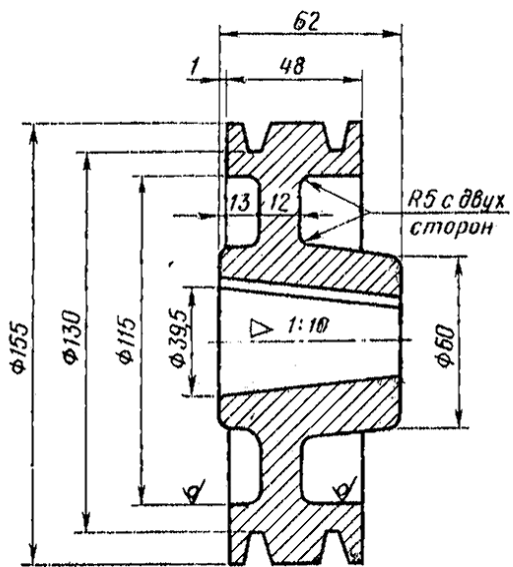
Вариант 19. Зубчатое колесо. Сталь 45.



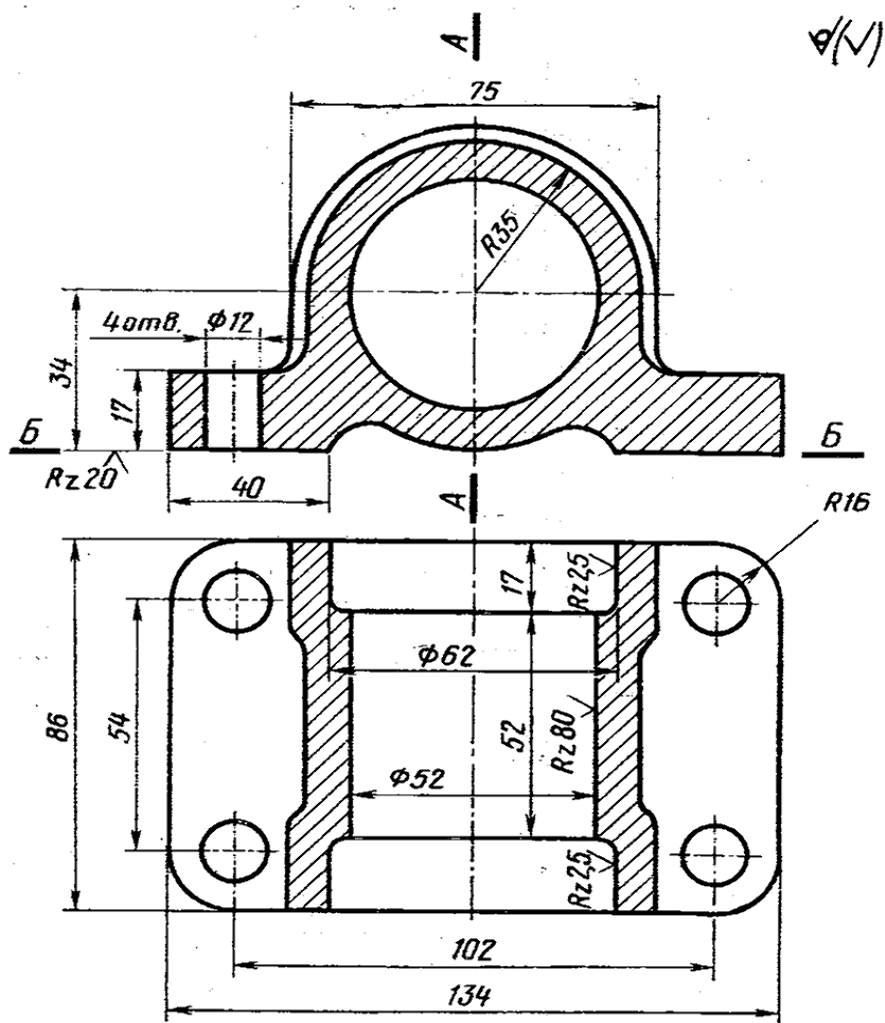
Вариант 20. Фланец. Сталь 30Л.



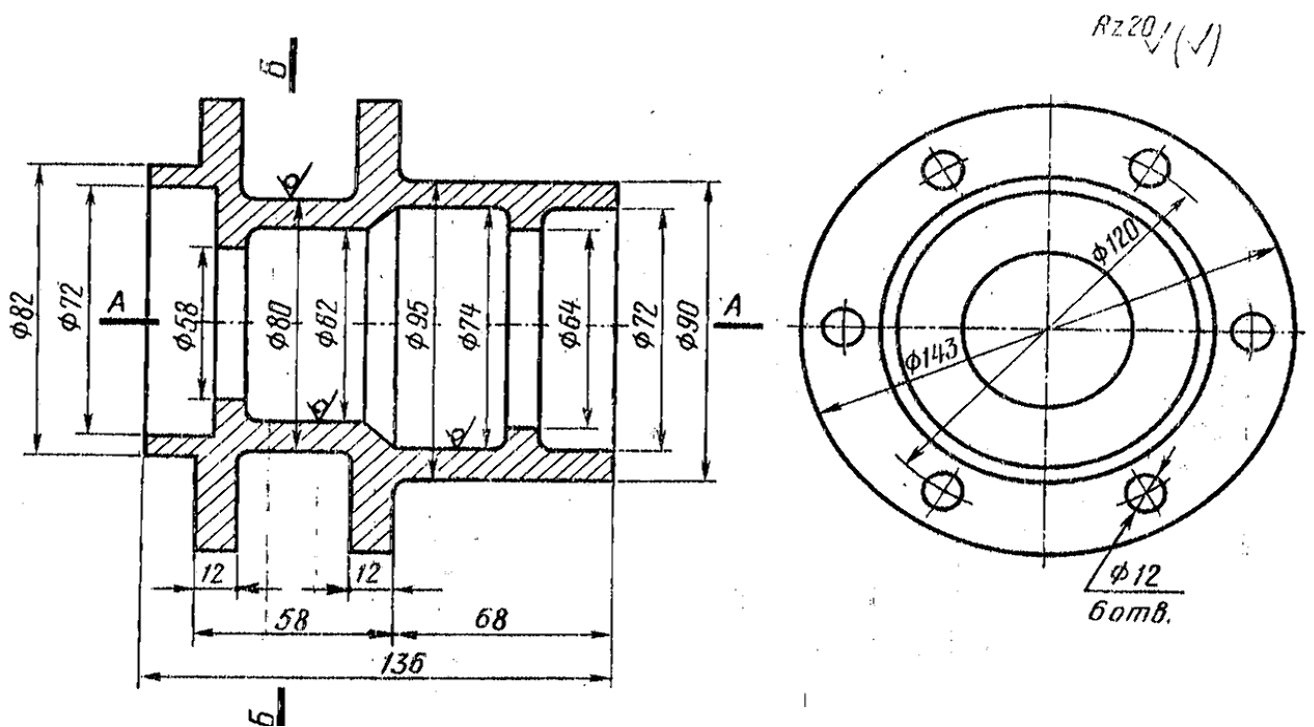
Вариант 23. Втулка. Сталь 25Л



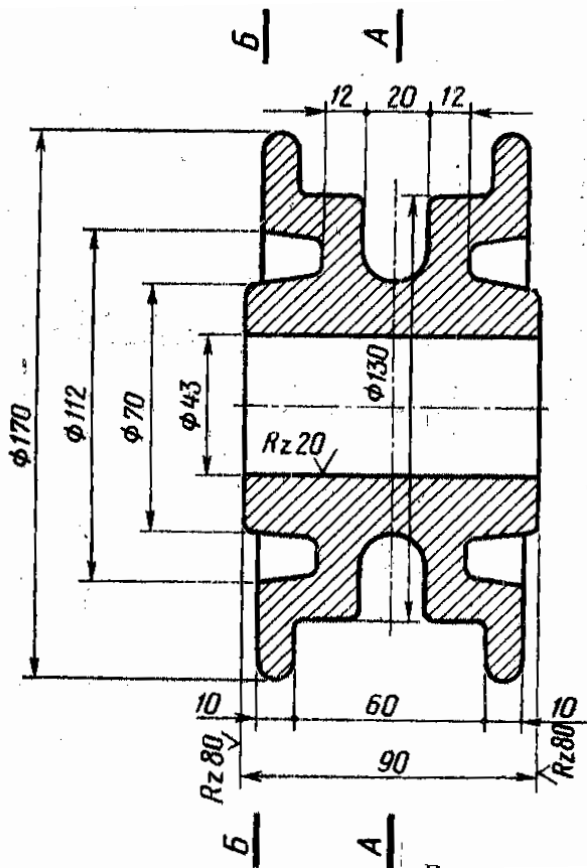
Вариант 24. Шкив. Сталь 40



Вариант 25. Корпус. Чугун СЧ 20

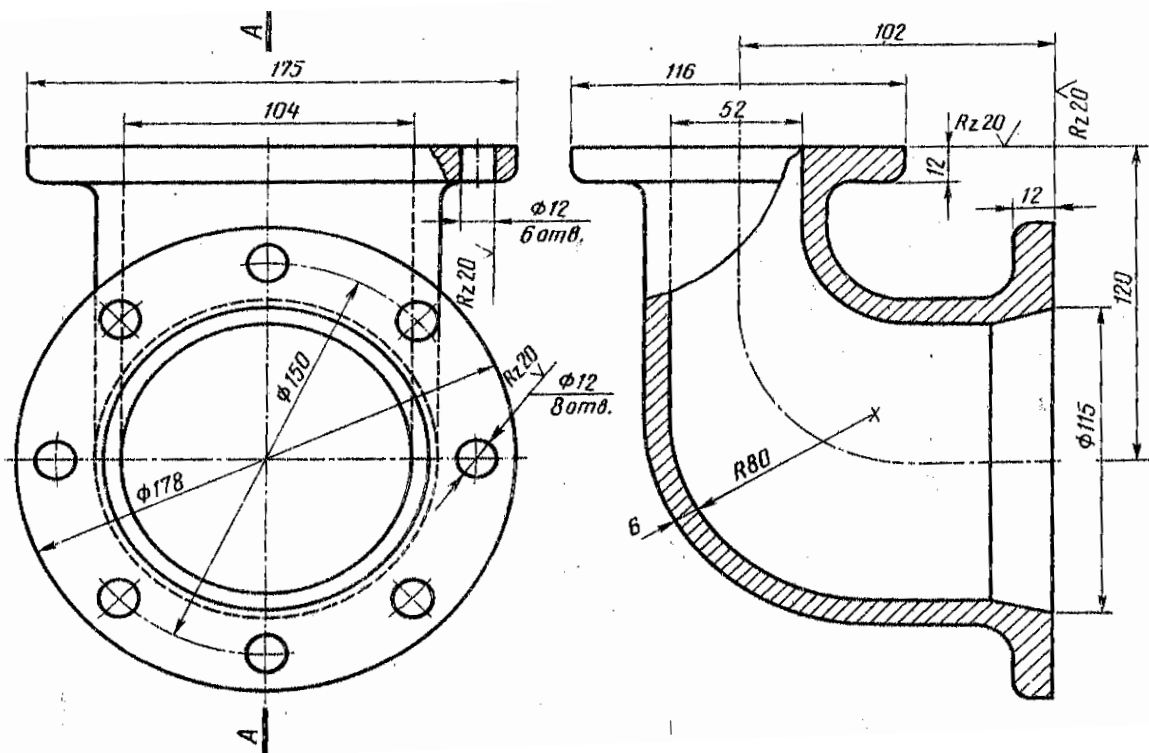


Вариант 26. Фланец. Чугун СЧ 20



✓(✓)

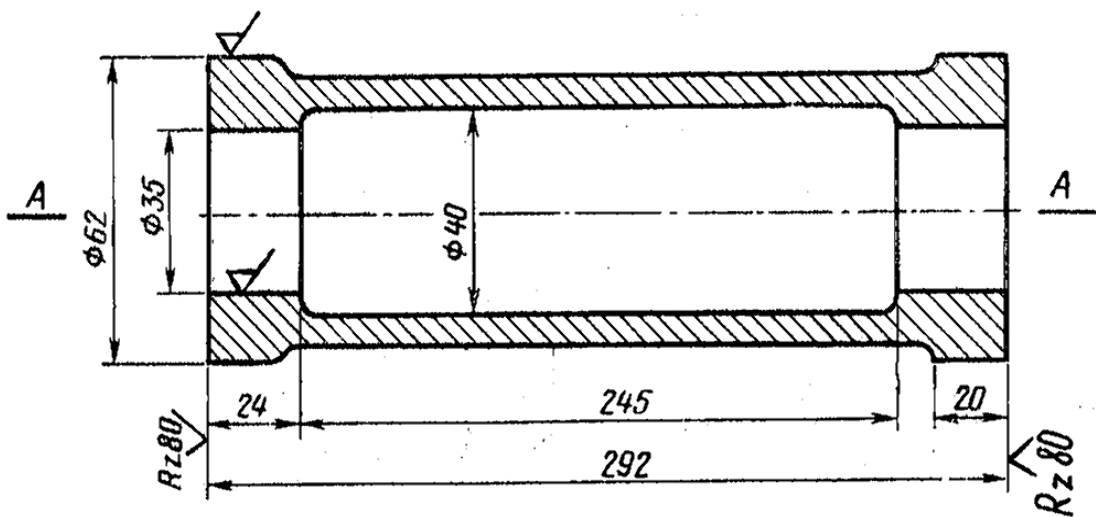
Вариант 27. Каток. Сталь 40Л



✓(✓)

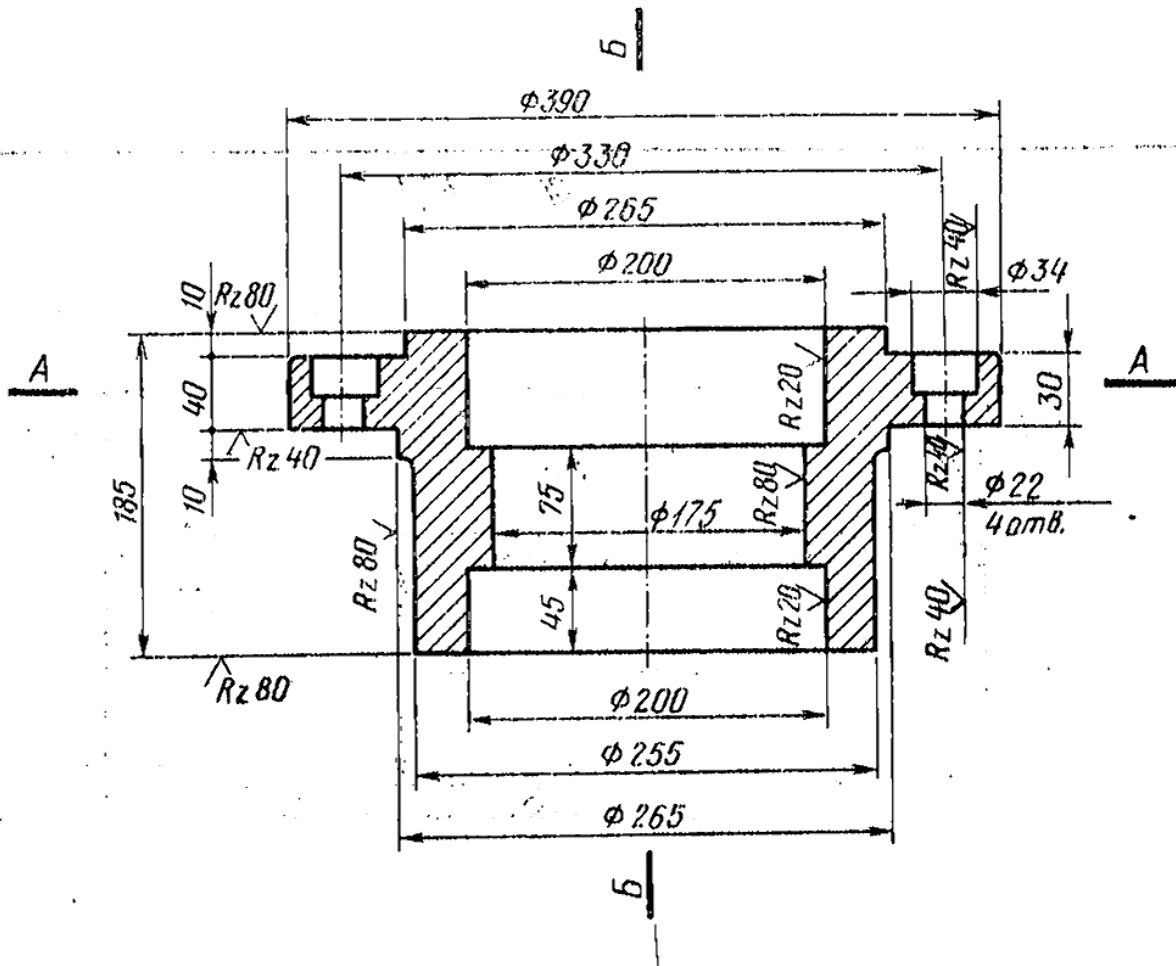
Вариант 28. Патрубок. Сталь 30Л

✓ (✓)



Вариант 29. Втулка. Сталь 30

✓ (✓)



Вариант 30. Стакан. Сталь 30

Библиографический список

1. Технология конструкционных материалов. Учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов. - А.М. Дальский, Т.М. Барсукова, А.Ф.Вязов и др. – М.: Машиностроение, 2005. – 592с.
2. Материаловедение и технология конструкционных материалов для железнодорожной техники. Учебник для вузов ж.д. транспорта. – Н.Н.Воронин, Д.Г.Евсеев, В.В.Засыпкин и др. Под ред. Н.Н.Воронина. – М.: Маршрут, 2004. – 456с.
3. Материаловедение и технология конструкционных материалов. – О.С. Комаров, В.Н.Ковалевский, Л.Ф.Керженцева и др. Под общ. ред. О.С. Комарова. – Минск. Новое знание. 2009. – 671с.