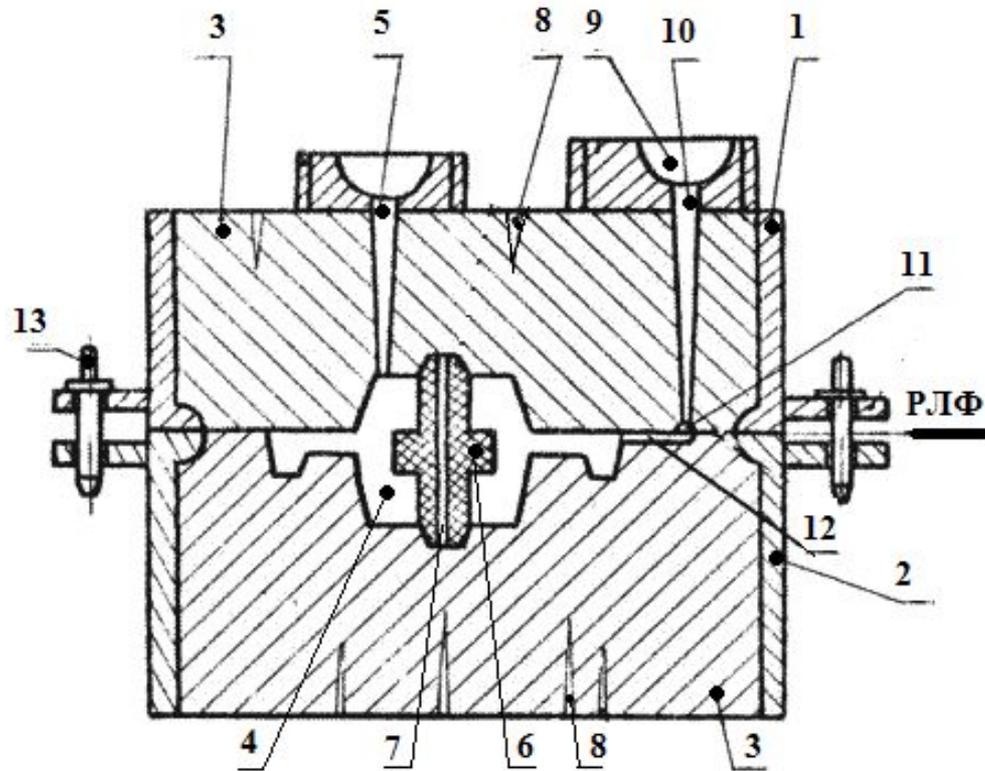


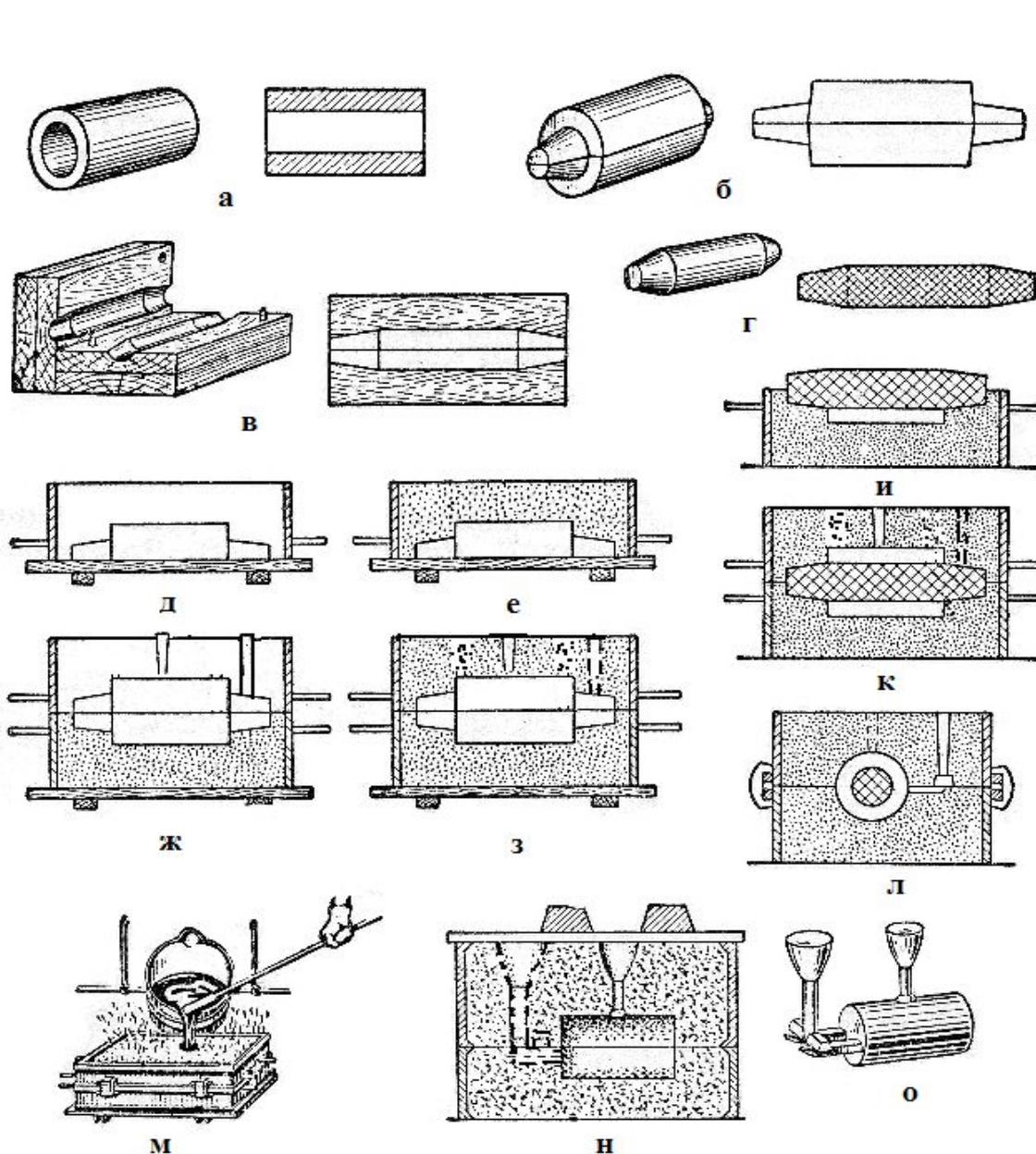
# **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ОТЛИВКИ**

## Литейная форма для получения отливок в песчаных формах



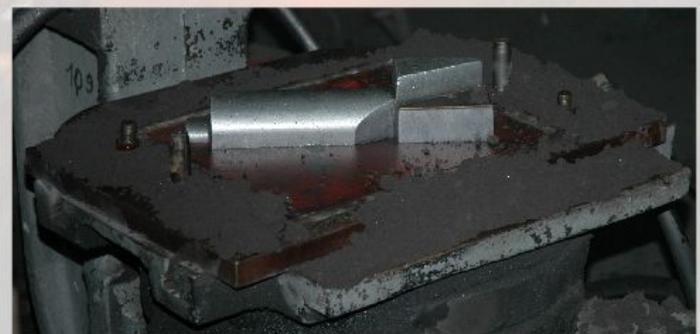
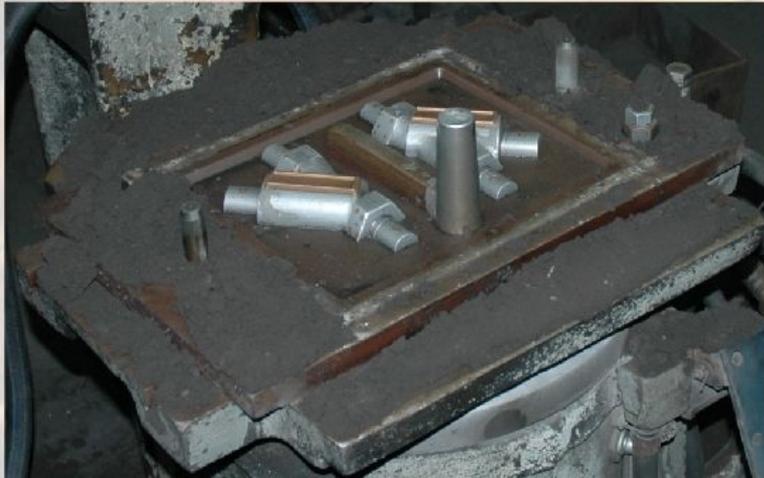
1- опока верхней полуформы; 2- опока нижней полуформы; 3- формовочная смесь; 4- полость литейной формы для получения отливки; 5- выпор, предназначенный для вывода газов из формы при заливке, контроля степени заполнения формы расплавленным металлом и для слива избыточного холодного металла из верхней части полости формы; 6- стержень для формирования внутренней полости отливки; 7- вентиляционный канал стержня для выхода газов; 8- наколы в формовочной смеси для обеспечения газопроницаемости литейной формы; 9- литниковая чаша; 10- стояк; 11- шлакоуловитель; 12- питатель; 13- центрирующие стержни для предотвращения взаимного смещения полуформ (исключения перекоса отливки); РЛФ – разъем литейной формы.

# Процесс получения отливки в песчаной форме



- a* – отливка (штулка);  
*б* – разъёмная деревянная модель втулки;  
*в* – стержневой ящик;  
*г* – стержень с коническими выступами по краям, устанавливаемыми стержневые знаки.  
*д* – установка нижней половины модели в нижнюю опоку;  
*е* – формовка нижней опоки;  
*ж* – переворот нижней опоки, установка верхней половины модели и моделей литника и выпора (чаша сверху литника условно не показана);  
*з* – формовка верхней опоки;  
*и* – снятие верхней полуформы и установка стержня в нижнюю полуформу в специальные углубления (стержневые знаки);  
*к* – сборка формы;  
*л* – крепление собранной формы;  
*м* – заливка в форму металла;  
*н* – литник и выпор в литейной форме;  
*о* – литниковая система и выпор в отливке

# МОНТАЖ МОДЕЛИ НА ПОДМОДЕЛЬНОЙ ПЛИТЕ



# ПРИМЕРЫ СТЕРЖНЕЙ



# ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕССЫ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

- плавка металла

- изготовление форм

- заливка металла в формы и охлаждение

## ЗАВЕРШАЮЩИЕ ЭТАПЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ:

- выбивка

- обрубка отливок

- очистка

- термическая обработка

- контроль качества отливок

1. Материал всех отливок – **серый чугун**.
2. Все отливки изготавливаются **литьем в песчаные формы**.
3. Прибыли и холодильники на чертежах (эскизах) не указываются.

### **Технологические возможности литья в песчаные формы**

<b>Показатель</b>		<b>Литьё в песчаные формы</b>
Максимальная масса отливки, кг		200000
Рекомендуемые разновидности отливок по массе		Мелкие, средние, крупные, очень крупные
Максимальный размер отливки, м		Любой
Минимальный диаметр получаемого в отливке отверстия	Сталь	25
	Чугун	20
	Цветные металлы и сплавы	8
Минимальная толщина стенки, мм		3,0
Экономически оправданное минимальное количество N шт/год		Любое
Рекомендуемые материалы		Чугун, сталь, цветные металлы и сплавы
Экономически оправданный тип производства		Единичное Серийное Массовое

# Типы производства

**Типы производства** – совокупность признаков, определяющих организационно-технологическую характеристику производственного процесса, осуществляемого как на одном рабочем месте, так и на совокупности их в масштабах участка, цеха, предприятия в форме массового, серийного и единичного производственного процесса

## Характеристика типов производства

<b>Определяющий фактор</b>	<b>Единичное производство</b>	<b>Серийное производство</b>	<b>Массовое производство</b>
<b>1.Номенклатура продукции</b>	Разнообразные виды изделий	Серии, партии разнообразных видов изделий	Один или несколько видов изделий
<b>2.Периодичность выпуска</b>	Не повторяется	Периодически повторяется	Постоянный выпуск
<b>3. Вид применяемого оборудования</b>	Универсальное	Универсальное, специальное	Специальное
<b>4. Квалификация рабочих</b>	Высокая	Средняя	Низкая
<b>5. Взаимозаменяемость рабочих</b>	Отсутствует	Неполная	Полная
<b>6. Себестоимость единицы продукции</b>	Высокая	Средняя	Низкая

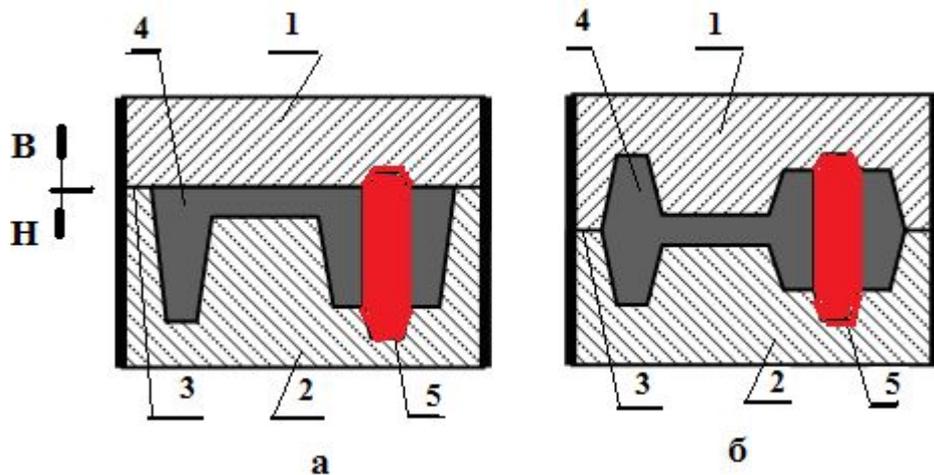
## **Основные рекомендации по выбору плоскости разъема литейной формы.**

1. Желательно, чтобы литейная форма имела один плоский разъем.
1. Желательно, чтобы вся отливка или большая ее часть располагались в одной (лучше нижней) полуформе.
1. Выступающие части литейной модели не должны препятствовать извлечению модели из формы.
1. Желательно, чтобы обрабатываемые поверхности отливки находились внизу, т.к. в нижней части отливки формируется чистая и плотная поверхность.

## Порядок выполнения домашнего задания.

### 1. Выбрать расположение отливки в литейной форме (выбрать плоскость разъема литейной формы)

В зависимости от конструкции детали, отливки в литейной форме могут располагаться как в одной (рис. 1, а), так и в двух (рис. 1, б) полуформах



1 – верхняя полуформа; 2 – нижняя полуформа; 3 – разъем литейной формы; 4- отливка; 5 – стержень; В ; Н – верх и низ (соответственно) плоскости разъема литейной формы

Если отливку на рис. б расположить в одной полуформе, то не удастся извлечь литейную модель без разрушения формовочной смеси

### 2. Назначить напуски (если это необходимо).

Напуски назначаются на тех участках отливки, где невозможно или нетехнологично изготавливать ее по контуру.

Например: **отверстия диаметром мене 20 мм при литье в песчаные формы не выполняются.** На них назначаются напуски, а отверстия сверлятся при последующей механической обработке отливки.

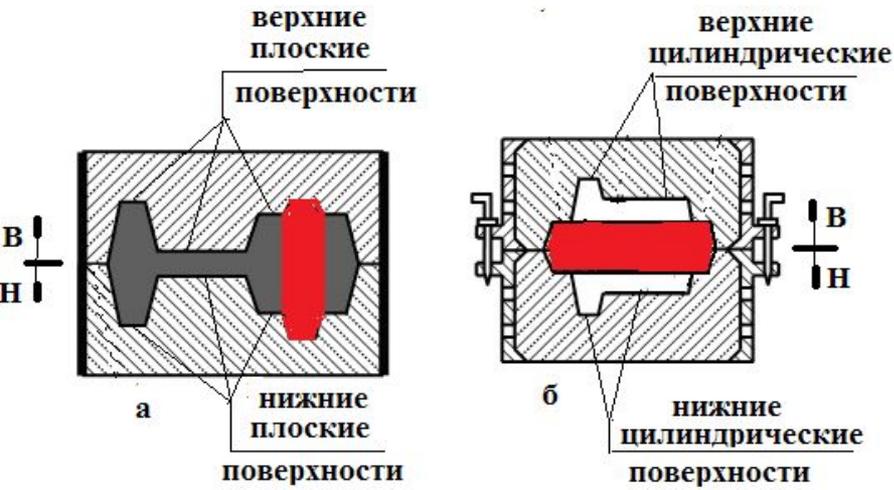
### 3. Назначить припуски на механическую обработку.

**Припуск** — слой металла, который удаляется с поверхности отливки для обеспечения требуемой размерной точности и шероховатости поверхности детали.

*Припуски назначаются отдельно с каждой стороны размера, а величина каждого из них не зависит от наличия и величины припуска с противоположной стороны.*

Припуски на механическую обработку назначаются на поверхности, имеющие на чертеже детали знак  $\sqrt{\quad}$

Номинальный размер, мм	Значение припуска на одну сторону, мм
$\leq 40$ мм	0,5 – 3
Свыше 40 до 100 мм (включительно)	1,0 – 3,5
Свыше 100 до 250 (включительно)	1,5 – 4,0
Свыше 250 до 400 (включительно)	3,0 – 5,0
Свыше 400 до 600 (включительно)	4,0 – 7,0
Свыше 600	6,0 – 10,0



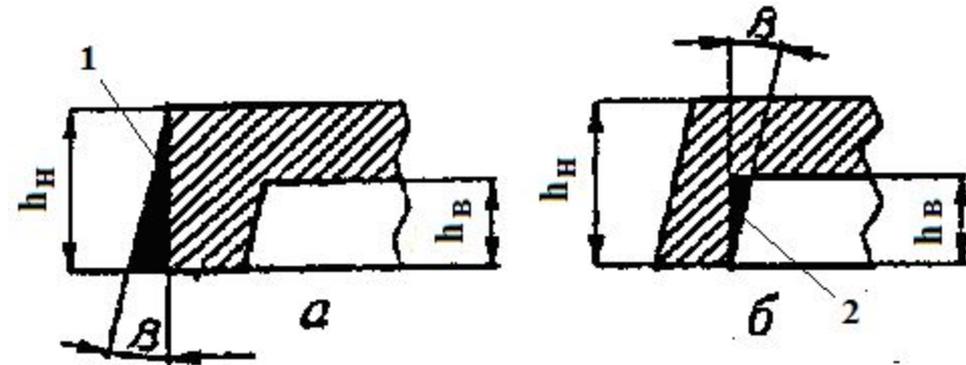
**Примечание.** На верхние поверхности назначается максимальный припуск, на нижние и боковые – минимальный (для плоских поверхностей). На поверхности тел вращения на верхние и нижние поверхности назначаются одинаковые припуски, имеющие среднее значение от указанных.

#### 4. Назначить литейные уклоны.

Поверхности литой детали, перпендикулярные плоскости разреза литейной формы, должны иметь конструктивные (литейные) уклоны, которые облегчают извлечение модели из формы и при этом предотвращают разрушение формовочной смеси.

Высота поверхности, перпендикулярной плоскости разреза литейной формы, мм $h_n$ – высота наружной поверхности $h_v$ – высота внутренней поверхности	Литейный уклон $\beta$ , град	
	для наружной поверхности	для внутренней поверхности
До 10 (включительно)	3,0	6,0
Свыше 10 до 40 (включительно)	1,5	3,0
Свыше 40 до 100 (включительно)	1,0	2,0
Свыше 100	0,5	1,0

Значение уклонов различно для наружных (а) и внутренних (б) поверхностей отливки.



**Литейные уклоны для наружных (а) и внутренних (б) поверхностей отливки**

1 – литейный уклон  $\beta$  для наружной поверхности; 2 – литейный уклон  $\beta$  для внутренней поверхности.  $h_n$  – высота наружной поверхности;  $h_v$  – высота внутренней поверхности

## 5. Назначить галтели и радиусы скруглений

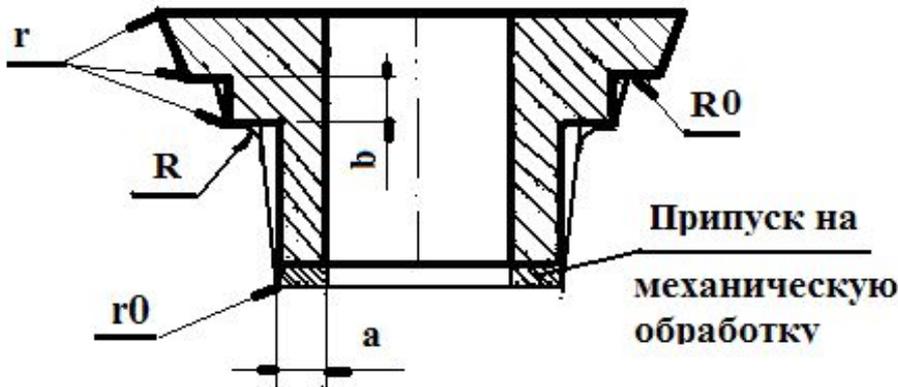
Скругления между пересекающимися поверхностями предотвращают осыпания формочной смеси в углах формы при извлечении литейной модели, снижают вероятность образования концентраторов напряжений и появление трещин.

$R$ ;  $R_0$  – галтели;  $r$ ,  $r_0$  – радиусы скруглений.

«а» и «b» - толщины стенок отливки;  
Радиусы скруглений, подвергающихся механической обработке ( $r_0$ ), равны припуску на механическую обработку.

Для остальных поверхностей  $r = 2 - 4$  мм

Для оливок, получаемых ЛПФ, принимается ср. значение  $r = 3$  мм



Радиусы (галтели)  $R$  рассчитываются по соотношению

$$R = (1/3 \text{ или } 1/5) \times (a + b) / 2$$

где:  $R$  – радиус (галтель), мм; «а» и «b» - толщины пересекающихся стенок отливки, мм.

Коэффициенты  $1/3$  или  $1/5$  принимаются исходя из следующих условий:

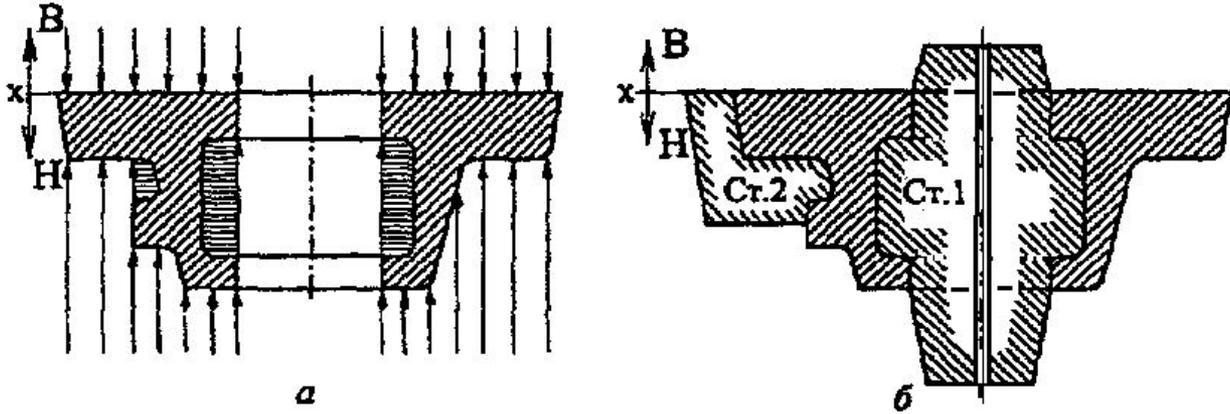
- $1/3$ , если  $(a + b) / 2 \leq 50$  мм;
- $1/5$ , если  $(a + b) / 2 > 50$  мм.

Радиус (галтель) назначают как ближайшее значение из следующего ряда чисел:

1; 2; 3; 5; 8; 10; 15; 20; 25; 30; 35; 40; 50; 60 и т. д.

## 6. Определить количество и форму литейных стержней

Количество стержней и их границы определяются по правилу «световых теней».

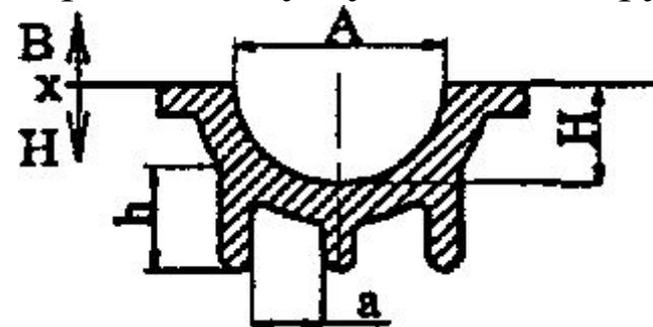


Ст. 1 стержень для формирования внутреннего отверстия; Ст. 2 – стержень для формирования углубления наружной поверхности.

На поверхности детали не должно быть тени при освещении отливки лучами, перпендикулярными плоскости разъема литейной формы (рис. а). Затененные поверхности получают с помощью стержней (рис. б).

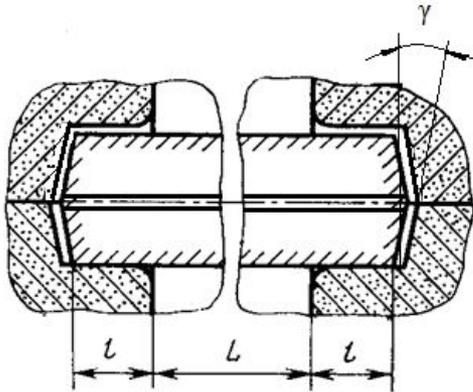
Условия использования стержней для формирования углублений наружной поверхности представлены на нижнем рис.

Для предотвращения обрыва формовочной смеси в углублениях при  $H > 0,3A$  и  $h > 0,8a$  требуется применение стержней при ЛПФ. В остальных случаях - без применения стержней.



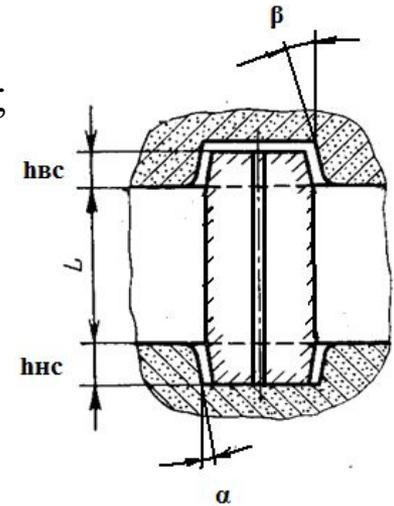
## 7. Определить размеры и формовочные уклоны стержневых знаков.

Стержни устанавливаются на стержневых знаках. Различают горизонтальные (а) и вертикальные (б) стержневые знаки.



$L$  — длина горизонтального стержня;  
 $l$  — длина горизонтальных стержневых знаков

$L$  — высота вертикального стержня;  
 $h_{нс}$  — высота нижнего стержневого знака;  
 $h_{вс}$  — высота верхнего стержневого знака;  
 $h_{вс} = 0,5 h_{нс}$



### 7.1. Определить размеры стержневых знаков.

Для горизонтальных стержней размеры стержневых знаков определяются по табл.

Диаметр стержня, мм	Длина стержневых знаков $l$ , мм при длине горизонтального стержня $L$ , мм			
	$L$ до 50 включительно	$L$ свыше 50 до 80 включительно	$L$ свыше 80 до 120 включительно	$L$ свыше 120
До 30 включительно	20	25	30	-
Свыше 30 до 50 включительно	20	35	35	35
Свыше 50 до 80 включительно	25	35	35	35
Свыше 80 до 120 включительно	25	35	35	35

Для вертикальных стержней размеры нижних стержневых знаков определяются по **табл.**

Высота верхнего стержневого знака  $h_{вс} = 0,5 h_{нс}$

Диаметр стержня, мм	Высота нижнего стержневого знака $h_{нс}$ , мм при длине вертикального стержня L, мм			
	L до 50 включ	L свыше 50 до 80 включ	L свыше 80 до 120 включ	L свыше 120
До 30 включительно	20	25	30	-
Свыше 30 до 50 включительно	20	35	35	35
Свыше 50 до 80 включительно	25	35	35	35
Свыше 80 до 120 включительно	25	35	35	35

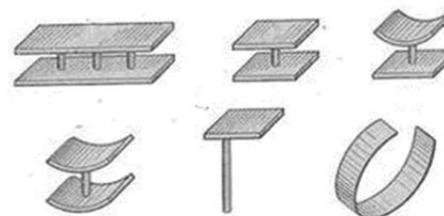
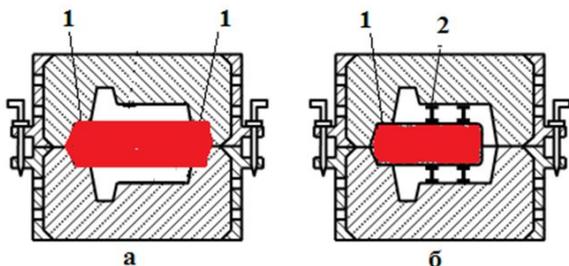
**7.2. Определить формовочные уклоны стержневых знаков. по табл.**

Длина стержневого знака, мм	Уклоны, град		
	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
$\leq 30$	10	15	4
$>30 \leq 50$	7	10	3
$>50 \leq 80$	6	8	2
$> 80$	6	8	2

**8. Определить схему крепления стержней в литейной форме.**

Стержень, опирающийся на два стержневых знака, устойчиво закрепляется в форме (а).

Стержень с одним стержневым знаком устанавливается с одной стороны на знак, а с другой – на металлические подставки, называемые жеребейками (б). При заливке формы расплавленным металлом жеребейки расплавляются в металле отливки.



## 9. Рассчитать КИМз

В себестоимости изготовления детали значительную долю составляют затраты на материал (около 60 %). Объем последующей механической обработки оценивается коэффициентом использования металла заготовки – КИМз. Чем больше КИМз, тем меньше расход металла, удаляемого в отход при механической обработке заготовки, полученной способом литья.

$$\text{КИМз} = M_d / M_o = V_d / V_o,$$

где:  $M_d$  – масса детали;  $M_o$  – масса отливки;  $V_d$  – объем детали;  $V_o$  – объем отливки.

Расчет объема детали  $V_d$  предполагает условное разбиение детали на части, объём  $V$  которых рассчитывается по стандартным формулам

Например:

- для цилиндра  $V = \pi \times D^2 \times H / 4,$

- для усечённого конуса  $V = (D^2 + d^2 + D \times d) \times \pi \times H / 12,$

- для параллелепипеда:  $V = B \times H \times L,$

- для шара:  $V = \pi \times D^3 / 6$

(где  $D$  и  $d$  - наибольший и наименьший диаметры усеченного конуса;  $D$  – диаметр цилиндра и шара;  $H$  – высота;  $B$  – ширина;  $L$  – длина). Объем детали рассчитывается как сумма отдельных ее составляющих ( $V_d = \sum V$ ). Масса детали  $M_d = (V_d \times \gamma) / 1000$ , где  $M_d$  масса детали, кг;  $V_d$  – объем детали ( $V_d = \sum V$ ),  $\text{см}^3$ ;  $\gamma$  – плотность серого чугуна,  $\text{г}/\text{см}^3$  ( $\gamma = 7,2 \text{ г}/\text{см}^3$ ).

Объем отливки  $V_o$  отличается от объема детали  $V_d$  на величину формовочных уклонов, припусков на механическую обработку, радиусов скруглений и напусков.

Объем металла, приходящегося на радиусы скруглений пересекающихся поверхностей, рассчитывается как половина объема усеченного конуса, образующая которого проходит через места сопряжения радиуса с пересекающимися поверхностями. Масса отливки  $M_o = (V_o \times \gamma) / 1000$ , где  $M_o$  масса отливки, кг;  $V_o$  – объем отливки,  $\text{см}^3$ ;  $\gamma$  – плотность серого чугуна,  $\text{г}/\text{см}^3$  ( $\gamma = 7,2 \text{ г}/\text{см}^3$ ).

**10. Определить относительный показатель технологичности конструкции отливки (To), получаемой литьем в песчаные формы**

При анализе на технологичность заполняется табл. 6. При этом знак «0» означает, что требования технологичности не характерны для данной конструкции отливки; «—» - требование технологичности не выполняется; «+» - требование технологичности выполняется.

Далее рассчитывается относительный показатель технологичности конструкции отливки *To*.

$$To = n / No, \text{ где:}$$

*n* – сумма выполняемых требований технологичности

$$n = (\sum \langle + \rangle); No = (N - \sum \langle 0 \rangle),$$

где: *N* – общее количество требований технологичности (*N*=18);  
 $\sum$   
 «0» - сумма требований технологичности, не характерных для данной конструкции отливки.

Требования	№	Признаки технологичности	Оценка признака (⟨+⟩ ; ⟨0⟩ ; ⟨—⟩)
К расположению отливки в литейной форме	1	Минимальное количество разъемов литейной формы	
	2	Расположение всей отливки или большей ее части в одной, желательно нижней полуформе	
	3	Расположение обрабатываемых поверхностей отливки внизу или сбоку	
К стержням литейной формы	4	Минимальное количество стержней при изготовлении литейной формы	
	5	Удобство установки и крепления стержней в литейной форме без применения жеребеек	
К наружной конфигурации отливки	6	Отсутствие выступающих частей, мешающих извлечению модели из литейной формы	
	7	Наличие формовочных уклонов на поверхностях, перпендикулярных плоскости разъема литейной формы	
	8	Отсутствие больших углублений на наружных поверхностях отливки	
	9	Расположение обрабатываемых поверхностей на одном уровне	
	10	Объединение выступающих частей на поверхности отливки	
К внутренней конфигурации отливки	11	Удобство удаления стержней и вывода газов	
К конструкции стенок отливки	12	Обеспечение оптимальной толщины стенки отливки	
	13	Обеспечение оптимальной толщины внутренних стенок ребер и полок (толщина внутренних стенок ребер и полок должна быть меньше толщины наружных)	
	14	Отсутствие местных скоплений металла	
	15	Наличие ребер жесткости для тонкостенных отливок	
	16	Отсутствие тонких горизонтальных поверхностей большой протяженности	
	17	Отсутствие отверстий малого диаметра ( $d < 20$ мм, где <i>d</i> – диаметр отверстия) и большой длины ( $Lot > 1,8S$ , где: <i>Lot</i> – длина отверстия; <i>S</i> – толщина стенки отливки)	
К пересекающимся или сопрягаемым поверхностям отливки	18	Наличие оптимальных размеров скруглений между пересекающимися или сопрягаемыми поверхностями отливки	

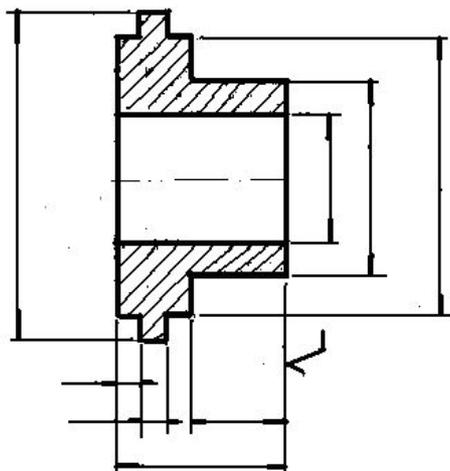
## 11. Разработать эскиз отливки

Эскиз отливки разрабатывается по чертежу детали

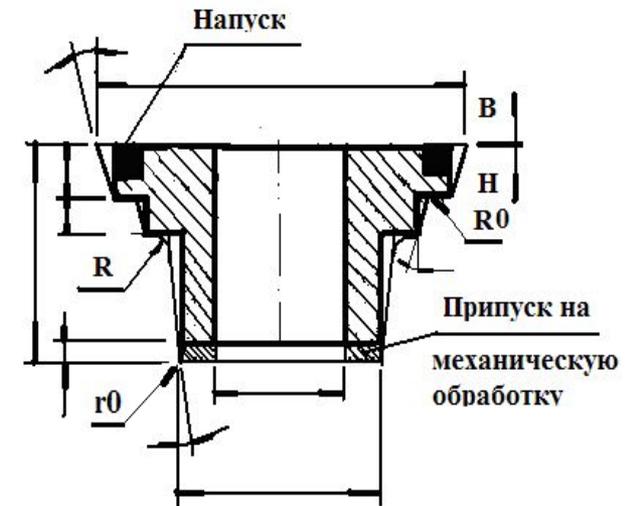
Эскиз отливки выполняется с указанием размеров отливки, припусков на механическую обработку, напусков, формовочных уклонов и радиусов скруглений. Формовочные уклоны и радиусы скруглений на эскизе отливки наносятся сплошной тонкой линией. Углы формовочных уклонов указывают в градусах.

### Содержание домашнего задания

1. Расчетная часть.
2. Эскиз детали с указанием размеров, обрабатываемых поверхностей, марки материала. (рис. 1).
3. Эскиз отливки с указанием напусков, литейных уклонов, галтелей, радиусов скруглений, припусков на механическую обработку (рис. 2)



Материал - серый чугун

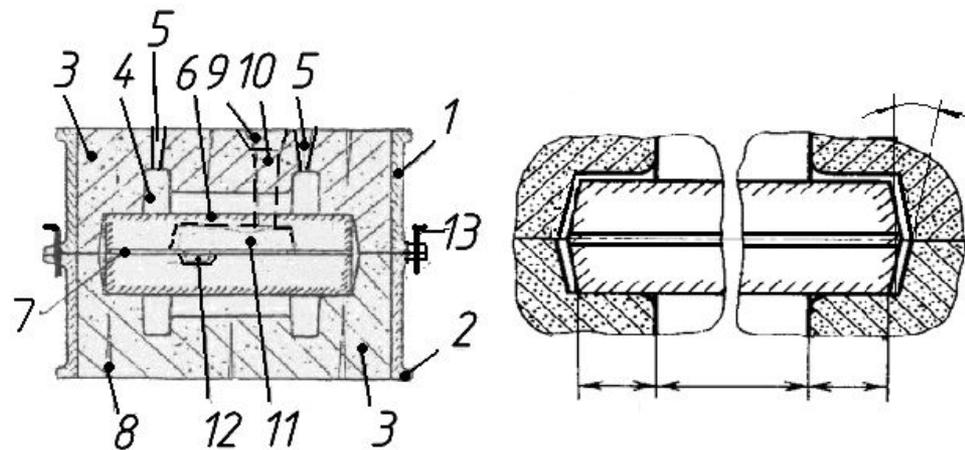
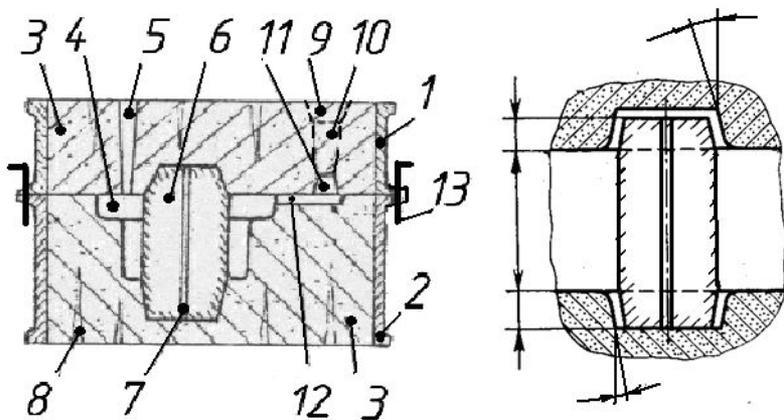


Технические условия

Неуказанные литейные радиусы  $r = 3$  мм

4. Эскиз литейной формы с расположением отливки в одной (рис. 3) или двух (рис. 4) полуформах с обозначением позиций, указанием элементов литейной формы и их назначения, схемы крепления стержней, значения КИМз и  $T_0$ .

5. Заполненная таблица анализа технологичности конструкции отливки, получаемой литьем в песчаные формы.



КИМз =

$T_0$  =

**Рис. 3** Расположение отливки в одной полуформе

КИМз =

$T_0$  =

**Рис. 4** Расположение отливки в двух полуформах.