

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

Строительно-политехнический колледж

221-2023

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению практических работ № 1-3
для студентов специальности 15.02.16
«Технология машиностроения»
очной формы обучения

Воронеж 2023

УДК 658.5:621(07)
ББК 65.301я73

Составитель: преподаватель И. И. Извеков

Разработка технологических процессов изготовления деталей машин: методические указания к выполнению практических работ № 1-3 для студентов специальности 15.02.16 «Технология машиностроения» очной формы обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост. И. И. Извеков. Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2023. 57 с.

Методические указания содержат информацию по проектированию исходной заготовки литьем, рассмотрен процесс изготовления отливки в песчано-глинистой форме. Рассмотрена методика технико-экономического обоснования по выбору оптимального способа изготовления исходной заготовки.

Предназначены для студентов специальности 15.02.16 «Технология машиностроения» очной формы обучения.

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле РТПИДМ(1-3).pdf.

Ил. 8. Табл. 18. Библиогр.: 4 назв.

УДК 658.5:621(07)
ББК 65.301я73

Рецензент – В. А. Рябцев, канд. техн. наук, доц. кафедры прикладная математика и механика ВГТУ

*Издается по решению редакционно-издательского совета
Воронежского государственного технического университета*

Практическая работа № 1

Технико-экономическое обоснование выбора оптимального способа получения исходной заготовки

Цель работы:

1. Сформировать представление о возможных способах получения исходной заготовки.
2. Сформировать навыки технико-экономического обоснования выбора оптимального способа получения исходной заготовки.

Способы получения (изготовления) исходной заготовки выбирают, анализируя ряд факторов характеризующих деталь, в частности: материал детали, технические требования на ее изготовление, объем и серийность выпуска, конструктивные особенности детали. Способ получения заготовки, обеспечивающий технологичность и минимальную себестоимость, считается оптимальным.

1. Определение возможных способов получения исходной заготовки.

Максимально приблизить геометрические формы и размеры заготовки к размерам и форме готовой детали – одна из главных задач заготовительного производства. Оптимизируя выбор способа получения заготовки, можно не только снизить затраты на её изготовление, но и значительно сократить трудоёмкость последующей механической обработки.

В машиностроении для получения заготовок наиболее широко применяют следующие способы:

1. Литье;
2. Обработку металлов давлением;
3. Прокат;
4. Сварку;
5. Комбинации этих способов.

В данной работе способы получения исходной заготовки для конкретной детали определяются следующими показателями (признаками):

1. Материалом детали;
2. Конструктивной формой детали;
3. Серийностью производства;
4. Массой детали.

Примечание:1 – под термином «исходная заготовка» понимается заготовка в виде отливки, поковки; заготовка, изготовленная из проката.

Материал детали является одним из важных признаков, определяющий способ получения заготовки. Код заготовки по материалу детали определяется по данным табл. 1.

Таблица 1

Код заготовки по виду материала детали.

Вид материала детали	Код заготовки
Стали углеродистые	1
Чугуны	2
Литейные сплавы	3
Высоколегированный стали и сплавы	4
Низкоуглеродистые стали	5
Легированные стали	6
Прокатанные материалы	7

Конструктивные формы деталей общего машиностроения условно делятся на 14 видов. Соответствующий код выбирается на основе сравнения конструктивной формы рассматриваемой детали с описанием конструктивной формы типовых деталей, представленных в табл. 2.

Таблица 2

Код заготовки в зависимости от конструктивной формы детали

Конструктивная форма детали	Код заготовки
Валы гладкие круглого или квадратного сечения	1
Валы круглого сечения с одним уступом или фланцем, с буртом или выемкой без центрального отверстия	2
Детали с цилиндрической, конической, криволинейной и комбинированными формами поверхностей без центрального отверстия и с отверстием длиной $L \leq 0,5D$	3
То же, $0,5 > L > 2D$	4
То же, $L > 2D$	5
Детали с цилиндрической, конусной, криволинейной поверхностями, с гладкой или ступенчатой наружной поверхностью со сквозным или глухим гладким или ступенчатым отверстием	6
Детали сложной пространственной формы	8
Детали с удлиненной, прямолинейной, изогнутой осью и пересекающимися главными осями	9
Корпусные детали, имеющие сочетание призматической, цилиндрической и других форм наружной поверхности с наличием базовых отверстий и установленных плоскостей, с полостью и без неё, имеющие на поверхности ребра, углубления, выступы, бобышки и отверстия	10
Детали с призматической, цилиндрической или сочетанием криволинейной или призматической форм наружных поверхностей с поверхностью в виде прямоугольных, круглых фланцев, имеющие ребра, углубления, выступы	11
Коробчатые разъемные корпуса с установочной поверхностью параллельной или перпендикулярно относительно плоскости разреза, имеющие одну и более базовых поверхностей, а также ребра, углубления, выступы.	12
Детали простой конфигурации, ограниченный гладкими или ступенчатыми, плоскими, цилиндрическими и комбинированными поверхностями с наличием ребер, буртов бобышек, фланцев и отверстий	13
Тонкостенные полые детали с цилиндрической, конической и комбинированными формами наружной поверхности и детали типа дисков и крышек	14

Для определения *серийности производства*, необходимо знать массу детали и программу её выпуска. Код заготовки в зависимости от серийности производства детали определяются по данным табл. 3.

Таблица 3

Код заготовки в зависимости от серийности производства детали

Способы получения заготовки	Программа выпуска детали при массе детали, кг			Код заготовки
	10	100	1000	
Штамповка, поковка	500	250	60	1
	1000	400	300	2
	2500	1000	600	3
	3500	1000	600	4
Прокат	500	250	60	1
	1000	400	300	2
	3500	1000	600	3,4
Отливка	2000	600	300	1
	12000	4000	1500	2
	30000	8000	7000	3,4

С учетом *массы* детали код заготовки выбирается по данным табл. 4.

Таблица 4

Код заготовки в зависимости от массы детали

Масса, кг	Код заготовки		Масса, кг	Код заготовки
До 0,63	1		10,0-63	5
0,63-1,6	2		63-100	6
1,6-4,0	3		100-400	7
1,0-10,0	4		Свыше 400	8

Таким образом, определив код получения заготовки по каждому из четырех основных признаков характеризующих деталь, перечень кодов рекомендуемых способов получения исходной заготовки для данной детали представлен в табл. 5.

Таблица 5

Коды рекомендуемых способов получения исходной заготовки

Код признака детали				
Материал	Серийность	Конструктивная форма	Масса детали	Способ получения заготовки
1...3	1	1...14	1...6	1
	2...4	1	1...6	1,4...6
			7	1,4,5
			8	1,4,5
		2	1...6	1,4...6
			7	1,4,5
			8	1,4
			1...6	1,2,4...6
		3,4	7	1,4,5
		5	8	1,2,4
			1...6	1...6
			7	1,2,4,5
		6	8	1,2,4
			1...6	1,2,4...6
			7	1,2,4,5
			8	1,2,4
		7	1...6	1..6
			7	1,2,4
			8	1,4...6
		8,9	1...6	1,4...6
			7	1,4,5
			8	1,4
		10	1...6	1,3...6
			7	1,4,5
			8	1,4
			1...6	

		11,12	1...6 7 8	1,3...6,11 1,4,5,11 1,4,11
		13	1...6 7 8	1...6 1,2,4,5 1,2,4
		14	1...8	1,2,11
4...7	1	1...7 8 9 10...12 13,14	1...8	9,10 9 9,10 11 9,11
4...7	2...4	1 2...7 8 9 10...12 13,14	1...8	9,10 7...10 7,9 7...9 11 7,11

Расшифровка кодов определения способов получения исходной заготовки представлена в табл. 6.

Таблица 6

Расшифровка кодов заготовки

Способ получения заготовки	Код заготовки	Коэффициент, Кв.т
Литье в песчано-глинистые формы	1	0,7
Центробежное литье	2	0,85
Литье под давлением	3	0,91
Литье в кокиль	4	0,8
Литье в оболочковые формы	5	0,9
Литье по выплавляемым моделям	6	0,91
Штамповка на молотах и прессах	7	0,8
Штамповка на горизонтально – ковочных машинах	8	0,85
Свободная ковка	9	0,6
Прокат	10	0,4
Сварные заготовки	11	0,95

2. Техничко-экономическое обоснование выбора оптимального способа получения исходной заготовки.

Проводимые на предыдущем этапе исследования позволяют определить рекомендуемые способы получения заготовки. Окончательное решение о выборе конкретного способа из полученного перечня (по результатам предыдущего этапа по данным табл. 6) принимается после определения и сравнения *себестоимости получения заготовки* для каждого из рекомендуемых способов.

Себестоимость производства заготовки, без учета затрат на предварительную механическую обработку, для разных способов литья и обработки давлением определяется по формуле:

$$C_{\text{заг}} = \frac{(C + K_{\text{т.о}}) \cdot G_{\text{заг}} \cdot K_{\text{тКс}}}{1000} - ((G_{\text{заг}} - G_{\text{д}}) \cdot S_{\text{отх}} / 1000) \cdot K_{\text{ф}}, \quad (1)$$

где С – базовая стоимость 1 тонны заготовки, руб./кг.(табл. 7-10);

Кт.о – коэффициент доплаты за термическую обработку и очистку заготовки, руб./кг. (табл. 11);

Gзаг – масса заготовки, кг;

Кт- коэффициент, учитывающий точностные характеристики заготовки (табл. 12);

Кс – коэффициент, учитывающий серийность выпуска заготовки (табл. 13- 15);

Gд – масса детали, кг (см. основную надпись чертежа детали);

Sотх – стоимость 1 килограмма отходов (стружки), руб.

Кф – коэффициент, учитывающий инфляцию.

Масса заготовки:

$$G_{\text{заг}} = \frac{G_{\text{д}}}{K_{\text{в.т.}}}; \quad (2)$$

где Kв.т.- коэффициент весовой точности (см. табл. 6)

Таблица 7

Оптовая цена 1кг отливок чугуна, руб.

Масса одной отливки, кг	Группа сложности					
	1	2	3	4	5	6
4,5	322	401	496	590	794	843
5,65	316	394	486	579	61	827
7,15	310	386	477	569	677	811
9	304	379	468	557	665	796

Таблица 8

Оптовая цена 1кг отливок из стали, руб.

Масса одной отливки, кг	Группа сложности					
	1	2	3	4	5	6
14,25	352	439	542	645	770	922
18	314	431	533	634	756	906
22,5	341	424	524	623	744	891
28,25	335	417	515	613	732	876

Таблица 9

Оптовая цена 1кг поковок, руб.

Масса одной отливки, кг	Группа сложности			
	1	2	3	4
2,875	398	452	596	567
3,575	382	432	485	544
4,5	368	418	468	524
5,65	354	403	450	504
7,15	342	389	435	486
9	332	376	422	472
11,25	321	365	409	458

Таблица 10

Оптовая цена 1кг штамповок, руб.

Масса одной отливки, кг	Группа сложности			
	1	2	3	4
1,8	598	577	647	724
2,25	482	548	613	668
2,825	457	519	582	651
3,575	439	499	558	625
4,5	422	480	538	602
5,65	407	463	517	579
7,15	393	446	500	559
9	381	432	484	542
11,25	369	419	469	526

Таблица 11

Доплата за термообработку и очистку заготовки

Вид термообработки	Кт.о., руб./кг
Отжиг	15
Нормализация	25
Очистка от окалины	8

Таблица 12

Коэффициент K_t , учитывающий класс точности размеров
в зависимости от способов литья

Способ литья	K_t
В песчанно– глинистые формы (ПГФ), в оболочковые формы	1,165 1,27
В кокиль, центробежное литьё По выплавляемым моделям	1,67

Таблица 13

Коэффициент K_c , учитывающий серийность выпуска заготовки
поковки

Число поковок в годовом заказе, шт.	K_c
125 и менее	1,5
126-250	1,25
251-500	1,1
Свыше 501	1

Таблица 14

Коэффициент K_c , учитывающий серийность выпуска
штамповок

Гру-ппа се-рий- ности	Число штамповок в годовом заказе при массе одной штамповки, кг				K_c
	1,6-2,5	2,5-4,0	4,0-10	10-25	
5	700 и менее	650 и менее	500 и менее	400 и менее	По договорам с покупателями
4	701-1400	651-1250	501-1000	401-750	1,3
3	1401- 4500	1251- 4000	1001- 3500	751-3000	1,15
2	4501- 120000	1001- 10000	3501- 15000	3001- 50000	1,0
1	Свыше 120000	Свыше 100000	Свыше 75000	Свыше 50000	0,9

Таблица 15

Коэффициент K_c , учитывающий серийность выпуска
отливков

Размер партии, шт	K_c		Размер партии, шт	K, c
Менее 200	1,23		12001-20000	1,03
201-1000	1,15		20001-75000	1,0
1001-4000	1,1		750001-200000	0,97
1001-12000	1,06			

Сравнение способов производства заготовок по их себестоимости позволяет выбрать *оптимальный способ изготовления* исходной заготовки.

Порядок выполнения работы

1. В соответствии с заданным преподавателем номером варианта (прил.; табл. 1,2.), определить рекомендуемые способы получения исходной заготовки.
2. Выполнить расчет себестоимости производства исходной заготовки для рекомендуемых способов ее получения.
3. Обосновать выбор оптимального способа изготовления исходной заготовки.

Содержание отчета

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Представить результаты выполненной работы в письменном виде.
4. Сформулировать выводы по работе.

Пример выполнения работы

Исходные данные для выполнения работы:

Вариант 1.

Название детали – вал-шестерня (прил. ; табл. 1).

Годовая программа выпуска детали – 1000 штук
(прил.,табл.1)

Рабочий чертеж детали – ТМ 1 (прил., табл.2).

Решение

1. Определение возможных способов получения исходной заготовки.

1.1. Определение кодов заготовки в соответствии с основными признаками детали:

- код заготовки по виду материала детали – 4 (табл.1), так как материал детали – сталь 25ХНГМТ;

- код заготовки в соответствии с конструктивной формой детали – 5 (табл.2);

- код заготовки с учётом серийности производства – 2(табл.3);

- код заготовки с учетом массы детали – 4 (табл.4)

1.2. По полученным кодам признаков детали из соответствующих колонок табл. 5 выписываем коды рекомендуемых способов получения заготовки: 7;8;9;10.

1.3. Согласно данным табл. 6 расшифровываем коды рекомендуемых способов получения исходной заготовки:

код 7- штамповка на молотах и прессах;

код 8 – штамповка на горизонтально - ковочных машинах;

код 9 – свободнаяковка;

код 10 – из проката.

2. Расчет себестоимости производства исходной заготовки для рекомендуемых способов её получения.

Расчет себестоимости осуществляется по формуле (1).

2.1. Расчет себестоимости получения исходной заготовки по коду 7 – штамповка на молотах и прессах:

Расчет группы (степени) сложности Сг:

$$C_g = \frac{V_{дет.}}{V_{цил.}}, \quad (3),$$

где $V_{\text{дет}}$ – объем детали, заполненный материалом.

$$V_{\text{дет}} = \frac{\pi(48)^2}{4} \cdot 83 + \frac{\pi(80)^2}{4} \cdot 83.5 + \frac{\pi(40)^2}{4} \cdot 77 = 666.3 \text{ мм}^3$$

$V_{\text{цил}}$ - объём цилиндра, в который вписана деталь:

$$V_{\text{цил}} = \frac{\pi(80)^2}{4} \cdot 230 = 1155520 \text{ мм}^3$$

$$C_{\Gamma} = 666,3/1155520=0,58$$

В соответствии с данными табл. 16 группа (степень) сложности поковки – С2.

Таблица 16

Группа сложности поковки

Группа (степень) сложности	С1	С2	С3	С4
Значение C_{Γ}	Св. 0,63 до 1,0	Св. 0,32 до 0,63	Св.0,16 до 0,32	До 0,16

в формуле (1):

$C=446$ руб./кг (табл.10);

$K_{т.о.}=8$ руб./кг (табл.11);

Масса заготовки формула (2):

$$G_{\text{заг}} = \frac{G_{\text{д}}}{K_{\text{в. т.}}} = \frac{6,3}{0,8} = 7,9 \text{ кг},$$

где $K_{\text{вт}}=0,8$ (табл.6)

$K_{\text{т}}=1$ (Табл. 12); $K_{\text{с}}=1$ (табл.14); $S_{\text{отх}}=27$ руб./кг; $K_{\text{ф}}=5$.

Себестоимость получения заготовки:

$$C_{\text{заг7}} = [(446 + 8) \cdot 7,9 \cdot 1 \cdot 1] / 1000 - (7,9 - 6,3) \cdot 27 / 1000 \\ \cdot 5 = 17.72 \text{ руб.}$$

2.2. Расчет себестоимости получения исходной заготовки по коду 8 – штамповка на горизонтально-ковочных машинах:

$$C = 446 \text{ руб./кг (табл.10);}$$

$$K_{т.о} = 8 \text{ руб./кг (табл.11);}$$

$$G_{\text{заг}} = G_{\text{д}} / K_{\text{в.т.}} = 7,4 \text{ кг;}$$

где $K_{\text{в.т.}} = 0,85$ (табл.6)

$$K_{\text{т}} = 1 \text{ (табл.12); } K_{\text{с}} = 1 \text{ (табл.14); } S_{\text{отх}} = 27 \text{ руб/кг; } K_{\text{ф}} = 5.$$

Себестоимость получения заготовки

$$C_{\text{заг8}} = \left[\left(\frac{446 + 8}{1000} \right) \cdot 7,4 \cdot 1 \cdot 1 - (7,4 - 6,3) \cdot \frac{27}{1000} \right] \cdot 5 = 16.65 \text{ руб.}$$

2.3. Расчет себестоимости получения исходной заготовки по коду 9-свободная ковка:

$$C = 389 \text{ руб/кг (табл.9);}$$

$$K_{т.о} = 8 \text{ руб/кг (табл.11);}$$

Масса заготовки:

$$G_{\text{заг}} = G_{\text{д}} / K_{\text{в.т.}} = 6,3 / 0,6 = 10,5 \text{ кг}$$

где $K_{\text{в.т.}} = 0,6$ (табл.6);

$$K_{\text{т}} = 1 \text{ (табл.12); } K_{\text{с}} = 1 \text{ (табл.14); } S_{\text{отх}} = 27 \text{ руб/кг; } K_{\text{ф}} = 5.$$

Себестоимость получения заготовки:

$$G_{\text{заг9}} = \left[\left(\frac{389 + 8}{1000} \right) \cdot 10,5 \cdot 1 \cdot 1 - (10,5 - 6,3) \cdot \frac{27}{1000} \right] \cdot 5 = 20,28 \text{ руб.}$$

2.4. Расчет себестоимости получения исходной заготовки по коду 10-из проката:

$$C = 439 \text{ руб./кг (табл.8)}$$

$$K_{т.о} = 0$$

Масса заготовки:

$$C_{\text{заг}} = G_{\text{д}} / K_{\text{в.т.}} = \frac{6,3}{0,4} = 15,75 \text{ кг}$$

$$K_{\text{т}} = 1; K_{\text{с}} = 1, S_{\text{отх}} = 27 \text{ руб./кг ; } K_{\text{ф}} = 5.$$

Себестоимость получения заготовки:

$$C_{заг10} = \left(\frac{439}{1000} \cdot 15,75 \cdot 1 \cdot 1 - (15,75 - 6,3) \cdot \frac{2,7}{1000} \right) \cdot 5 = 34,44 \text{руб}$$

3. Обоснование выбора оптимального способа получения исходной заготовки:

Т.к. $C_{заг8} = C_{заг.min} = 16,65 \text{руб.}$, то оптимальным способом получения исходной заготовки является штамповка на горизонтально-ковочных машинах.

Контрольные вопросы

1. Какие способы применяют в машиностроении для получения исходной заготовки?
2. Какие показатели учитываются при определении способа получения исходной заготовки?
3. Как определяются коды видов заготовки?
4. Какие факторы влияют на себестоимость получения (изготовления) заготовки?
5. По каким критериям выбирается оптимальный способ получения исходной заготовки?

Практическая работа № 2

Проектирование исходной заготовки, получаемой литьем

Цель работы:

1. Сформировать навыки проектирования исходной заготовки, получаемой одним из способов литья.
2. Сформировать навыки выполнения чертежа отливки в соответствии с требованиями ГОСТ 3.1125-88.

Примечание: При выполнении практических работ №2-№5, в учебных целях, рассматривается укрупненная маршрутная технология изготовления детали без разработки технологических переходов и без учета выполнения вспомогательных операций.

Заготовка, изготовленная одним из способов литья, называется *отливкой*.

В данной практической работе методика проектирования отливки осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ 26645-85 «Отливки из металлов и сплавов». (см. прил.)

Порядок выполнения работы

1. Представить исходные данные на деталь.
 - 1.1. В соответствии с заданным преподавателем номером варианта, выписать номер рабочего чертежа детали, название детали, годовую программу выпуска детали (табл. 1),
 - 1.2. Представить рабочий чертеж детали (табл. 2)
 - 1.3. Материал детали:
 - 1.3.1. Химический состав материала (табл. 3).
 - 1.3.2. Механические свойства материала (табл. 4).
 - 1.4. Массу детали (см. основную надпись рабочего чертежа детали).
 - 1.5. На основе анализа рабочего чертежа детали выполнить эскиз исходной заготовки, которая будет получена в виде отливки.
 2. Исходные данные для расчета (назначения) допусков, допускаемых отклонений и припусков на отливку.
 - 2.1. Определить тип производства для изготовления детали (табл. 5).
 - 2.2. Наметить технологический процесс литья (способ литья) (ГОСТ 26645-85, табл. 9).

Примечание: при выполнении пункта 2.2, если это возможно, необходимо воспользоваться результатом, связанным с выбором способа литья, полученным в ходе выполнения практической работы № 1.

 - 2.3. Назначить класс размерной точности отливки (ГОСТ 26645-85,табл. 9).
 - 2.4. Выписать величины шероховатости элементов поверхностей отливки см. рабочий чертеж детали (прил., табл. 2)
- Примечание:** величину шероховатости элементов поверхности отливки устанавливают по тем поверхностям детали, которые после литья не подвергаются последующей механической обработке).
- 2.5. Назначить степень точности для поверхностей

отливки (ГОСТ 26645-85, табл. 11; с учетом данных табл. 12).

2.6. Определить степень коробления элементов поверхностей отливки (ГОСТ 26645-85, табл. 10).

2.7. Назначить класс точности массы отливки (прил., ГОСТ 26645-85, табл. 13).

2.8. Оценить величину допуска смещения отливки по плоскости разъёма.

2.9. Записать условное обозначение отливки (прил., ГОСТ 26645-85 п.5.1).

Примечание: условное обозначение отливки, т.е., выписку норм точности отливки указать в технических требованиях чертежа отливки.

3. Определить допуски на линейные размеры элементов поверхностей отливки:

3.1. Определить допуски на линейные размеры элементов поверхностей отливки без учёта формы и расположения элементов поверхностей отливки (ГОСТ-26645-85, табл. 1).

3.2. Определить допуски на элементы поверхностей отливки с учетом их формы и расположения (ГОСТ 26645-85, табл. 2).

3.3. Определить общие допуски на элементы поверхностей отливки (ГОСТ 26645-85, табл. 16).

Примечание: Полученные величины допусков элементов поверхностей отливки свести в табл. 1.

3.4. Определить допуск массы отливки (ГОСТ 26645-85, табл. 4).

3.5. Выполнить эскиз отливки с простановкой допусков на элементы поверхностей.

4. Определить величину припусков на линейные размеры элементов поверхностей отливки.

4.1. Назначить ряд припуска на обработку поверхностей отливки (ГОСТ 26645-85, табл. 14)

4.2. Определить общий припуск на сторону для элементов поверхностей отливки (ГОСТ 26645-85, табл. 6).

Примечание:

- вид окончательной механической обработки рассматриваемого элемента поверхности отливки устанавливается с учетом данных (ГОСТ 26645-85, табл. 7, табл. 8); а также с учетом данных (прил., табл. 7). «Шероховатость поверхности при механических методах обработки».

- величина общего припуска для отдельного элемента поверхности при этом должна быть согласована с величиной его минимального припуска (ГОСТ 26645-85, табл.5).

- расчет общего припуска для элементов поверхностей отливки свести в табл. 2.

5. Рассчитать окончательные размеры элементов поверхностей отливки.

5.1. Рассчитать номинальные размеры элементов поверхностей отливки.

5.2. Назначить допускаемые отклонения на размеры элементов поверхностей отливки (ГОСТ 1855-55,ГОСТ 2009-55, табл. 8).

Примечание: расчет окончательных размеров элементов поверхностей отливки свести в табл. 2.

6. Выполнить чертеж исходной заготовки отливки в соответствии с требованиями ГОСТ 3.1125-88 «Правила графического выполнения элементов литейных форм и отливок» (см. прил.).

7. Рассчитать массу отливки.

8. Рассчитать величину Ким – коэффициента использования материала.

9. Сформулировать выводы по результатам выполненной работы.

Содержание отчета

1. Название работы.

2. Цель работы.

3. Представить рабочий чертеж детали.

4. Представить выполненный расчет в письменном виде.

5. Представить чертеж отливки.

6. Сформулировать выводы по результатам выполненной работы.

Пример выполнения работы

1. Исходные данные на деталь:

1.2. Вариант 26, деталь-цилиндр, годовая программа выпуска детали – 10000 штук (прил. , табл. 1).

1.3. Представить рабочий чертеж детали (прил. , табл. 2)

1.4. Материал детали – сталь 45Л ГОСТ 977-88. (Основная надпись рабочего чертежа детали).

1.5. Химический состав материала (в процентах), (прил. ,табл.3):

C – 0, 42...0, 5; Si - 0,2...0, 52; Mn – 0,4...0,9;

Ni - до 0,3;

S – до 0, 045; P – до 0,04; Cr-до 0, 3;Cu – до 0,3;

Fe – 97

1.6. Механические свойства материала (прил. , табл. 4):

$\sigma_b=520$ МПа, $\sigma_{0,2}=290$ МПа, $\delta_5 = 10\%$; $\psi=18\%$; $K_{cv}=24$ КДж/м²,

плотность стали $\rho=7800$ кг/м.³

1.7. Масса детали – 3,3 кг (См.основную надпись рабочего чертежа детали).

1.8. На основе анализа рабочего чертежа детали проектируем исходную заготовку на получение отливки (рис. 1).

2. Исходные данные для расчета (назначения) допусков, допускаемых отклонений и припусков на отливку:

2.1. Намечаем среднесерийный тип производства (прил. , табл. 5).

2.2. Назначаем литье под низким давлением и в кокиль без песчаных стержней (прил., табл. 6; прил., ГОСТ 26645-85, табл. 9).

2.3. Назначаем класс размерной точности отливки – 9-ый класс (прил., ГОСТ 26645-85, табл. 9).

2.4. Величина шероховатости поверхностей отливки, которые в дальнейшем не подвергаются механической обработке – Ra 12,5 (см. рабочий чертеж детали).

2.5. Назначаем степень точности поверхностей отливки – 9^{-ая} степень точности (прил., ГОСТ26645-85, табл. 11, с учётом данных табл.12).

2.6. Определяем степень коробления элементов поверхностей отливки – степень коробления отливки -3 (прил., ГОСТ 26645-85, табл. 10), т.к. отношение наименьшего размера элемента отливки к наибольшему:

$$25/135=0,185$$

2.7. Назначаем класс точности массы отливки – 8^{-ой} класс (прил., ГОСТ 26645-85, табл. 13).

2.8. Оцениваем величину допуска смещения отливки по плоскости размера– 0,6 мм.

2.9. Записываем условное обозначение отливки:

Точность отливки 9-3-9-8 см 0,6 ГОСТ 26645-85. (прил., ГОСТ 26645-85, п. 5.1).

3. Определяем допуски на линейные размеры элементов поверхностей отливки;

3.1. Определяем допуски на линейные размеры элементов поверхностей отливки, без учета формы и расположения элементов поверхностей отливки (табл. 1; значения колонки 3; см. прил. , ГОСТ 26645-85, табл. 1).

3.2. Определяем допуски на элементы поверхностей отливки с учетом их формы и расположения (табл. 1, значения колонки 4; см. прил., ГОСТ 26645-85, табл. 2).

3.3. Определяем общие допуски на элементы поверхностей отливки (табл. 1, значения колонки 5, см. прил., ГОСТ 26645-85, табл. 16).

3.4. Определяем допуск массы отливки – 8 % от номинальной массы отливки (прил., ГОСТ 26645-85, табл. 4).

3.5. Выполняем эскиз отливки с простановкой допусков на элементы поверхностей (см. табл. 1, колонку 6, а также рис. 2.)

4. Определяем припуски на линейные размеры элементов поверхностей отливки.

4.1. Назначаем припуски на обрабатываемые элементы поверхностей отливки (прил., ГОСТ 26645 – 85, табл. 14).

4.2. Определяем общий припуск:

4.2.1. На сторону элементов поверхностей отливки (табл. 2, колонка 6 см. прил. , ГОСТ 26645-85, табл. 6).

4.2.2. Рассчитываем общий припуск элементов поверхностей отливки (табл. 2, колонка 7).

5. Рассчитываем размеры элементов поверхностей отливки:

5.1. Рассчитываем номинальный размер элементов поверхностей отливки (табл. 2, колонка 8, как сумма значений колонок 2,7,табл. 2).

5.2. Назначаем допускаемые отклонения на размеры поверхностей отливки (табл. 2, колонка 9, значения колонки см. прил. ,табл. 8).

5.3. Записываем размеры элементов поверхностей отливки с учетом допускаемых отклонений на размеры в колонку 10 табл. 2.

6. Выполняем эскиз заготовки на литье (рис.1).

6.1. На рис. 2. показан чертеж отливки с учетом допусков на литьё.

6.2. Выполняем чертёж отливки (рис. 3) в соответствии с требованиями ГОСТа 3.1125-88 (см. прил.).

7. Рассчитываем массу отливки.

Масса отливки рассчитывается по формуле:

$$m_{от} = \rho * V_{от} ,$$

где ρ – плотность материала отливки, для стали $\rho=7800$ кг/м³

$V_{от}$ -объем отливки, заполненный материалом (м³)

Для определения объема $V_{от}$ рекомендуется условно разбивать фигуру отливки на отдельные простые геометрические элементы: цилиндры, конусы, прямые, прямоугольные параллелепипеды. В рассматриваемом случае, деталь – цилиндр, представляет собой тело вращения, поэтому фигуру отливки можно представить, как сумму объёмов отдельных i -х цилиндров:

$V_{от}=\sum V_{оти}$. Объем i -го цилиндра рассчитывается по формуле:

$$V_{оти} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot l_i,$$

где d_i и l_i – диаметр и высота i -го цилиндра разбиения, соответственно; причем, эти размеры подставляются в формулу с учетом предельных отклонений размеров: для наружных цилиндров размеры берутся с положительными, а для внутренних цилиндров, т.е. отверстий, берутся размеры с отрицательными отклонениями.

В рассматриваемом случае:

$$V_{от} = \frac{3.14(147.2 \cdot 10^{-3})^2}{4} \cdot 29.4 \cdot 10^{-3} + \frac{3.14(116.4 \cdot 10^{-3})^2}{4} \cdot 41.9 \cdot 10^{-3} + \frac{3.14(49.9 \cdot 10^{-3})^2}{4} \cdot 25.3 \cdot 10^{-3} - \frac{3.14(65.2 \cdot 10^{-3})^2}{4} \cdot 34.9 \cdot 10^{-3} - \frac{3.14(19.9 \cdot 10^{-3})^2}{4} \cdot 10.6 \cdot 10^{-3} \approx 875407 \cdot 10^{-9} \text{ м}^3$$

Масса отливки:

$$m_{от} = 7800 \cdot 875407 \cdot 10^{-9} \approx 6,83 \text{ кг.}$$

8. Рассчитываем величину $K_{им}$:

$$K_{им} = \frac{m_{дет}}{m_{от}} = \frac{3,3}{6,83} = 0,48$$

9. Вывод: т.к. значения $K_{им} = 0,48$, то получение заготовки литьем под низким давлением в кокиль не является экономически выгодным.

Таблица 1

Определение допусков на линейные размеры для элементов
поверхности отливки.

Название элемента поверхности детали	Номинальный размер элемента поверхности детали, мм	Допуск на элемент поверхности отливки без учёта её формы и расположения, мм	Допуск формы и расположения элемента поверхности отливки, мм	Общий допуск элемента поверхности отливки, мм	Номинальный размер элемента поверхности отливки с учетом величины допуска, мм
Диаметр наружный	135	$2,4 \cdot 2 = 4,8$	0,24	5,00	$135 \pm 2,5$
Диаметр наружный	100	$2,2 \cdot 2 = 4,4$	0,20	5,00	$100 \pm 2,5$
Диаметр наружный	40	$1,8 \cdot 2 = 3,6$	0,20	4,00	$40 \pm 2,0$
Диаметр отверстия	80	$2,2 \cdot 2 = 4,4$	0,20	5,00	$80 \pm 2,5$
Диаметр отверстия	30	$1,8 \cdot 2 = 3,6$	0,20	4,00	$30 \pm 2,0$
Длина наружной поверхности	80	$2,2 \cdot 2 = 4,4$	0,20	5,00	$80 \pm 2,5$
Длина наружной поверхности	65	2,2	$0,20 : 2 = 0,10$	2,40	$65 \pm 1,2$
Длина наружной поверхности	25	1,6	$0,20 : 2 = 0,10$	1,60	$25 \pm 0,8$
Глубина отверстия	40	1,8	$0,20 : 2 = 0,10$	2,00	$40 \pm 1,0$
Глубина отверстия	15	1,4	$0,20 : 2 = 0,10$	1,60	$15 \pm 0,8$

Таблица 2

Расчет общего припуска и окончательных размеров элементов поверхностей отливки

Название элемента поверхности детали	Номинальный размер элемента поверхности детали, мм	Общий допуск элемента поверхности отливки, мм	Шероховатость элемента поверхности детали Ra, мкм	Вид окончательной обработки поверхности	Общий припуск на сторону элемента поверхности, мм	Общий припуск элемента поверхности, мм	Номинальный размер элемента поверхности отливки с учетом припуска, мм	Допускаемые отклонения ($\pm$) на размеры отливки, мм, (ГОСТ 2009-55)	Размер элемента поверхности отливки с учетом допускаемого отклонения, мм
Диаметр наружный	135	5,00	12,5	Черновая	3,1	$3,1 \cdot 2 = 6,2$	$135 + 6,2 = 141,2$	1	$141,2 \pm 1,0$
Диаметр наружный	100	5,00	3,2	Чистовая	5,3	$5,3 \cdot 2 = 10,6$	$100 + 10,6 = 110,6$	0,8	$110,6 \pm 0,8$
Диаметр наружный	40	4,00	12,5	Черновая	2,7	$2,7 \cdot 2 = 5,4$	$40 + 5,4 = 45,4$	0,5	$45,4 \pm 0,5$
Диаметр отверстия	80	5,00	6,3	Получистовая	4,5	$4,5 \cdot 2 = 9,0$	$80 - 9,00 = 71,0$	0,8	$71,0 \pm 0,8$
Диаметр отверстия	30	4,00	12,5	Черновая	2,8	$2,8 \cdot 2 = 5,6$	$30 - 5,6 = 24,4$	0,5	$24,4 \pm 0,5$
Длина наружной поверхности	80	5,00	3,2	Чистовая	5,3	$5,3 \cdot 2 = 10,6$	$80 + 10,6 = 90,6$	0,8	$90,6 \pm 0,8$
Длина наружной поверхности	65	2,40	3,2	Чистовая	3,1	3,1	$65 + 3,1 = 68,1$	0,8	$68,1 \pm 0,8$

Окончание табл. 2

Название элемента поверхности детали	Номинальный размер элемента поверхности детали, мм	Общий допуск элемента поверхности отливки, мм	Шероховатость элемента поверхности детали Ra, мкм	Вид окончательной обработки поверхности	Общий припуск на сторону элемента поверхности, мм	Общий припуск элемента поверхности, мм	Номинальный размер элемента поверхности отливки с учетом припуска, мм	Допускаемые отклонения ($\pm$) на размеры отливки, мм, (ГОСТ 2009-55)	Размер элемента поверхности отливки с учетом допускаемого отклонения, мм
Длина наружной поверхности	25	1,60	3,2	Чистовая	2,3	2,3	25+2,3 =27,3	0,5	27,3 $\pm 0,5$
Глубина отверстия	40	2,00	3,2	Чистовая	2,6	2,6	40-2,6 =37,4	0,5	37,4 $\pm 0,5$
Глубина отверстия	15	1,60	3,2	Чистовая	2,3	2,3	15-2,3 =12,7	0,5	12,7 $\pm 0,5$

Примечание: допускаемые отклонения на размеры отливки (колонка 9), см. ГОСТ 2009-55(прил.) даны по II классу точности.

Контрольные вопросы

1. Что понимается под термином «отливка»?
2. Назовите основные механические свойства материала?
3. Объясните структуру ГОСТ 26645-85.
4. Как определить класс размерной точности отливки?
5. Как определить степень точности поверхности отливки?
6. Как оценить степень коробления поверхности отливки?
7. Как определить класс точности массы отливки?
8. Объясните методику назначения допусков линейных размеров отливки.
9. Объясните методику назначения припусков линейного размера отливки.
10. Как рассчитать $K_{\text{им}}$ для отливки?
11. Назовите основные требования к чертежу отливки согласно ГОСТ 3.1125 – 88.

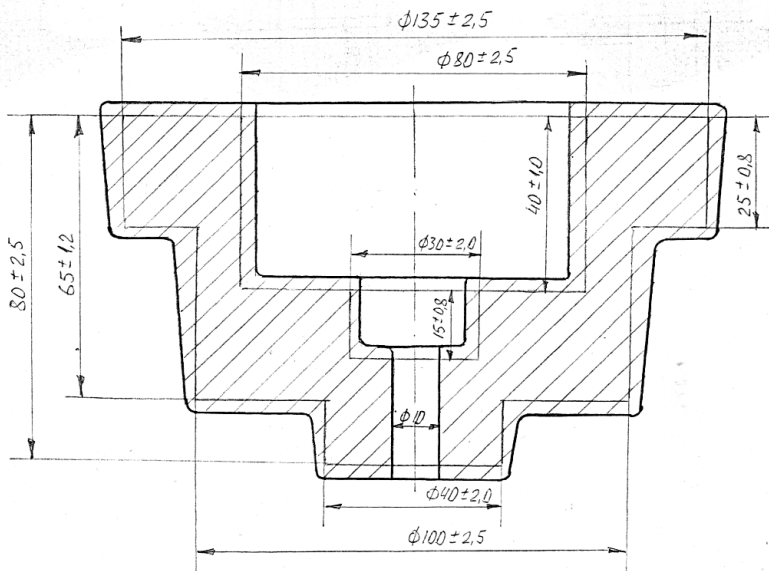


Рис.2. Чертеж отливки с учетом допусков на литьё

Практическая работа № 3

Изготовление отливки в песчано – глинистой форме

Цель работы:

1. Сформировать представление об основных этапах процесса изготовления отливок в песчано-глинистой форме.
2. Сформировать представление о структуре модельного комплекта для литья в песчано-глинистую форму.

Теоретические сведения

Основы литейного производства

Получение изделий, деталей изделия и фасонных заготовок для них заливкой жидкого металла в литейные формы с его последующим затвердеванием называется литейным производством. Получаемая отливка имеет конфигурацию и размеры, придаваемые ей литейной формой.

Литейное производство является наиболее эффективным методом получения заготовок для сложных деталей машин, обеспечивая максимальный коэффициент использования металла и минимальную стоимость, т. к. обладает следующими преимуществами:

- отливки можно изготовить любой сложности, из чугуна, стали и различных цветных металлов и сплавов. Масса отливок неограниченна: от нескольких граммов до сотен тонн. Конфигурация, размеры отливок близки форме и размерам готовых деталей или изделий с малыми припусками на последующую механическую обработку;

- отходы металла могут быть переплавлены и вновь залиты в литейную форму, что позволяет говорить о высокой экономичности литейного производства.

Высокий коэффициент использования металла — КИМ, который превышает 0,7.

Однако, литейное производство имеет и недостатки, к которым можно отнести низкую усталостную прочность литых деталей, а также значительное число внутренних и внешних дефектов отливки. К тому же для литья пригодны лишь сплавы с хорошими литейными свойствами.

Несмотря на указанные недостатки, современное литейное производство развивается и совершенствуется как в области разработки литейных технологий, так и в области автоматизации и механизации всего литейного производства в целом.

Большие успехи достигнуты в области изучения и улучшения механических и технологических свойств серых чугунов — наиболее распространенных и дешевых литейных сплавов. Освоены цветные сплавы и легированные стали для фасонного литья, обладающие специальными физическими и механическими свойствами. Все больше распространяются и совершенствуются специальные виды литья: под давлением, в оболочковые формы, по выплавляемым моделям, центробежное литье и др., обеспечивающие получение точных отливок и, следовательно, уменьшающие затраты на последующую механическую обработку.

В области автоматизации и механизации литейного производства также имеются большие успехи: созданы поточные линии оборудованные литейными конвейерами.

Основные этапы процесса изготовления отливок в песчано-глинистых формах.

Подготовка литейного производства включает следующие этапы:

1. Разработка чертежа отливки и методики литья.
2. Разработка чертежей оснастки (моделей, стержневых ящиков и др.).
3. Изготовление оснастки.
4. Разработка технологии литья.
5. Разработка литейной формы.
6. Подготовка к плавке.
7. Приготовление формовочных смесей.
8. Подготовка шихты.
9. Подготовка флюсов.
10. Изготовление форм.
11. Изготовление стержней.
12. Сборка полуформ.
13. Плавка металла
14. Заливка.
15. Выбивка, очистка, контроль отливки.

Таким образом, укрупненно, технологический процесс производства отливок состоит из следующих основных операций:

1. Изготовление модели и стержней.
2. Изготовление литейной формы по модели.
3. Приготовление жидкого сплава
4. Заливка жидкого сплава в литейную форму.
5. Обрубка литниковой системы, очистка отливок.

Необходимо отметить, что формы для заливок могут быть разовыми и многократными. Разовые формы годны лишь для одной заливки. Многократные металлические формы выдерживают сотни заливок. Многократные песчано - цементные, керамические, графитные формы выдерживают несколько десятков заливок, они применяются для отливки станков, тяжеловесных плит, изложниц. На рис. 1 представлена схема технологического процесса получения отливок в песчано – глинистой форме.

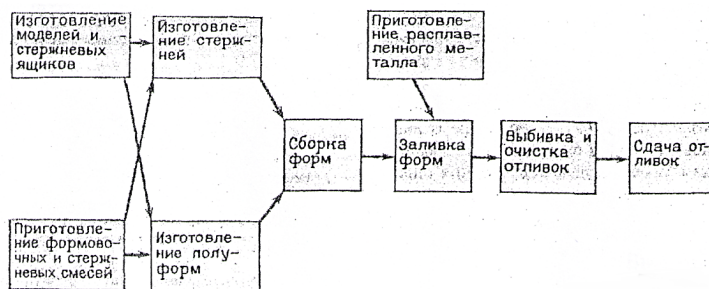


Рис. 1. Схема технологического процесса получения отливки в песчано – глинистой форме
Модельный комплект

Модельный комплект – это совокупность технологической оснастки и приспособлений, необходимых для образования внешнего контура и полостей, соответствующих внутреннему контуру отливки. В модельный комплект включают модели, модельные плиты, стержневые ящики и другие приспособления.

Литейная модель (рис. 2, а) - приспособление, с помощью которого в литейной форме получают полость с формой и размерами, близкими к конфигурации получаемой отливки. Модели бывают неразъемные, с отъемными частями и др.

Модельная плита (рис. 2, б) — металлическая плита с закрепленными на ней моделями и элементами литниковой системы. Ее применяют, как правило, при машинной формовке.

Стержневой ящик (рис. 2, в) — приспособление, служащее для изготовления стержней. Стержневые ящики бывают цельные, разъемные, вытряхные и др.

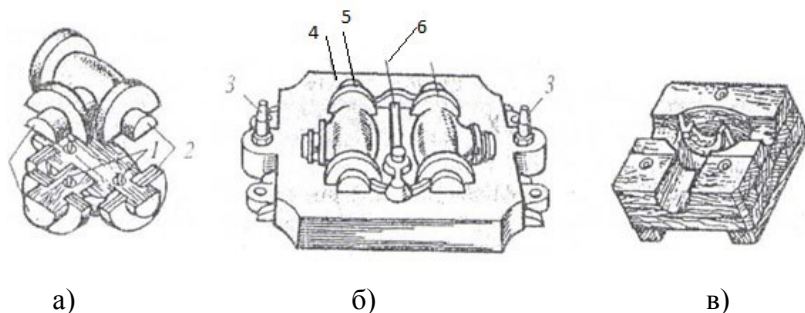


Рис. 2. Литейная модель (а), модельная плита (б) и стержневой ящик (в) для корпуса вентиля: 1 - центрирующие шипы; 2 - стержневые знаки; 3 - центрирующие штыри; 4 - металлическая плита; 5 - модели отливок; 6 - модели элементов литниковой системы

Литейная опока — приспособление для удержания формовочной смеси при изготовлении формы. Верхнюю и нижнюю полуформы взаимно ориентируют с помощью цилиндрических металлических штырей 4, вставляемых в отверстия приливов у опок (рис. 3, а). Для образования полостей, отверстий или иных сложных контуров в формы устанавливают литейные стержни 1 (рис. 3, в), которые фиксируют с помощью выступов (стержневых знаков), входящих в соответствующие впадины в форме. Литейные стержни изготовляют в стержневых ящиках (рис. 3, д). Для подвода расплавленного металла в полость литейной формы, ее заполнения питания отливки при затвердевании используют литниковую систему 8 — 12 (рис. 3, е).

После заливки расплавленного металла, его затвердевания и охлаждения форму разрушают, извлекая отливку.

По виду материалов, используемых для изготовления литейных форм, их разделяют на две группы: формы из неметаллических материалов и металлические формы.

К первой группе относят песчаные формы (сырые, сухие, подсушенные, химически твердеющие и т. д.); песчаные формы, изготовленные без связующего по пенополистироловым моделям или пленочно-вакуумной формовкой; формы, изготовленные по разовым моделям, и др. Эти формы, как правило, используют для изготовления отливок один раз и разрушают при извлечении отливок.

Вторая группа литейных форм представляет собой формы многократного использования. К этой группе относят коколы — металлические формы, пресс-формы для литья под давлением, кристаллизаторы для непрерывного литья, изложницы для центробежного литья и др.

Многообразие современных литейных форм дает возможность изготавливать различные по массе, конфигурации, точности и свойствам металла отливки из любых сплавов.

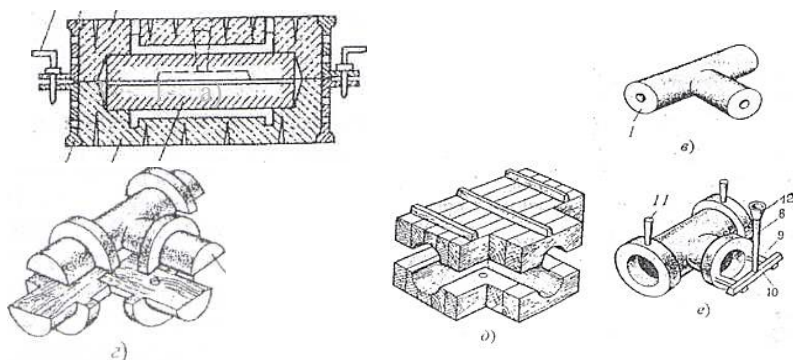


Рис. 3. Литейная форма и ее элементы:

а - литейная форма; в - литейный стержень; г - литейная модель; д - стержневой ящик; е - отливка с литниковой системой

В зависимости от конфигурации и толщины стенок отливок 5 (рис.4, б) состава заливаемого сплава и направления течения, его в полость формы литниковые системы подразделяют на боковые (рис. 4, а), нижние (рис. 4, б) и верхние (рис. 4, в).

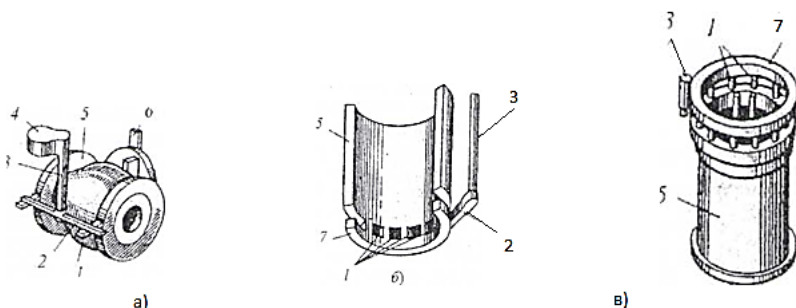


Рис. 4. Способы подвода расплавленного металла в полость литейной формы

Для боковой литниковой системы (рис. 4, а) характерным является то, что питатели и шлакоуловители располагаются в горизонтальной плоскости разреза формы, что удобно в отношении формовки.

В нижних литниковых системах (рис. 4, б) расплав поступает снизу под затопленный уровень без разбрызгивания, окисления и вспенивания, что очень важно при изготовлении отливок из легкоокисляющихся пленообразующих сплавов (алюминиевых, магниевых и др.).

В верхних литниковых системах (рис. 4, в) в течение всей заливки обеспечивается горячее зеркало расплава, что способствует направленному снизу вверх затвердеванию. Такие литниковые системы используются при изготовлении чугуновых и стальных отливок.

Основными элементами литниковых систем являются (рис. 4) следующие.

Литниковая чаша (воронка) 4 предназначена для приема струи расплава, вытекающей из разливочного ковша, и задерживания шлака, попадающего вместе с расплавом в чашу.

Стояк 3 — вертикальный канал, передающий расплав из литниковой чаши к другим элементам литниковой системы.

Шлакоуловитель 2, расположенный горизонтально и, как правило, в верхней полуформе, служит для задержания шлака и передачи расплава из стояка к питателям.

Питатели 1 — каналы, предназначенные для подачи расплава непосредственно в полость литейной формы. Питатели должны обеспечивать плавное поступление расплава в полость формы. Обычно питатели располагают в нижней полуформе.

Выпор 6 служит для отвода газов из полости формы, сигнализирует об окончании заливки, уменьшает динамическое давление расплава на форму, способствует питанию отливки расплавом при её затвердевании.

Коллектор 7 — распределительный канал для направления расплава к различным частям отливки. Его располагают горизонтально по разьему формы. Он всегда должен быть заполнен расплавленным металлом.

Сечения элементов литниковой системы выбирают на основе приближенного расчета, который позволяет установить соотношение между ними (обычно между стояком, шлакоуловителем и питателями).

Изготовление литейных форм

Основные операции изготовления форм (формовка): уплотнение формовочной смеси для получения точного отпечатка модели в форме и придание форме достаточной прочности; устройство вентиляционных каналов для вывода газов из полости формы, образующихся при заливке; извлечение модели из формы; отделка и сборка форм. По степени механизации различают формовку ручную, машинную и автоматическую.

Ручную формовку применяют для получения одной или нескольких отливок в условиях опытного производства, при изготовлении отливок в ремонтном производстве, а также при изготовлении крупных (массой 200 ... 300т) отливок. На практике используют различные приемы ручной формовки.

Формовка в парных опоках по разъемной модели наиболее распространена. Литейную форму (рис. 5, е), состоящую из двух полуформ, изготавливают по разъемной модели (рис. 5 а) в такой последовательности: на модельную плиту 3 устанавливают нижнюю половину модели 1, модели питателей 4 и опоку 5 (рис. 5, б), в которую засыпают формовочную смесь и уплотняют. Опоку поворачивают на 180° (рис 5, в), устанавливают верхнюю половину модели 2, модели шлакоуловителя 9, стояка 8 и выпоров 7. По центрирующим штырям устанавливают верхнюю опоку 6, засыпают

формовочную смесь и уплотняют. После извлечения модели стояка и выпоров форму раскрывают. Из полуформ извлекают модели (рис.5, г) и модели питателей и шлакоуловителей, в нижнюю полуформу устанавливают стержень 10 (рис. 5, д) и накрывают нижнюю полуформу верхней. На рис 5, е показана литейная форма для корпуса вентиля. После заливки расплавленного металла и его затвердевания литейную форму разрушают и извлекают отливку (рис. 5, ж).

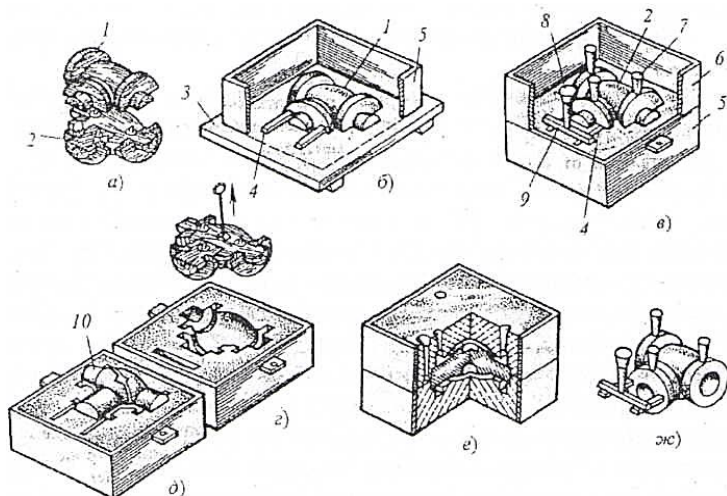


Рис.5. Последовательность операций изготовления литейной формы для корпуса вентиля

Таким образом, по чертежу (эскизу) отливки (рис. 6, а) изготавливают модель. Для удобства извлечения модели из формы ее часто выполняют из двух половинок (рис. 6, б). Для облегчения сборки полумоделей, в них предусматривают базовые выступы 1 и впадины 2. Линия разъема полумоделей совпадает с линией разъема полуформ. Положение модели в форме и линию разъема выбирают исходя из следующего: модель должна извлекаться из формы без осыпания формовочной смеси. Ответственные обрабатываемые поверхности должны находиться внизу, что обеспечивает их лучшее качество. Более высокую часть модели следует устанавливать в нижней полуформе. Выступающие части модели (бобышки, выступы, ребра) должны находиться в плоскости разъема формы. Криволинейная поверхность разъема возможна, но это резко

повышает стоимость литья. Для обеспечения точного положения стержня в полости формы на модели и у стержня (рис. 6, в) изготавливают знаки 3. На модельной плите 4 в первую очередь получают нижнюю полуформу (рис. 6, г). Затем изготавливают верхнюю полуформу. Стержень 6 изготавливают в специальном стержневом ящике 5 (рис. 6, д) из более качественной (стержневой) смеси. Форма сбора показана на (рис. 6, е). Если имеется несколько стержней, на чертеже они обозначаются ст1, ст2, ... (нумерация соответствует последовательности их укладки в форму). Полуформы 14 размещаются в верхней 9 и нижней 7 опоках. При сборке опоки базируются по базовым штифтам 13 и зажимаются болтами 8. Подвод расплава в полость формы осуществляется по литниковой системе 12. Для выпуска воздуха, находящегося во внутренней полости формы, предусматриваются выпоры 11. Для улучшения газопроницаемости формовочной смеси шилом протыкают вентиляционные каналы 10. Эскиз отливки с элементами литниковой системы в аксонометрической проекции представлен на рис. 7. Как ранее было указано литниковая система (рис. 7) состоит из литниковой чаши 1, стояка 3, питателя 2, шлакосборников 4 и прибыли 5. Шлакосборники необходимы для удаления шлаков из заливаемого расплава. Прибыль необходима для компенсации усадки застывающего расплава, т.к. иногда отливка имеет значительную разницу объемов в различных частях. В местах с малым объемом расплав застынет раньше, и возможен литейный брак (трещины или коробление в зоне малого объема). Для выравнивания времени кристаллизации применяют холодильники (рис. 8), которые часто бывают внутренние и представляют собой твердые куски сплава, соответствующие составу заливаемого расплава.

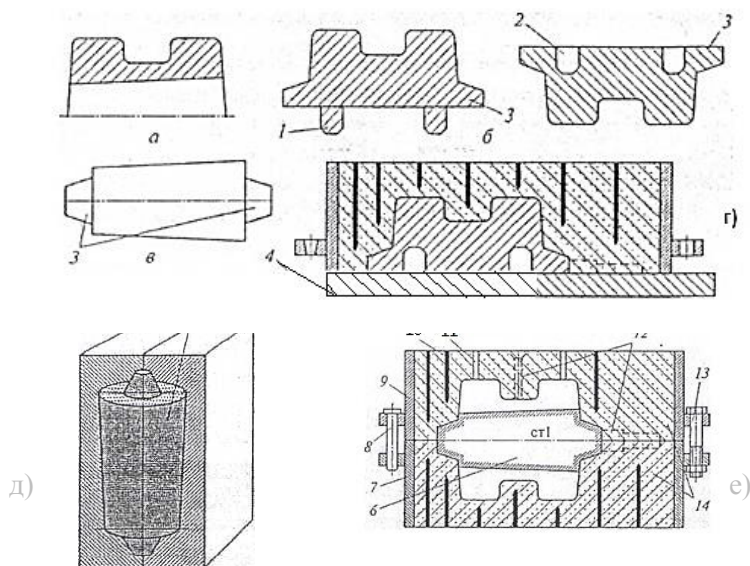


Рис. 6. Последовательность изготовления формы (формовка):
а – эскиз отливки; б – полумодели; в – стержень;
г – изготовление нижней полуформы; д - изготовление стержней; е - форма в сборе: 1 - базовый выступ; 2 - базовая впадина; 3 - знак; 4 - модельная плита; 5 - стержневой ящик; 6 - стержень ст1; 7 - нижняя опока; 8 – базовый штифт; 9 - верхняя опока; 10 - вентиляционный канал; 11 - выпор; 12 - литниковая система; 13 – зажимной болт; 14 - полуформы

Таким образом, метод литья в песчано-глинистые формы характеризуется низкой размерной точностью отливок, высокой шероховатостью их поверхностей. Однако он универсален (можно получать отливки массой от 100 г до сотен килограмм), не требует дорогого оборудования и оснастки.

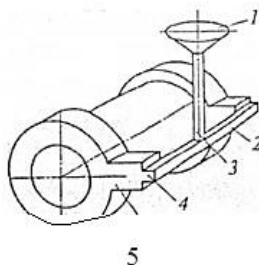


Рис. 7. Аксонометрическая проекция отливки с элементами литниковой системы:

1 – литниковая чаша; 2 – питатель; 3 – стояк; 4 – шлакосборник; 5 – прибыль

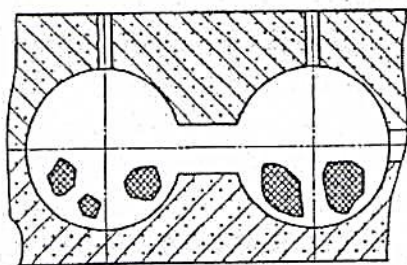


Рис. 8. Внутренний холодильник

Домашнее задание [1]с. 147...195

Порядок выполнения работы

1. Выписать схему технологического процесса получения отливки в песчано-глинистой форме.
2. Описать структурные составляющие модельного комплекта.
3. Ознакомиться с содержанием ГОСТ 3.1125 – 88 ЕСТД «Правила графического выполнения элементов литейных форм и отливок».
4. Начертить эскиз литейной формы в сборе для отливки (рис. 9), дать описание основных элементов литниковой системы.
5. Выполнить в аксонометрической проекции эскиз отливки с элементами литниковой системы.

Содержание отчета

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Представить результаты выполненной работы в письменном виде.
4. Представить рабочий чертеж детали.
5. Представить эскиз литейной формы в сборе отливки.
6. Представить эскиз, отливки с элементами литниковой системы, выполненной в аксонометрической проекции.
7. Сформулировать выводы по работе.

Контрольные вопросы

1. Какова цель литейного производства?
2. Назовите основные преимущества литейного производства.
3. Перечислите основные недостатки, связанные с получением отливок.
4. Назовите основные этапы технологических процессов изготовления отливок.
5. Дайте краткое описание каждого из этапов технологического процесса изготовления отливок.
6. Назовите структурные составляющие модельного комплекта.
7. Назовите элементы литейной формы.
8. Назовите основные элементы литниковой системы.
9. Каким образом расплавленный металл подводится в полость литейной формы?
10. Назовите последовательность технологических операций при изготовлении литейных форм.

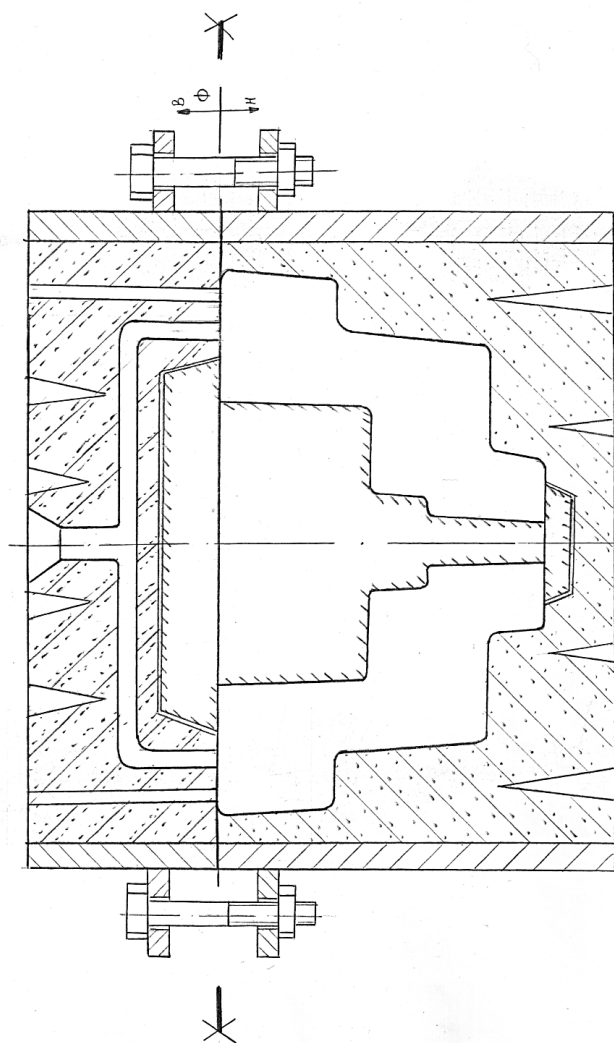


Рис. 9. Эскиз литевой формы в сборе для отливки

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

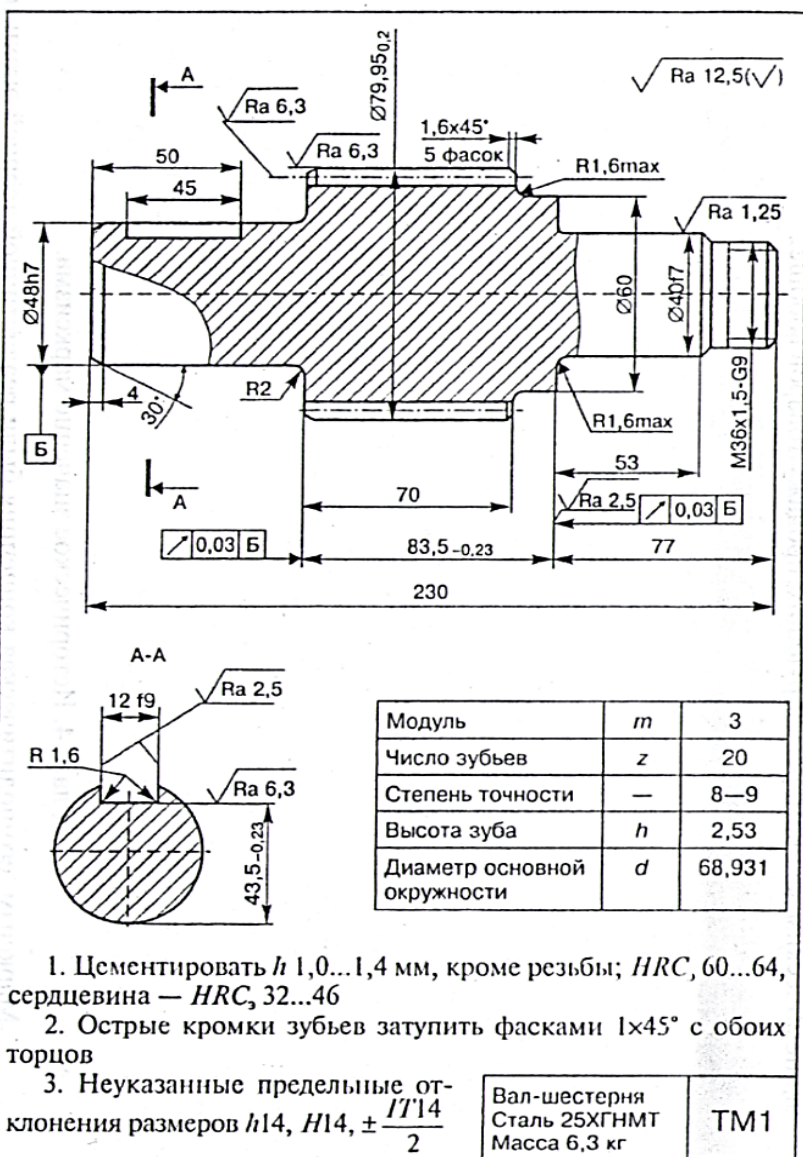
1. Пачевский. В. М. Малоотходные технологии получения заготовок: учеб. пособие. – Воронеж : ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2015. С. 30
2. Чечета, И. А. Высокоэффективные методы заготовительного производства : учеб. пособие. – Воронеж : ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2015. –135 с.
3. Заготовительное производство в машиностроении: учебное пособие. Малькова М. Ю., Мещеряков А. В., Задиранов А. Н., Директмедиа Пабблишинг, 2023. 148с.
4. ГОСТ 3.1125 – 88 ЕСТД, Правила графического выполнения элементов литейных форм и отливок.

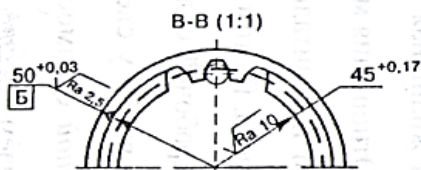
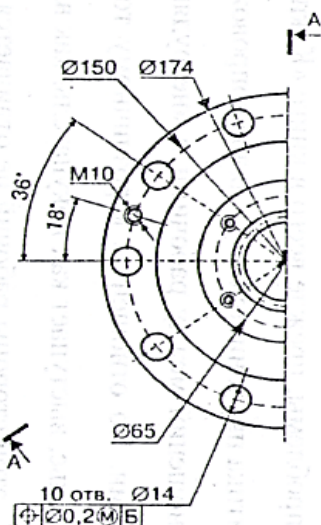
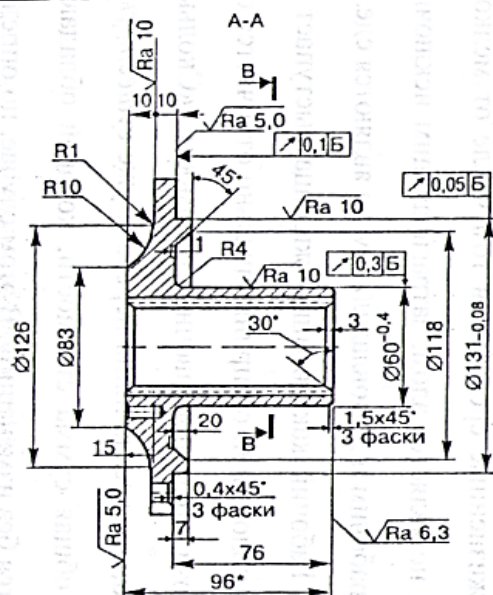
ПРИЛОЖЕНИЕ

Исходные данные для выполнения практических работ № 1 - № 5

Номер варианта	Номер рабочего чертежа детали	Название детали	Годовая программа выпуска детали, шт.
1	ТМ 1	Вал-шестерня	1000
2	ТМ 1	Вал-шестерня	50 000
3	ТМ 2	Фланец кулака	15 000
4	ТМ 2	Фланец кулака	150 000
5	ТМ 3	Серьга	10 000
6	ТМ 3	Серьга	140 000
7	ТМ 4	Крестовина	8 000
8	ТМ 4	Крестовина	132 000
9	ТМ 5	Шестерня	12 000
10	ТМ 5	Шестерня	40 000
11	ТМ 5	Шестерня	50 000
12	ТМ 5	Шестерня	180 000
13	ТМ 6	Корпус	12 000
14	ТМ 6	Корпус	138 000
15	ТМ 7	Шестерня	15 000
16	ТМ 7	Шестерня	30 000
17	ТМ 7	Шестерня	160 00
18	ТМ 8	Фланец	8 000
19	ТМ 8	Фланец	16 000
20	ТМ 8	Фланец	134 000
21	ТМ 9	Корпус	15 000
22	ТМ 9	Корпус	125 000
23	ТМ 10	Крышка	12 000
24	ТМ 10	Крышка	38 000
25	ТМ 10	Крышка	165 000
26	ТМ 11	Цилиндр	10 000

Исходные данные к практическим работам № 1 – № 5:
рабочие чертежи деталей





Модуль	<i>m</i>	2,5
Число зубьев	<i>z</i>	20
Диаметр ролика	<i>D_p</i>	5,176
Размер по роликам	<i>M_q</i>	38,9

1. HB 241...269

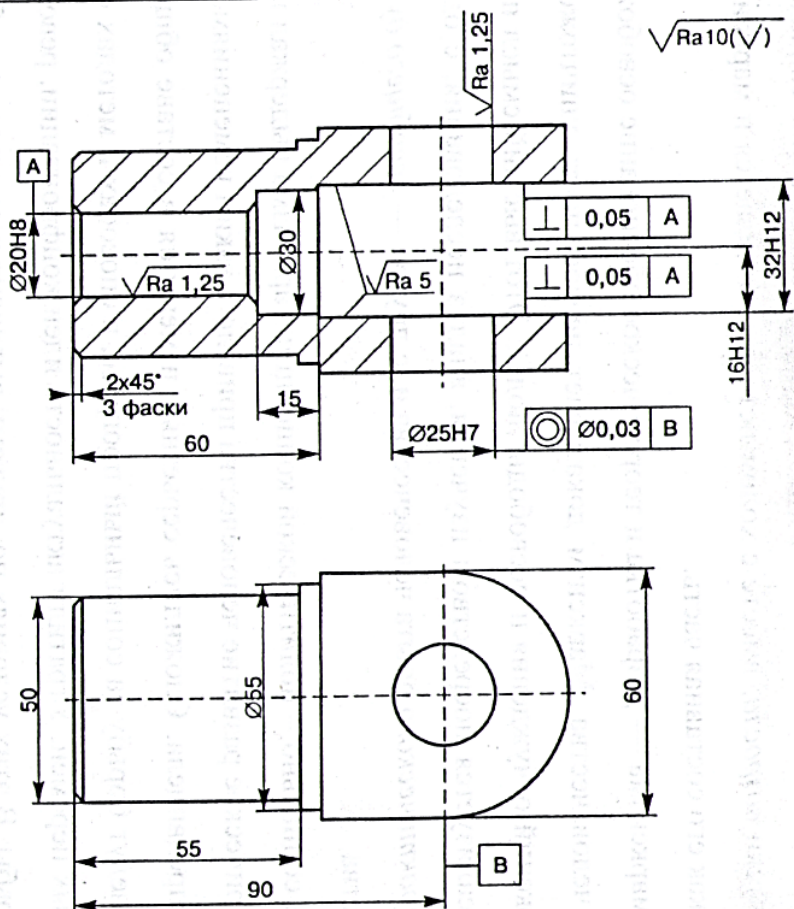
2. * Размер для справок

3. Неуказанные предельные отклонения размеров *h*14, *H*14,

$$\pm \frac{IT14}{2}$$

Фланец кулака
Сталь 45
Масса 4,2 кг

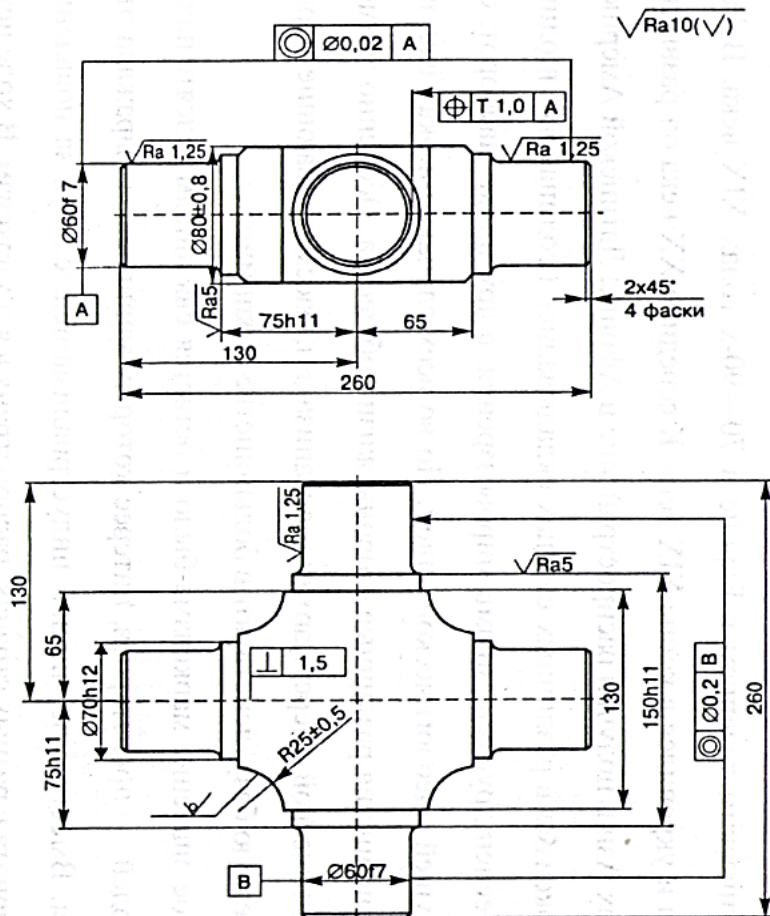
TM2



1. HRC, 37...42
2. Неуказанные предельные отклонения размеров $h14, H14, \pm \frac{IT14}{2}$

Серьга
Сталь 45
Масса 1,6 кг

ТМЗ



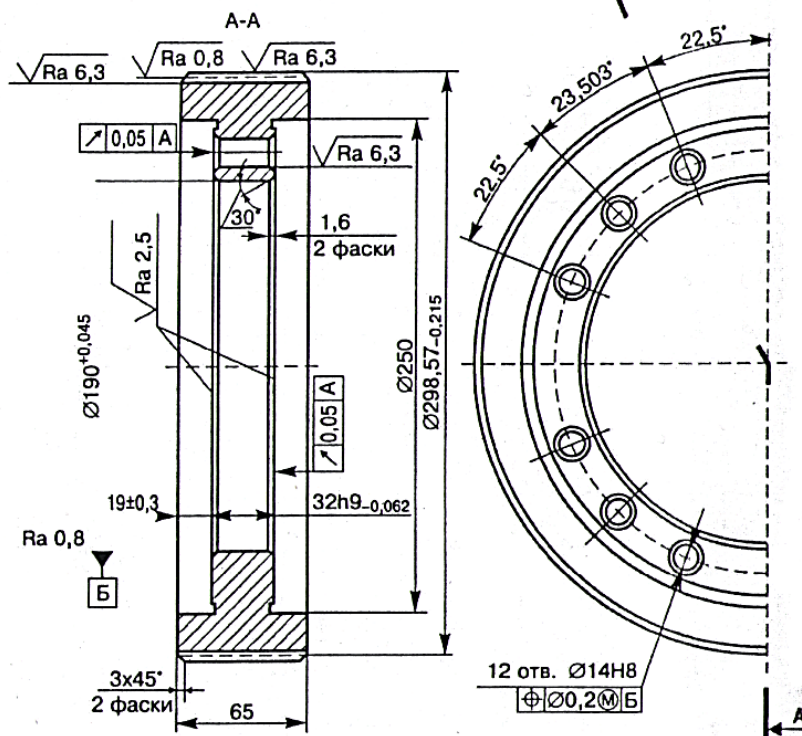
1. Цементировать $h 0,7 \dots 0,9$ мм; $HRC_3 58 \dots 62$
2. Неуказанные предельные отклонения размеров $h14, H14, \pm \frac{IT14}{2}$

Крестовина
Сталь 20
Масса 7,1 кг

TM4

Модуль	<i>m</i>	2,5
Число зубьев	<i>z</i>	45
Высота зуба	<i>h</i>	2,428
Размер по роликам	—	8—9

√ Ra 10 (√)



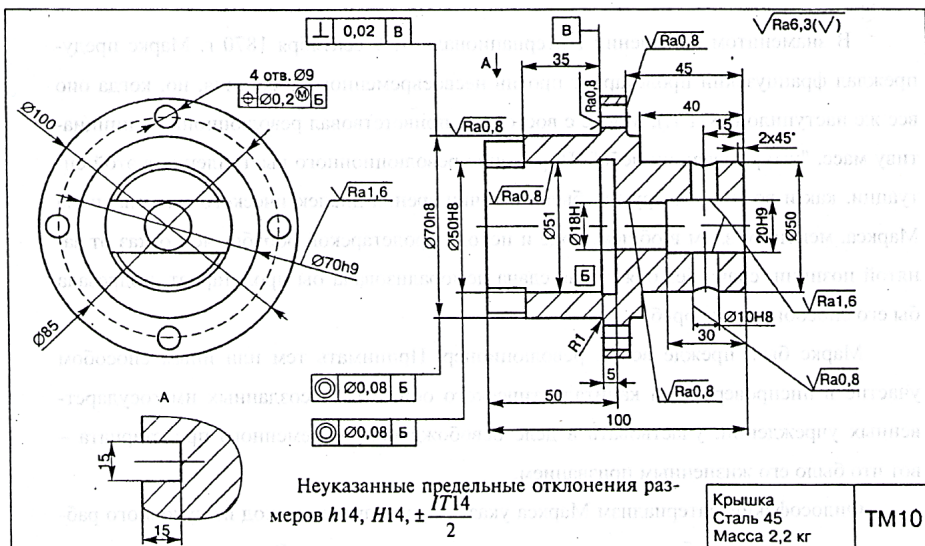
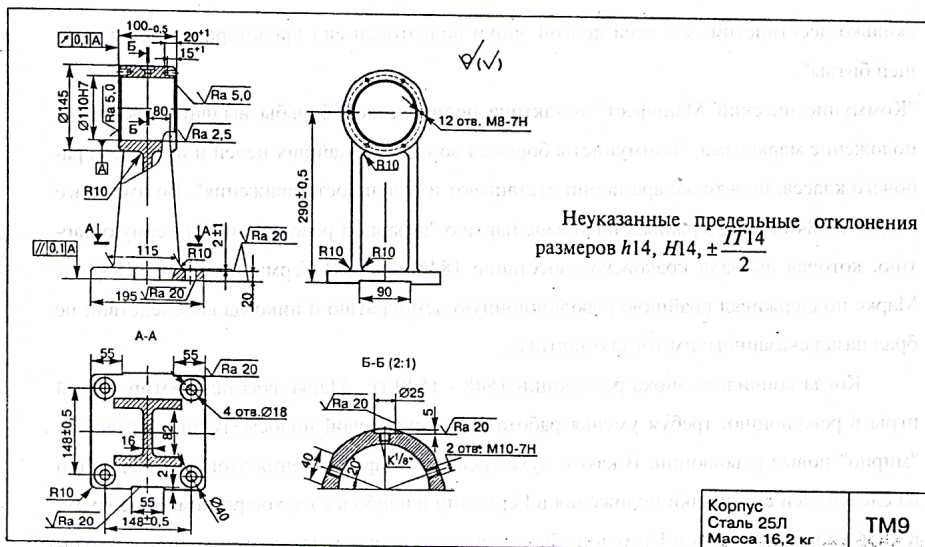
1. Цементировать h 1,0...1,4 мм; HRC , 58...65, сердцевина — HRC , 35...45

2. Острые кромки зубьев затупить фасками $1 \times 45^\circ$ с обоих торцов

3. Неуказанные предельные отклонения размеров $h14$, $H14$, $\pm \frac{IT14}{2}$

Шестерня
Сталь 30XГТ
Масса 6,5 кг

TM5



ОГЛАВЛЕНИЕ

Практическая работа № 1	
Технико-экономическое обоснование выбора оптимального	
способа получения исходной	
заготовки.....	3
Практическая работа № 2	
Проектирование исходной заготовки, получаемой	
литьем.....	17
Практическая работа № 3	
Изготовление отливки в песчано – глинистой форме.....	32
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	45
Приложение	46

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению практических работ № 1-3
для студентов специальности 15.02.16
«Технология машиностроения»
очной формы обучения

Составитель:
Извеков Игорь Иванович

Издается в авторской редакции

Компьютерный набор К. В. Поливаева

Подписано к изданию 16.11.2023.
Уч.-изд. л. 2,1.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический
университет»
394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84