

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ГОУ ВПО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра технологии металлов

Н.К. Джемилев
В.В. Илюшин

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ОТЛИВОК В ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТЫХ ФОРМАХ

Методические указания для выполнения практической работы
по учебной дисциплине «Технология конструкционных материалов»
для студентов очной и заочной формы обучения.

Направления 150400 – Технологические машины и оборудование,
190500 – Эксплуатация транспортных средств,
250300 – Технология и оборудование лесозаготовительных и деревообра-
батывающих производств.
Специальности 190603, 190701, 190702, 250403, 220501

Екатеринбург
2012

Печатается по рекомендации методической комиссии ЛМФ.
Протокол № от

Рецензент – В.А. Ягуткин, доцент, канд. техн. наук

Редактор
Оператор компьютерной верстки

Подписано в печать		Поз.	
Плоская печать	Формат 60x84 1/16	Тираж	экз.
Заказ	Печ.л.	Цена	

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Наиболее широкое распространение для изготовления отливок получили песчано-глинистые литейные формы. Это объясняется их универсальностью по конфигурациям отливок, видам применяемых сплавов, масштабам производства. Полость литейной формы образуется отпечатком модели в формовочной смеси. Внутренняя поверхность отливки образуется с помощью стержней, устанавливаемых в форму. Между внутренней полостью формы и поверхностью стержня образуется пространство, в которое заливают жидкий металл, после затвердевания образующий отливку. Для поступления металла в полость формы служат специальные каналы - литниковая система.

Для облегчения извлечения модели при изготовлении литейной формы вертикальные стенки модели выполняют с уклонами.

Разработка технологий получения отливки состоит из следующих основных этапов: 1) разработка литейного чертежа отливки; 2) определение внешнего контура и размеров стержня; 3) выбор конструкции и размеров стержня; 4) расчет элементов литниковой системы; 5) составление эскиза формы.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

По чертежу детали разработать технологию изготовления отливки в песчано-глинистой форме (варианты заданий выдает преподаватель по приложению 1).

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1 Разработка литейного чертежа отливки

Рассмотрим последовательность разработки литейного чертежа на двух примерах (рис. 1 и 2).

1.1 Выбор положения отливки при заливке и выбор плоскости разъема.

Разработку технологий литейной формы для получения отливки начинают с выбора плоскости разъема модели, формы и положения отливки в форме.

Плоскости разъема модели и формы выбирают с учетом конфигурации детали, особенно таких элементов, которые могут препятствовать свободному извлечению модели из полуформы. Положение плоскости разъема модели и формы указывают на чертеже: рядом с проекцией детали про-

водят сплошную толстою линию с буквенным обозначением *МФ* (разъем модели, формы) (рис. 3 и 4).

Положение отливки в форме показывают стрелками и обозначают буквами *В* (верх) и *Н* (низ) (рис. 3 и 4).

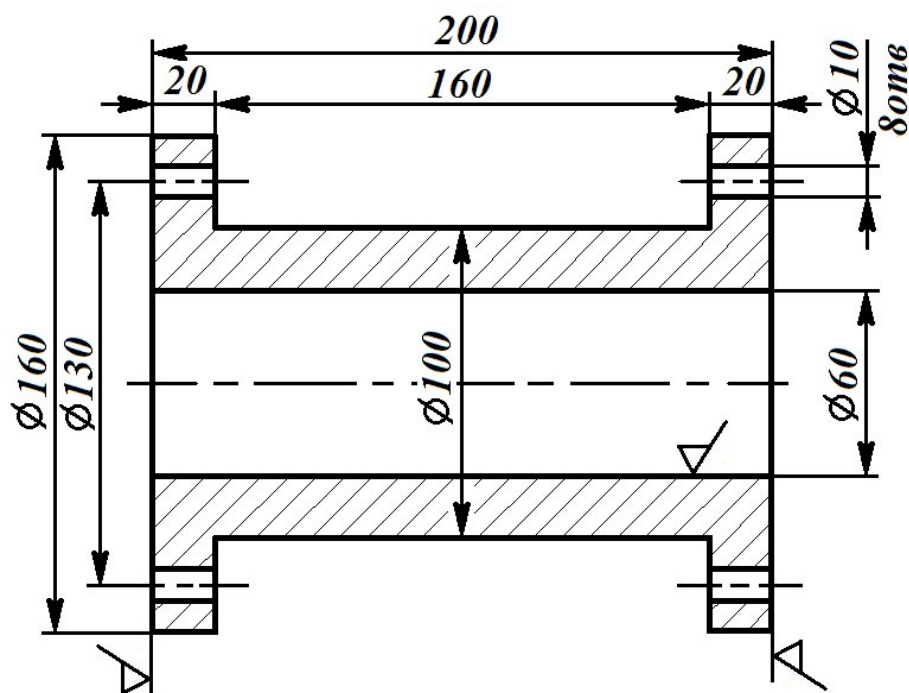


Рис. 1. Втулка стальная

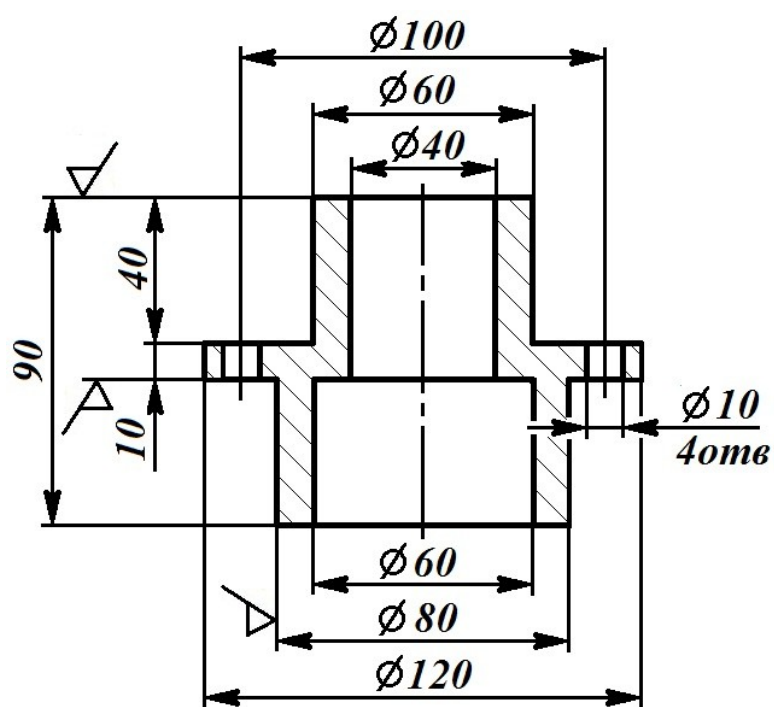


Рис. 2. Фланец чугунный

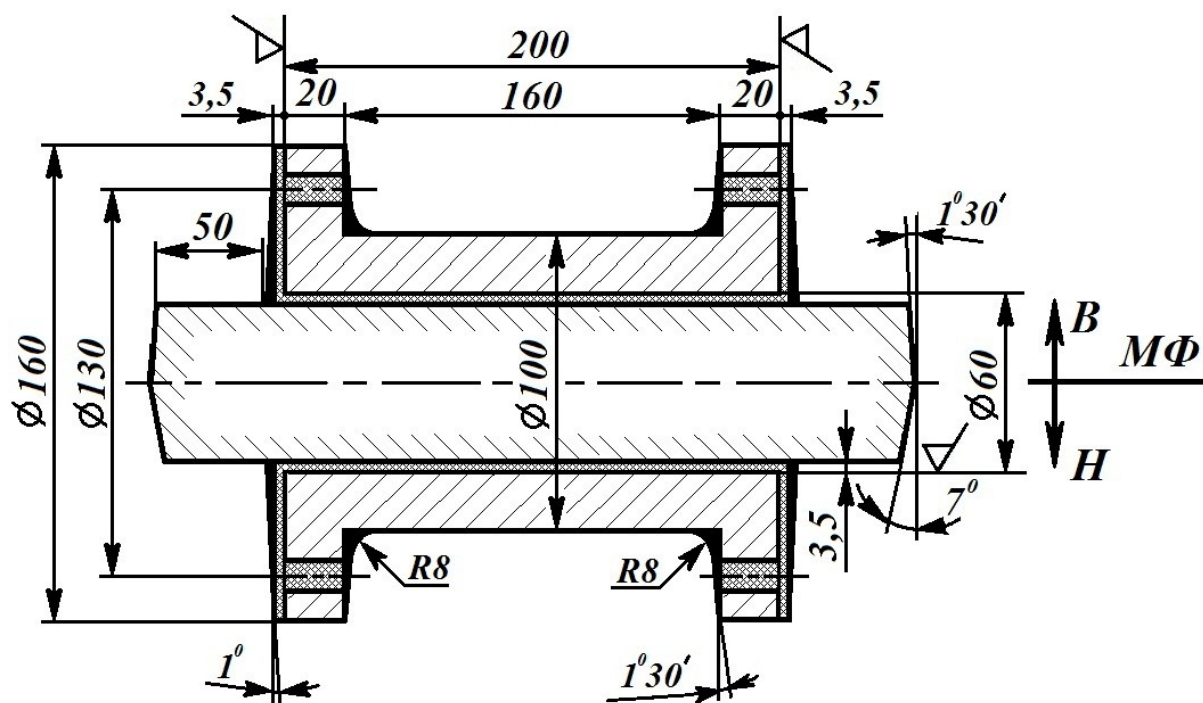


Рис. 3. Литейный чертеж стальной втулки (вместе со стержнем)

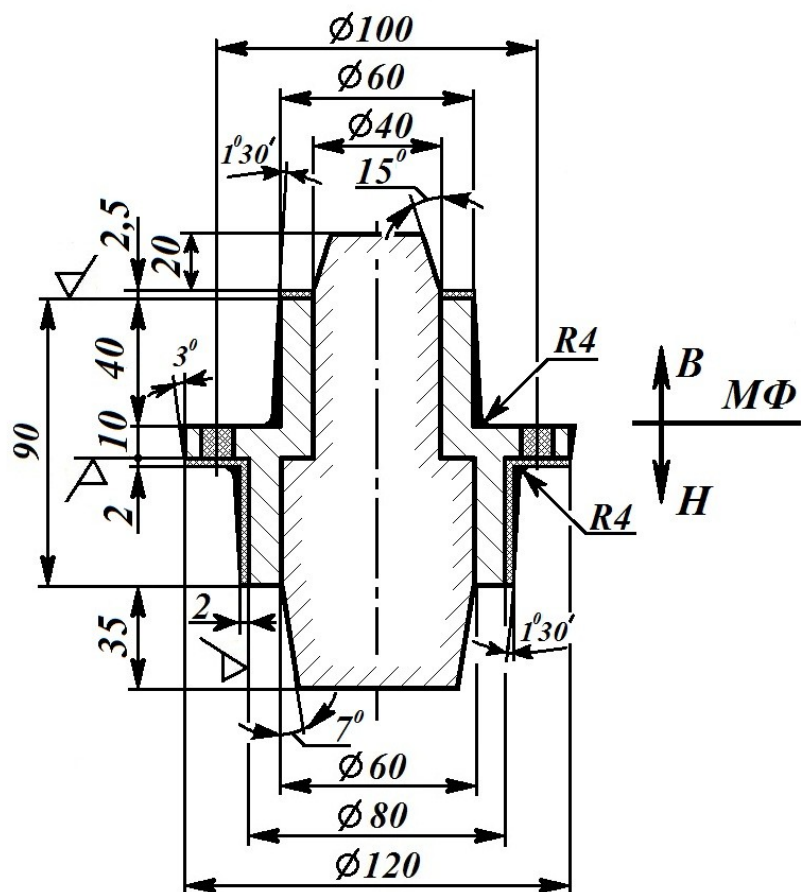


Рис. 4. Литейный чертеж чугунного фланца (вместе со стержнем)

1.2 Припуски на механическую обработку назначают на те поверхности, где стоит знак механической обработки (∇). Величина припуска зависит от материала отливки, ее габаритного размера, положения в форме поверхностей на которые назначается припуск и способа изготовления отливок. Величину припуска c для литья в песчано-глинистые формы назначают по ГОСТ 26645-85 (табл. 1).

Таблица 1

Припуски на механическую обработку отливок

Габаритный размер, мм	Положение при заливке	Величина припуска c , мм для отливок из		
		чугуна	стали	цветных сплавов
до 120	верх	2,5	3,5	3
	низ, бок	2	3	2
121-260	верх	3	5	4
	низ, бок	2,5	3,5	3
261-500	верх	4	6	5
	низ, бок	3,5	4	4
501-800	верх	5,5	7	6
	низ, бок	4,5	5	5

Припуск c на механическую обработку на чертеже обозначают красным карандашом или крестообразной штриховкой (рис. 5).

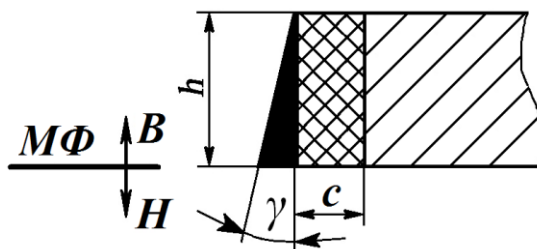


Рис. 5. Схема определения формовочных уклонов и припусков

Мелкие отверстия в отливке (диаметром менее 20 мм), небольшие выемки и пазы при литье можно не предусматривать, поэтому они на чертеже обозначаются штриховкой и при изготовлении модели не учитываются.

В соответствии с табл. 1 величины припусков составят:

- для втулки стальной (рис. 1 и 3) - по 3,5 мм на боковые поверхности диаметром 160 мм и 3,5 мм на отверстие диаметром 60 мм;
- для фланца чугунного (рис. 2 и 4) - 2 мм на боковую поверхность диаметром 80 мм, 2,5 мм на верхний торец диаметром 60 мм и 2 мм на нижнюю поверхность центрального пояска диаметром 120 мм.

1.3 Формовочные уклоны выполняют на вертикальных стенках моделей, на углублениях и выступах элементов модельного комплекта для удобства извлечения моделей (стержней) из формы (стержневого ящика) без нарушения целостности. Уклоны выполняют как на поверхностях не подвергаемых механической обработке, так и сверх припуска на механическую обработку за счет увеличения размеров отливки (рис. 5, 3 и 4).

Величина литейных уклонов γ зависит от способа изготовления отливки, материала модели и высоты боковой поверхности (табл. 2).

Таблица 2

Величина литейных уклонов γ по ГОСТ 3212-95

Высота боковой поверхности, мм	Угол уклона γ для модели	
	деревянной	металлической или пластмассовой
до 20	3°	1°30'
21 - 50	1°30'	1°
51 - 100	1°	0°45'
101 - 200	0°45'	0°30'
201 - 300	0°30'	0°30'
301 - 800	0°30'	0°20'

Углы наклона γ наносят на литейный чертеж детали, указывают в градусах и закрашивают на чертежах черным цветом (рис. 5).

Модель изготавливаем деревянную:

а) для стальной втулки при высоте наружной боковой поверхности 80мм (отсчет от плоскости разъема) $\gamma = 1^\circ$, высота внутренней боковой поверхности составляет 30 мм, поэтому $\gamma = 1^\circ 30'$;

б) для фланца чугуна литейный уклон верхней и нижней боковой поверхностей высотой 40 мм составит $\gamma = 1^\circ 30'$, литейный уклон центрального пояса высотой 10 мм составит $\gamma = 3^\circ$.

1.4 Галтели (скругления внутренних углов) назначают для получения плавного перехода в сопрягаемых стенках. Они предупреждают осыпание формовочной смеси при извлечении модели и способствуют предупреждению дополнительных напряжений в отливке.

Радиус галтели R рассчитывают по соотношению:

$$R = \left(\frac{a + b}{2} \right) \cdot c$$

где a и b - толщина сопрягаемых стенок отливки;

c – коэффициент, принимаемый равным $c=1/3$ при $(a+b)/2 < 50$ мм, и $c=1/5$ при $(a+b)/2 > 50$.

Для наших примеров, радиусы галтелей равны:

а) для втулки стальной $R = \frac{(20 + 3,5) + (20 + 3,5)}{2} \cdot \frac{1}{3} \approx 8 \text{ мм}$

б) для фланца чугунного $R = \frac{(10 + 2) + (10 + 2,5)}{2} \cdot \frac{1}{3} \approx 4 \text{ мм}$

2 Определение внешнего контура и размеров стержня

Внутренние полости в отливках получают с помощью стержней (рис. 3 и 4). В зависимости от положения в литейной форме стержни бывают горизонтальные (рис. 3 и 6, а) и вертикальные (рис. 4 и 6, б).

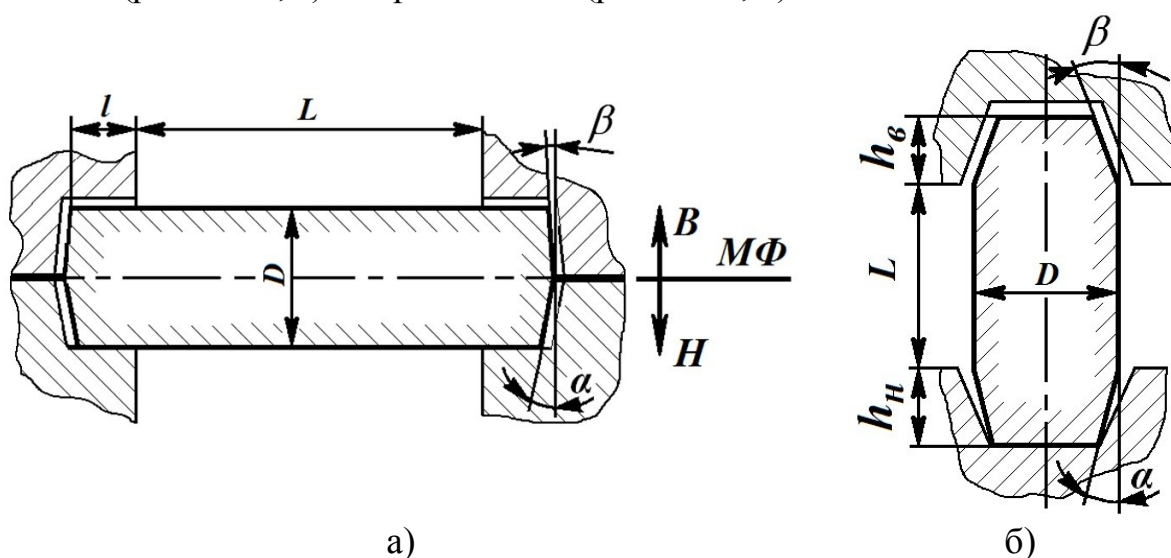


Рис. 6. Знаковые части стержня и их размеры:
а) горизонтальный стержень; б) вертикальный стержень

У стержней имеется знаковая часть, которая служит для установки и точной фиксации стержня в полости литейной формы. В литейной форме имеются специальные углубления, образуемые стержневыми знаками модели (рис. 6).

Конфигурацию знаковых частей стержня и их размеры определяют в соответствии с ГОСТ 3212 - 92. Знаки горизонтальных стержней выполняют цилиндрическими (рис. 6, а и табл. 4), знаки вертикальных стержней - коническими (рис. 6, табл. 5).

Высоту верхних стержневых знаков h_B вертикальных стержней выбирают в зависимости от высоты нижних знаков h_H в соответствии с рядом:

$h_H, \text{мм}$	20	25	30	35	40	50	60	70	80	90	100	110	120
$h_B, \text{мм}$	15	15	20	20	25	30	35	40	50	55	60	65	70

Таблица 4

Длина горизонтальных знаков

D , мм	Длина знака l , мм (не более) при длине стержня L (см. рис. 6, а)					
	<50	50-150	150-300	300-500	500-700	>700
≤ 25	15	25	40	-	-	-
26 - 50	20	30	45	60	-	-
51 - 100	25	35	50	70	90	110
101 - 200	30	40	55	80	100	120
201 - 300	-	50	60	90	110	130

Таблица 5

Высота нижних вертикальных знаков

D , мм	Высота знака h_H , мм (не более) при длине стержня L (см. рис. 6, б)					
	<50	50-150	150-300	300-500	500-700	>700
≤ 25	20	25	-	-	-	-
26 - 50	20	40	60	70	-	-
51 - 100	25	35	50	70	100	120
101 - 200	30	30	40	60	90	110
201 - 300	35	35	40	50	80	100

С целью облегчения сборки формы и повышения ее точности стержневые знаки делают с уклонами (рис. 6, табл. 6).

Таблица 6

Уклоны стержневых знаков

Высота знака h_H или h_B , мм или длина знака l , мм	Уклон α или β , град. (рис. 6) для знаков			
	вертикальных		горизонтальных	
	α	β	α	β
≤ 20	10°	15°	10°	3°
21 - 50	7°	10°	7°	1°30'
51 - 100	6°	8°	6°	1°
101 - 200	5°	6°	5°	0°45'

Знаковые части стержня, выступающие за контуры отливки, показывают сплошной линией на чертеже. Сам стержень вместе со знаковыми частями обозначают каймой штриховки по всему контуру (рис. 3, 4 и 6).

Для наших примеров:

а) для втулки стальной при длине стержня $L=200$ мм и диаметре $D=53$ мм длина знака $l=50$ мм (табл. 4);

уклоны стержневых знаков при длине горизонтального знака $l=50$ мм назначаем $\alpha=7^\circ$, $\beta=1^\circ 30'$ (табл. 6).

б) для фланца чугунного при общей длине стержня $L=200$ мм и диаметре нижней части стержня $D=60$ мм высота нижнего вертикального знака $h_H=35$ мм (табл. 5), высота верхнего знака $h_B=20$ мм;

при высоте $h_H=35$ мм назначаем уклоны вертикального нижнего знака $\alpha=7^\circ$, при высоте $h_B=20$ мм назначаем уклоны вертикального верхнего знака $\beta=15^\circ$ (табл. 6).

3 Определение конструкции и размеров модели

По литейным чертежам (рис. 3 и 4) изготавливают модели. Размеры моделей должны быть больше размеров отливок на величину линейной усадки сплава, из которого изготавливают отливки. Припуски на усадку зависят от материала сплава и выражаются в процентах (табл. 3).

Таблица 3

Линейная усадка

Сплав	Линейная усадка
Чугун серый	0,5 - 1,0
Сталь углеродистая	1,5 - 2,2
Медные сплавы	1,0 - 1,8
Алюминиевые и магниевые сплавы	0,75 - 1,2

При изготовлении модельных комплектов, размеры их увеличивают на величину линейной усадки. Эскизы моделей для наших примеров приведены на рис. 7 и 8.

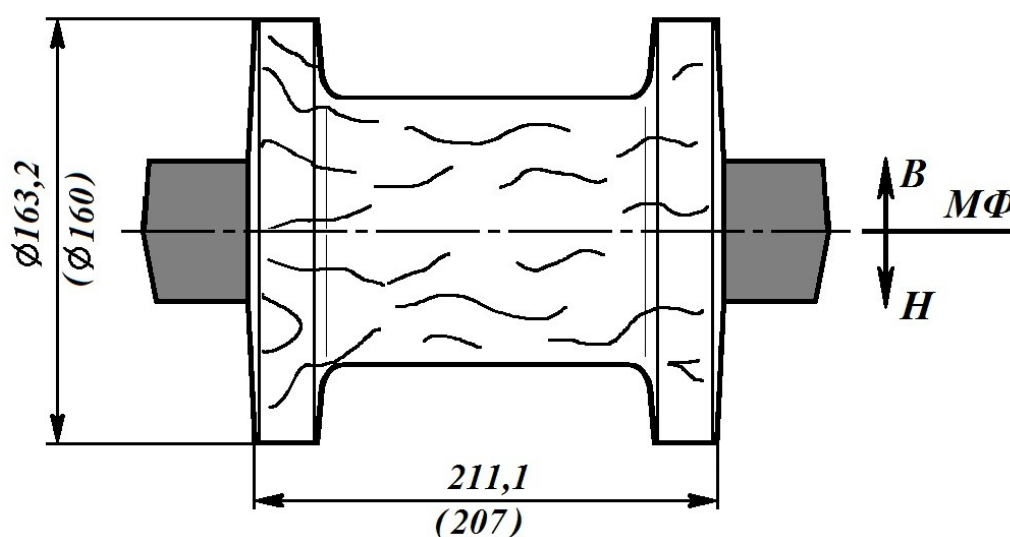


Рис. 7. Эскиз модели стальной втулки

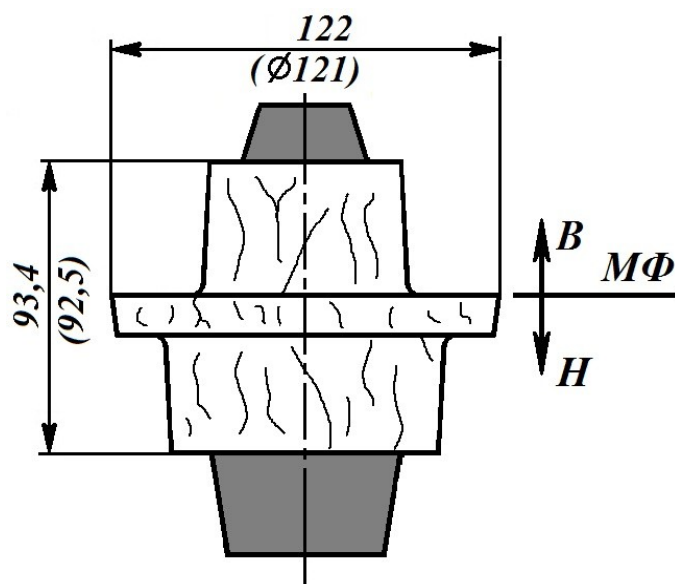


Рис. 8. Эскиз модели чугунного фланца

Модели для формовки чугунных отливок окрашивают в красный цвет, стальных - в синий, цветных сплавов - в желтый. Знаки всех моделей в черный цвет.

4 Расчет элементов литниковой системы

Литниковой системой называется система каналов, по которым металл заполняет форму. Основными элементами литниковой системы являются (см. рис. 9): 1 – литниковая чаша, 2 – стояк, 3 – шлакоуловитель, 4 - питатель, 5 - выпор.

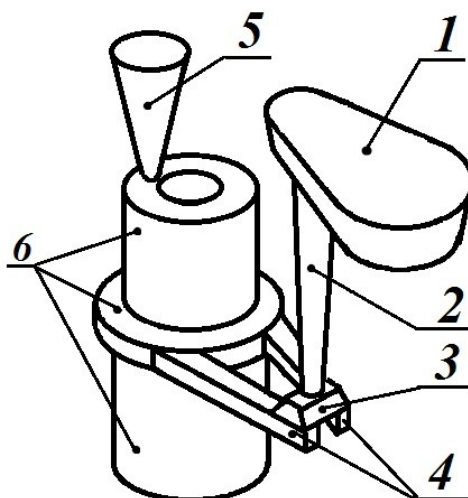


Рис. 9. Элементы литниковой системы (на примере фланца чугунного):
1 - литниковая чаша, 2 – стояк, 3 – шлакоуловитель, 4 - питатель, 5 – выпор; 6 - отливка

У отливок значительной массы к литниковой системе может относиться также и **прибыль** – дополнительная полость, устраиваемая над массивными частями отливки для их питания. Прибыль позволяет избежать усачных раковин.

Расчет литниковой системы сводится к определению площади наименьшего сечения литниковой системы (стояка или питателя) с последующим определением (по соотношениям) площадей сечения остальных элементов литниковой системы.

Площадь наименьшего сечения $F_{нс}$ находят по формуле:

$$F_{нс} = \frac{Q}{\tau \cdot \mu \cdot \rho \cdot \sqrt{2g \cdot H_p}},$$

где Q – масса металла, прошедшего через минимальное сечение;

τ – продолжительность заливки, с;

ρ – плотность металла (см. табл. П1, приложение 2), кг/м³;

μ – коэффициент расхода литниковой системы, учитывающий потери на трение, для тонкостенного сложного литья $\mu = 0,35$;

H_p – расчетный напор, м;

g – ускорение силы тяжести, $g=9,81$ м/с².

Для расчета массы металла Q , необходимо вычислить объем полости литейной формы V_n , который, в первом приближении, можно принять равным объему модели отливки V_o . Рассчитать объем модели можно с помощью табл. П2 справочного приложения 2. Массу металла Q определяют по формуле:

$$Q = \rho \cdot V_o,$$

Продолжительность заливки формы τ определяют по формуле:

$$\tau = S \cdot \sqrt[3]{\delta \cdot Q},$$

где δ – преобладающая толщина стенок отливки, мм;

S – коэффициент, зависящий от толщины стенки и конфигурации отливки: для чугуна $S=1,8$; для стали – $S=1,5$; для медных сплавов – $S=2,0$; для алюминиевых сплавов – $S=2,5$.

Напор H_p зависит от способа заливки литниковой системы, положения отливки в форме и других факторов. В наших случаях при подводе металла по разьему H_p рассчитывают по формуле:

$$H_p = H_0 - \frac{P^2}{2C},$$

где H_0 – первоначальный максимальный напор (см. рис. 10), м;

P – расстояние от самой верхней точки отливки до уровня подвода, м;

C – высота отливки (по положению при заливке), м;

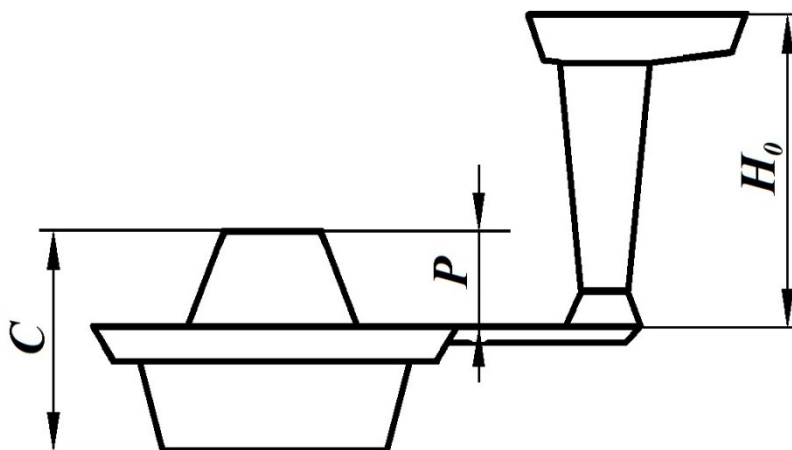


Рис. 10. Схема расчета литниковой системы:

H_0 – первоначальный максимальный напор, м;

P – расстояние от самой верхней точки отливки до уровня подвода, м;

C – высота отливки, м

По площади наименьшего сечения $F_{нс}$ рассчитывают площади сечения остальных элементов литниковой системы по соотношениям:

1) для чугуновых отливок

$$F_{лит.} : F_{шл.} : F_{ст.} = 1,0 : 1,1 : 1,2;$$

2) для отливок из медных сплавов

$$F_{лит.} : F_{шл.} : F_{ст.} = 4,0 : 2,0 : 1,0;$$

3) для отливок из алюминиевых сплавов

$$F_{лит.} : F_{шл.} : F_{ст.} = 5,0 : 2,5 : 1,0.$$

4) для остальных отливок

$$F_{лит.} : F_{шл.} : F_{ст.} = 1,0 : 1,2 : 1,4;$$

5 Составление эскиза формы

По разработанным чертежам отливок, (рис. 3 и 4) вычерчивают эскизы вертикальных разрезов форм (рис. 11 и 12).

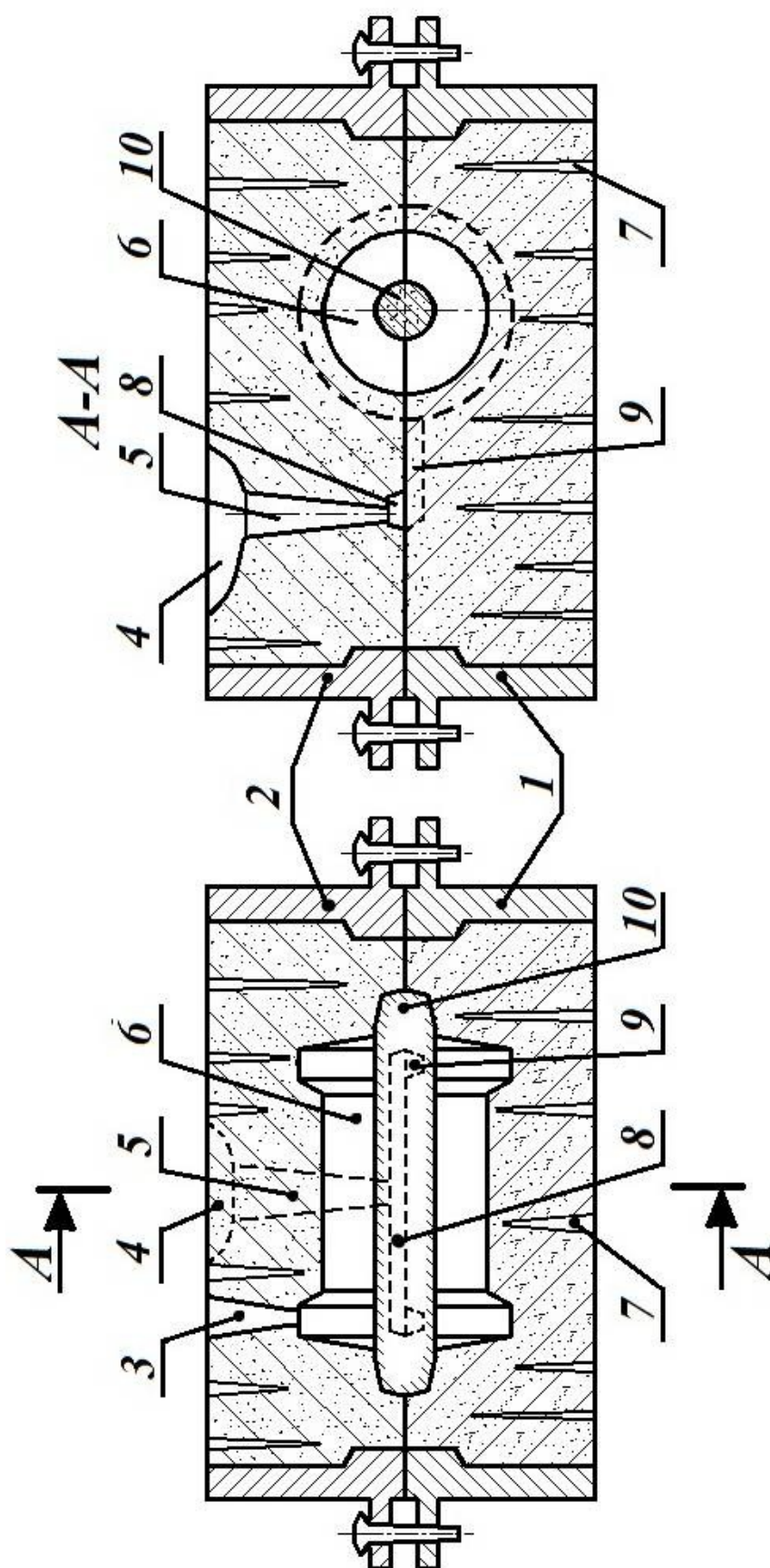


Рисунок 11 – Эскиз разреза песчаной формы для отливки стальной втулки:

1, 2 – нижняя и верхняя опоки, соответственно; 3 – выпор; 4 – литниковая чаша; 5 – стояк; 6 – полость формы; 7 – наколы; 8 – шлакоуловитель; 9 – питатель; 10 – стержень

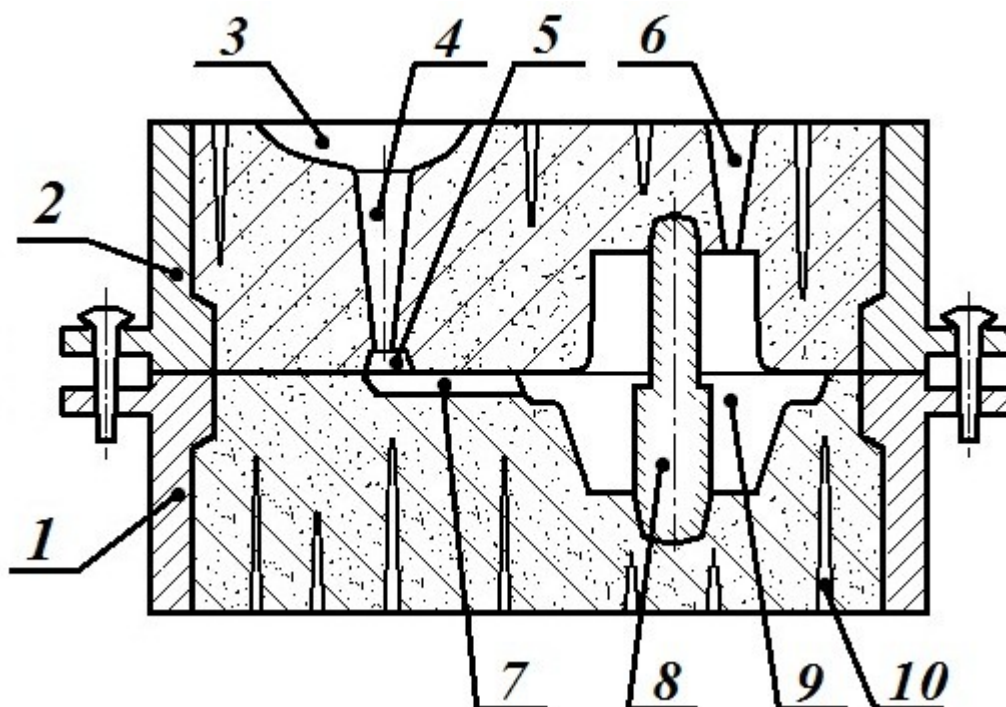


Рис. 12. Эскиз разреза песчаной формы для отливки чугунного фланца:
 1, 2 – нижняя и верхняя опоки, соответственно; 3 – литниковая чаша; 4 – стояк;
 5 – шлакоуловитель; 6 – выпор; 7 – питатель; 8 – стержень;
 9 – полость формы; 10 – наколы

При составлении эскиза вертикального разреза формы следует руководствоваться следующими рекомендуемыми расстояниями между моделями и элементами формы:

- а) от верха модели до верха опоки - 50 мм;
- б) от низа модели до стенок опоки - 50 мм;
- в) от модели до стенок опоки - 40 мм;
- г) от кромки стояка до стенки опоки – 40 мм;
- д) от кромки шлакоуловителя кромки модели - 30 мм.

6 Основные виды дефектов отливок

6.1. **Газовые раковины** образуются при повышенной влажности формовочной смеси, из-за недостаточной газопроницаемости формы и стержней, а также при высокой температуре заливаемого металла.

6.2. **Песчаные раковины** – полости в теле отливки, частично или целиком заполненные формовочной смесью. Образуются в результате обвалов отдельных частей формы при недостаточной прочности формовочной смеси и при небрежной сборке формы.

6.3. Шлаковые раковины - открытые или закрытые полости в теле отливки, заполненные шлаком. Образуются при попадании шлака в форму вследствие неправильного устройства литниковой системы или в результате небрежной заливки.

6.4. Усадочные раковины - открытые или закрытые полости в теле отливки, имеющие рваную внутреннюю поверхность. Образуются в утолщенных местах отливки из-за недостаточного питания, а также при слишком высокой температуре заливки металла.

6.5. Холодные трещины - разрывы тела отливки, они отличаются значительной длиной и небольшой шириной. Причина их появления - усадка металла, механические повреждения при выбивке формы, а также при очистке и обрубке литья.

6.6. Горячие трещины - разрывы тела отливок, они характеризуются значительной шириной и небольшой протяженностью. Возникают при высоких температурах в момент начала кристаллизации в местах резких переходов сечения, имеют темную окисленную поверхность. Причина образования горячих трещин - недостаточная податливость отдельных частей литейной формы и стержня.

6.7. Заливы - непредусмотренные чертежом выступы на отливке на месте разъема формы и вдоль стержневых знаков. Образуются они в результате недостаточного прижима полуформ друг к другу.

6.8. Перекос в отливках образуется в результате смещения полуформ относительно друг друга.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. **Кукуй, Д.М.** Теория и технология литейного производства: в 2-х ч. / Д.М. Кукуй, В.А. Скворцов, Н.В. Адрианов. – Минск : Новое знание; Москва: ИНФА-М, 2011.

2. **Титов, Н.Д.** Технология литейного производства / Н.Д. Титов, Ю.А. Степанов - М., Машиностроение, 1974. - 432 с.

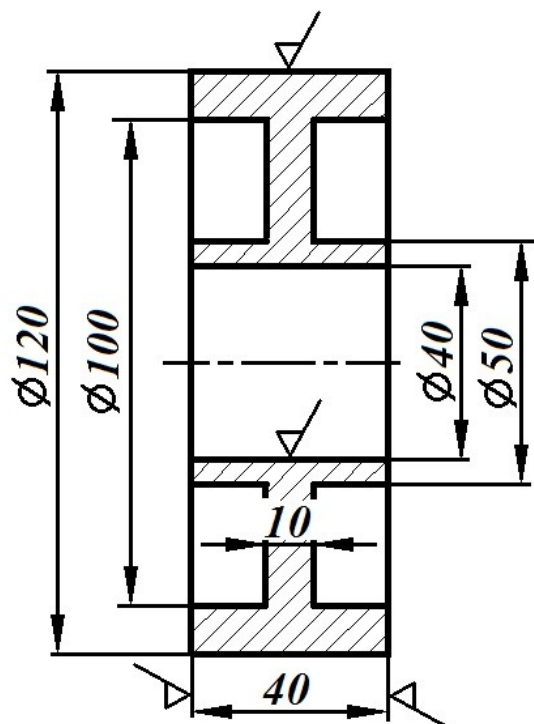
3. **Абрамов, Г.Г.** Справочник молодого литейщика. Литье в песчаноглинистые формы / Г.Г. Абрамов - М.: Высш. школа, 1978. – 199 с.

4. **ГОСТ 3212 - 92.** Комплекты модельные. Уклоны формовочные, стержневые знаки, допуски размеров. – Введ. 1993-07-01. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2004. - 15 с.

5. **ГОСТ 26645 - 85.** ГОСТ 26645-85. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. – Введ. 1990-01-01. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2002. - 34 с.

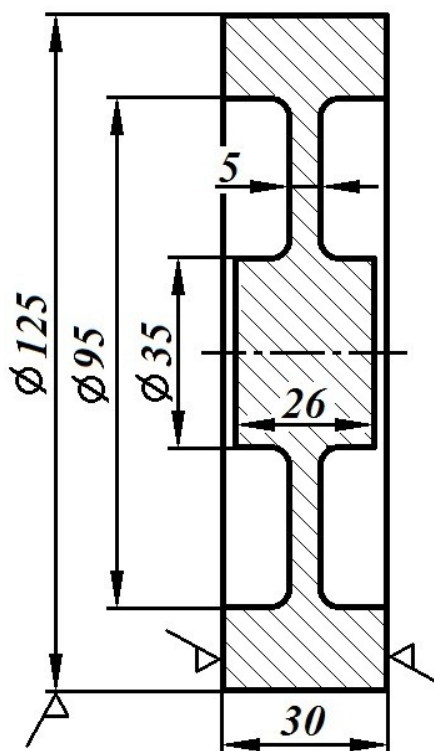
ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ЗАДАНИЯ К РАБОТЕ



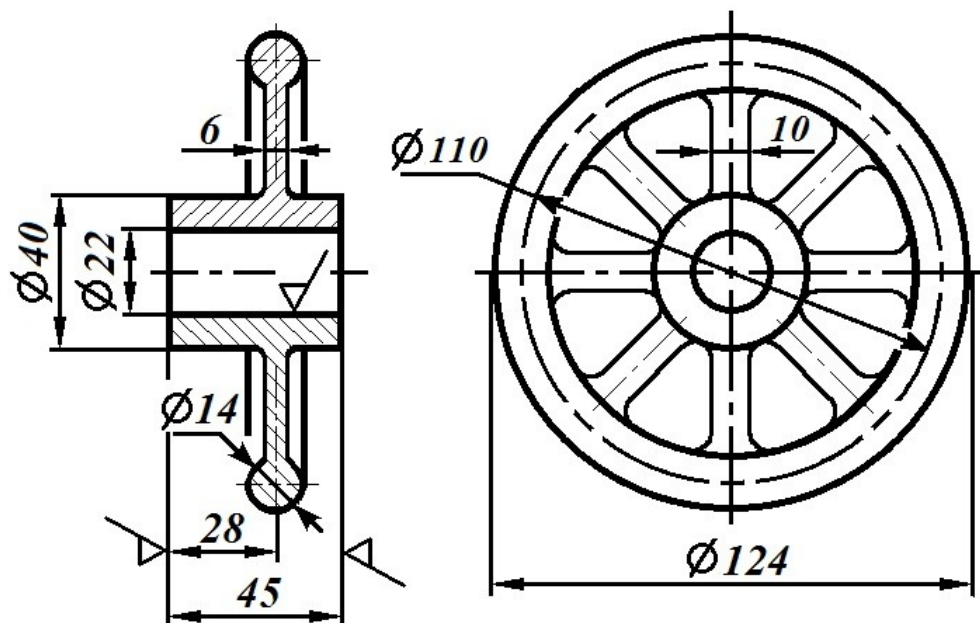
Вариант № 1
Наим.: Ступица

Материал:
сталь 35Л



Вариант № 2
Наим.: Шкив

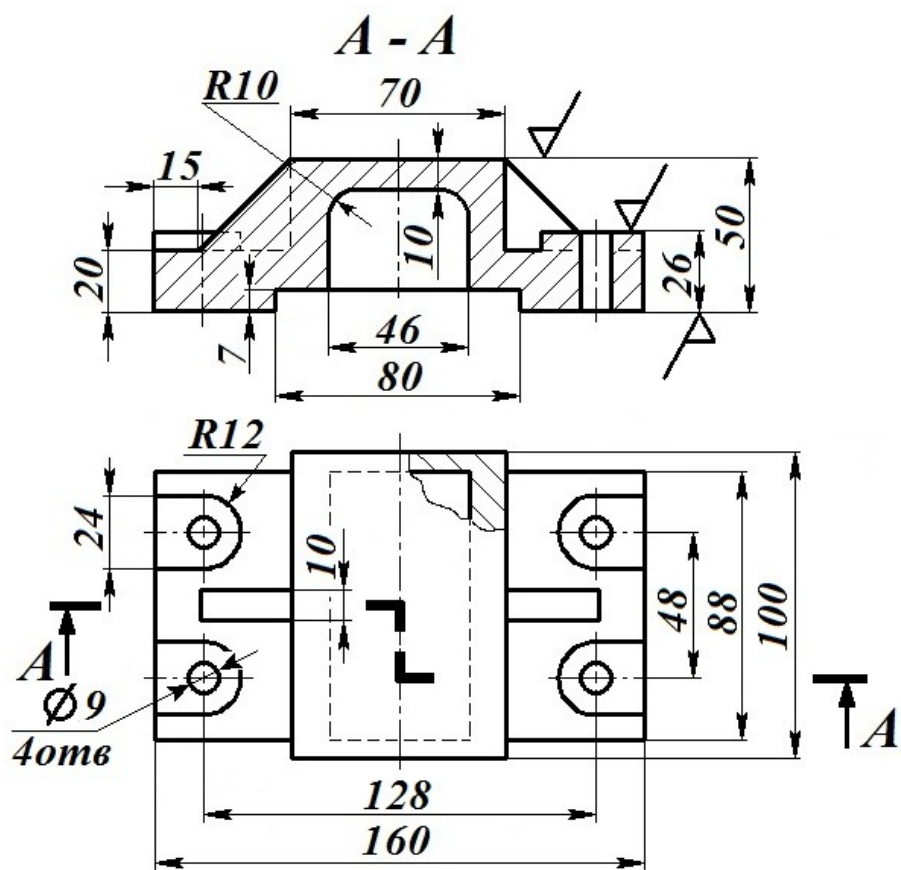
Материал:
Ал4



Вариант № 3

Наим.: Штурвал

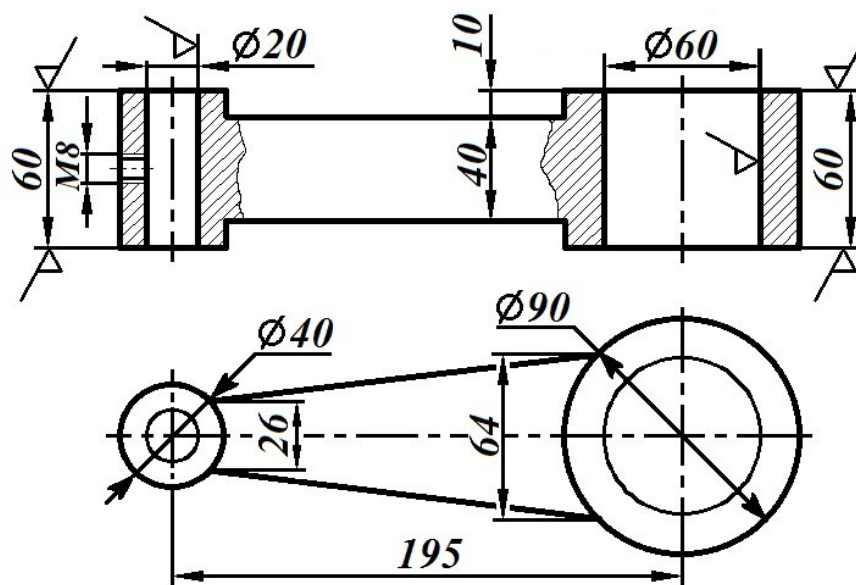
Материал: Ал9



Вариант № 4

Наим.: Корпус

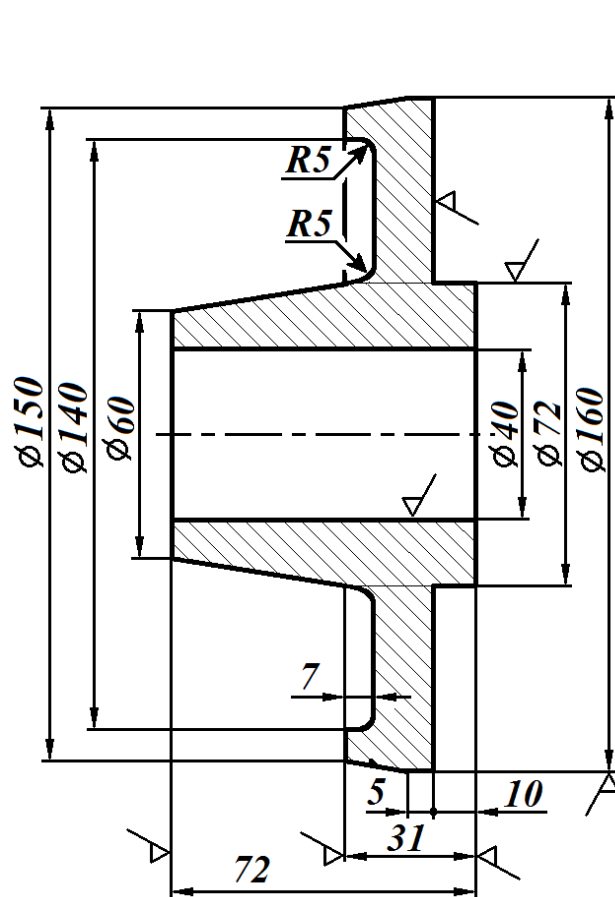
Материал: Ал9



Вариант № 5

Наим.: Серьга

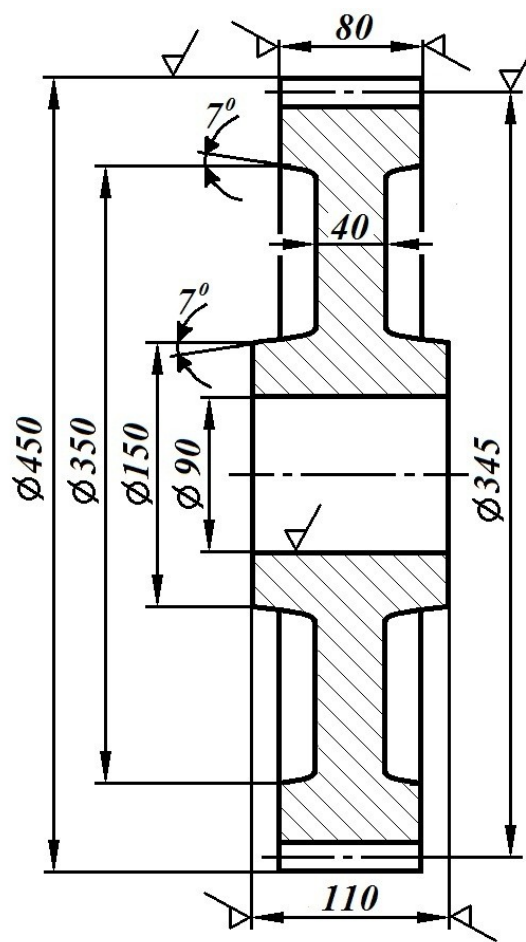
Материал: сталь 30Л



Вариант № 6

Наим.: **Фланец**

Материал: **сталь 25Л**

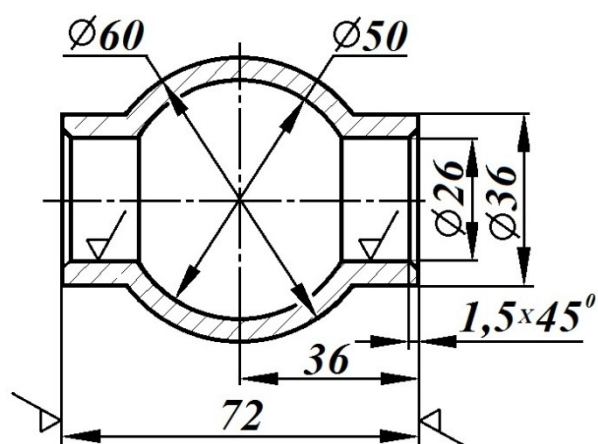


Вариант № 7

Наим.: **Зубчатое колесо**

Материал:

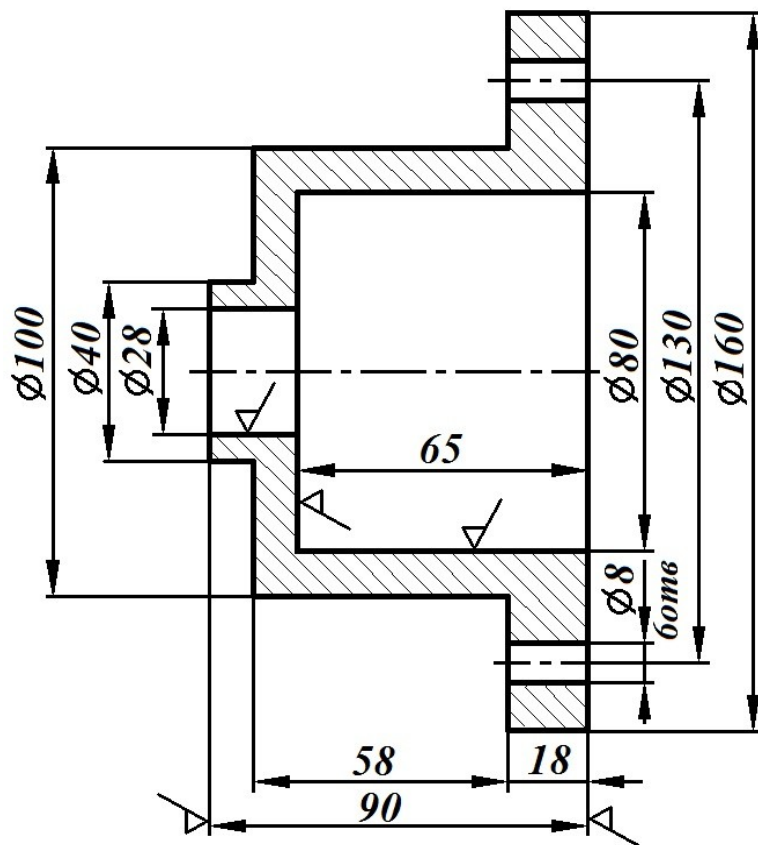
сталь 35Л



Вариант № 8

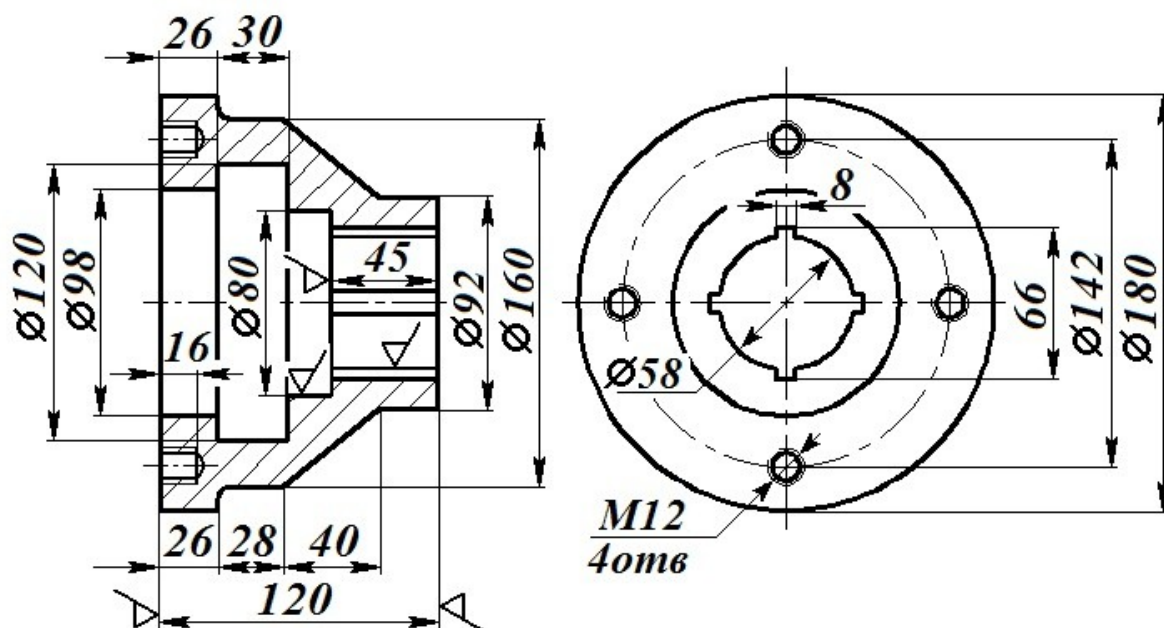
Наим.: **Корпус**

Материал: **Ал4**



Вариант № 9

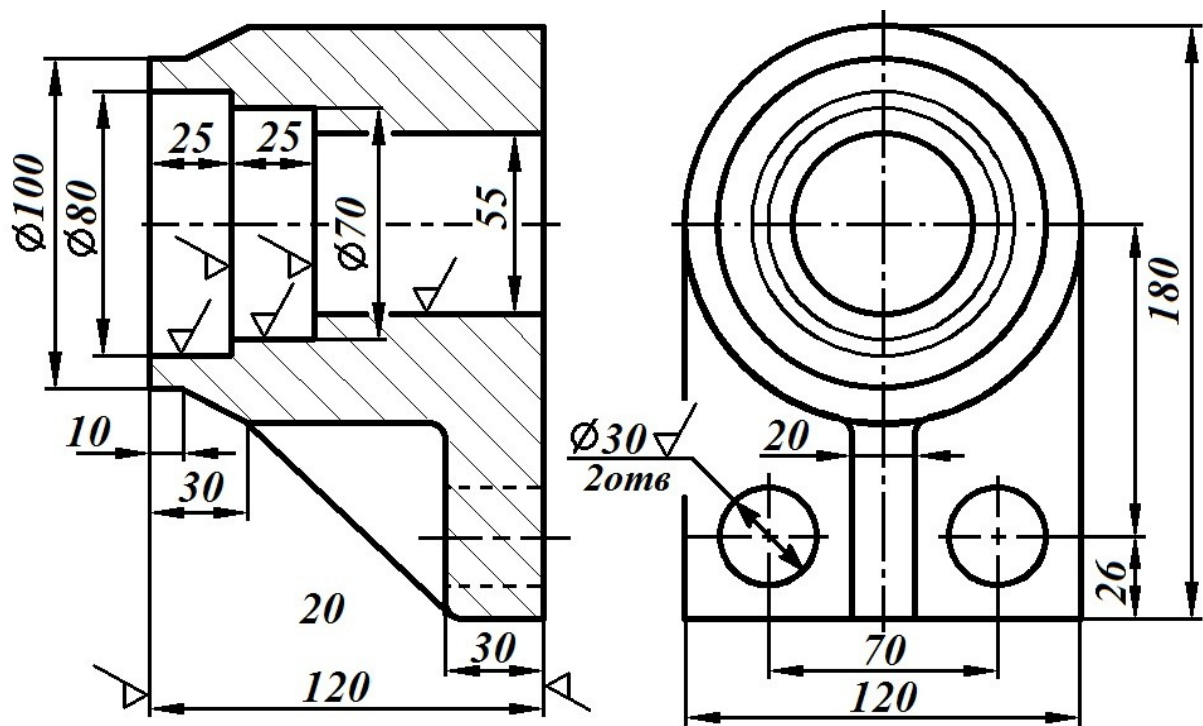
Наим.: Корпус подшипника Материал: СЧ18



Вариант № 10

Наим.: Полумуфта

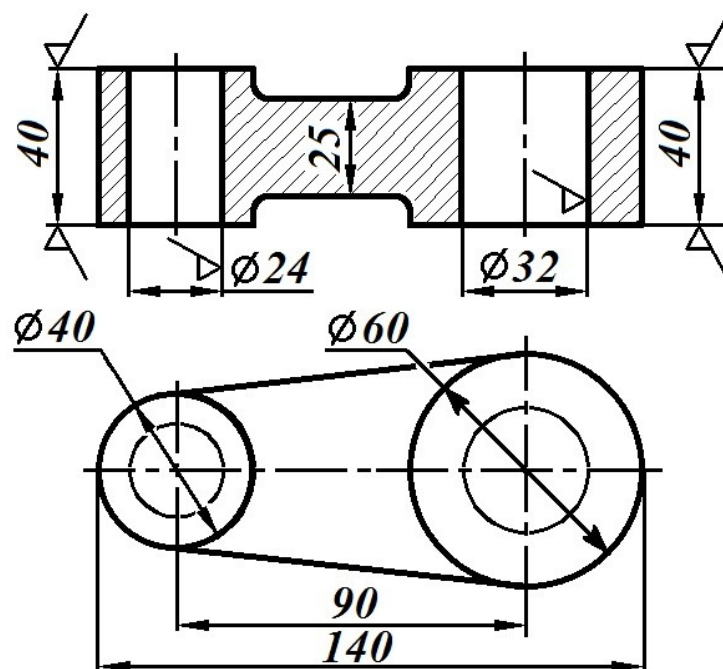
Материал: СЧ21



Вариант № 11

Наим.: Корпус подшипника

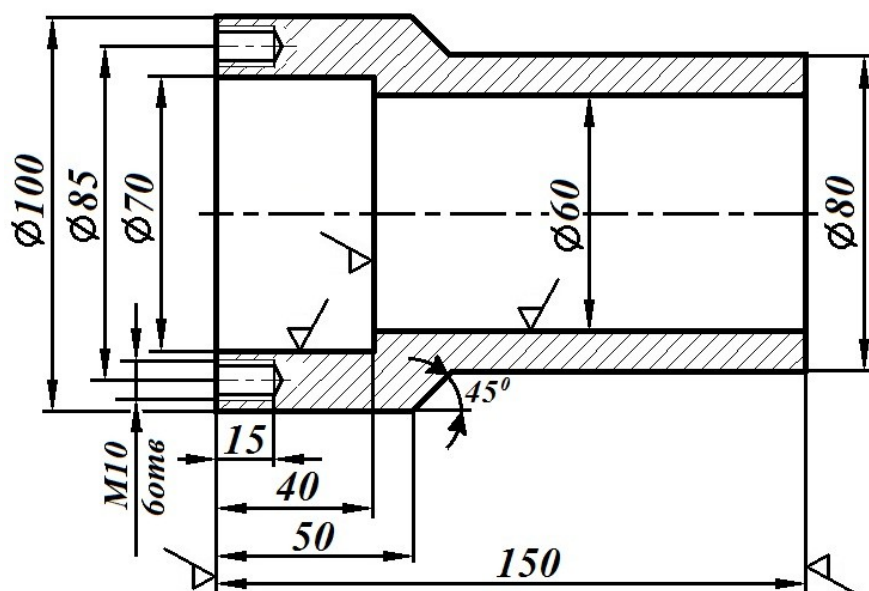
Материал: СЧ18



Вариант № 12

Наим.: Серьга

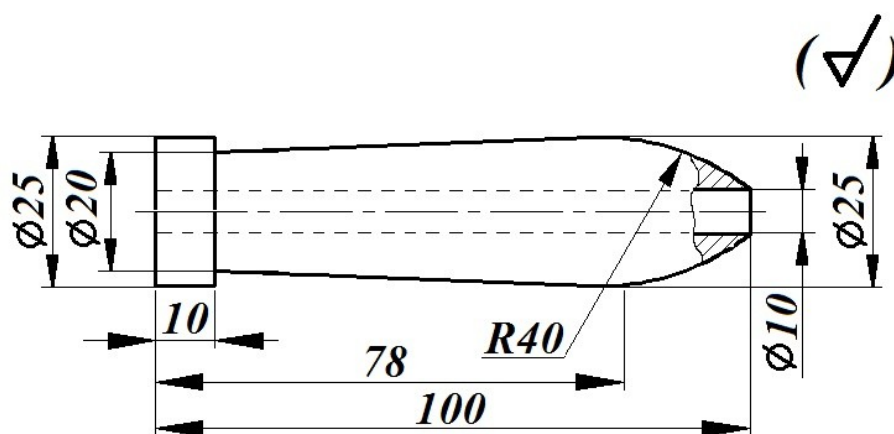
Материал: СЧ15



Вариант № 13

Наим.: Втулка

Материал: СЧ21



Вариант № 14

Наим.: Ручка

Материал: Ал4

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

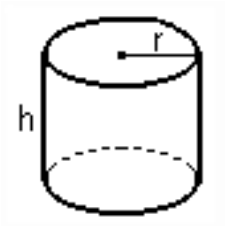
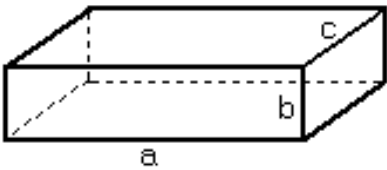
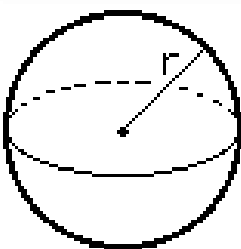

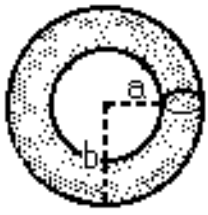
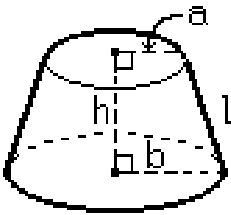
Таблица П1

Плотность литейных сплавов

Материал	сталь литейная			чугун серый			алюминиевый сплав			
	25Л	30Л	35Л	СЧ15	СЧ20	СЧ25	Ал2	Ал4	Ал7	Ал9
Плотность ρ , г/см ³	7,83	7,81	7,83	7,0	7,1	7,2	2,65	2,65	2,80	2,66

Таблица П2

Объемы геометрических фигур

<p style="text-align: center;"><u>Цилиндр</u></p> 	<p>Объем: $\pi \cdot r^2 \cdot h$</p>	<p style="text-align: center;"><u>Прямоугольный параллелепипед</u></p>  <p style="text-align: center;">Объем: $a \cdot b \cdot c$</p>	
<p style="text-align: center;"><u>Сфера</u></p> 		<p style="text-align: center;"><u>Сферический сегмент</u></p>	 <p>Объем: $\frac{1}{3} \cdot \pi \cdot h^2 \cdot (3 \cdot r - h)$</p>
<p style="text-align: center;"><u>Тор</u></p> 	<p style="text-align: center;"><u>Усеченный конус</u></p> 		
<p>Объем: $\frac{1}{4} \cdot \pi^2 \cdot (a + b) \cdot (b - a)^2$</p>	<p>Объем: $\frac{1}{3} \cdot \pi \cdot h \cdot (a^2 + a \cdot b + b^2)$</p>		