

**Министерство образования и науки  
Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический  
университет им. Д.И.Менделеева»**

**Новомосковский институт (филиал)**

**Бегова А.В., Сафонов Б.П.**

***Технология конструкционных материалов***

Методические указания и индивидуальные задания  
для студентов всех форм обучения по профилю подготовки  
«Машины и аппараты химических производств»

Издание 2-е, переработанное и дополненное

**Новомосковск  
2017**

УДК 621.7  
ББК 34  
Б 376

**Рецензент:**

кандидат технических наук, доцент Добровенко В.В.  
(ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И.Менделеева, Новомосковский институт)

**Бегова А.В., Сафонов Б.П.**

Б 376 **Технология конструкционных материалов.** Методические указания и индивидуальные задания для студентов всех форм обучения по профилю подготовки «Машины и аппараты химических производств». Издание 2-е, переработанное и дополненное / Под ред. Б.П. Сафонова. - ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И.Менделеева, Новомосковский институт (филиал); Новомосковск, 2017. – 52 с.

Методические указания по выполнению индивидуальных заданий по дисциплине «Технология конструкционных материалов» включают варианты и исходные данные, некоторые теоретические положения, справочную информацию, являются дополнением к теоретическому курсу, а также содержат порядок выполнения заданий с краткими пояснениями.

Предназначены для самостоятельного выполнения контрольных работ и индивидуальных заданий студентами всех форм обучения по профилю подготовки «Машины и аппараты химических производств»

Табл. 31. Ил. 22. Библиогр.: 25 назв.

УДК 621.7  
ББК 34

**Индивидуальные задания**  
**по курсу «Технология конструкционных материалов»**  
 для студентов очной и заочной формы обучения профиля подготовки  
 «Машины и аппараты химических производств»

**1. Выбор вариантов заданий**

Варианты индивидуальных заданий (ИЗ) выдаются преподавателем студентам дневной формы обучения или выбираются по двум последним цифрам шифра зачетной книжки студентами заочной формы обучения (табл.1.1) при выполнении контрольной работы.

Таблица 1.1- Выбор вариантов заданий для студентов заочной формы обучения

б а	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	11	2	12	3	13	4	14	5	15
1	2	12	3	13	4	14	5	15	6	16
2	3	13	4	14	5	15	6	16	7	17
3	4	14	5	15	6	16	7	17	8	18
4	5	15	6	16	7	17	8	18	9	19
5	6	16	7	17	8	18	9	19	10	20
6	7	17	8	18	9	19	10	20	1	11
7	8	18	9	19	10	20	1	11	2	12
8	9	19	10	20	1	11	2	12	3	13
9	10	20	1	11	2	12	3	13	4	14
<b>Примечание:</b> а,б – последняя и предпоследняя цифра зачетной книжки										

Индивидуальные задания выполняются студентом на листах формата А4. Разрешается выполнение заданий с использованием персонального компьютера и стандартных офисных, а также имеющихся графических программ.

Текстовая часть работы выполняется с соблюдением норм русского языка, чертежи оформляются в соответствии с нормами ЕСКД. При выполнении индивидуальных заданий необходимо использовать не только данные методические указания, но и другую учебную и справочную литературу, приведенную в библиографическом списке. **В конце заданий приводится список использованной литературы** (см. описание литературных источников в методических указаниях).

**2. Индивидуальные задания**  
**2.1. Индивидуальное задание №1**  
**«Расчет шихты при выплавке чугуна»**

Рассчитать шихту для выплавки чугуна заданного состава ваграночным способом. Количество кокса 10-15% и флюса 3% от металлической завалки. Потери металла: 10% завалки

Таблица 2.1.1- Варианты исходных данных для задания (состав чугуна, %)

Вариант	<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	Вариант	<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>
1	3,10	1,5	0,70	11	3,20	1,6	0,75
2	3,20	1,6	0,75	12	3,30	1,7	0,65
3	3,30	1,7	0,65	13	3,15	1,8	0,80
4	3,15	1,8	0,80	14	3,25	1,9	0,85
5	3,25	1,9	0,85	15	3,35	2,0	1,00
6	3,35	2,0	1,00	16	3,10	2,1	0,70
7	3,10	2,1	0,70	17	3,20	2,2	0,75
8	3,20	2,2	0,75	18	3,30	2,3	0,65
9	3,30	2,3	0,65	19	3,15	2,4	0,80
10	3,15	2,4	0,80	20	3,25	1,5	0,7

Таблица 2.1.2- Варианты исходных данных для задания (компоненты металлической завалки)

Марка	Вариант задания									
	1;11	2;12	3;13	4;14	5;15	6;16	7;17	8;18	9;19	10;20
Масса, кг	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Чушковый чугун										
ЛК1	А	-	-	-	-	А	-	-	-	-
ЛК2	Б	А	-	-	-	Б	А	-	-	-
ЛК3	В	Б	А	-	-	В	Б	А	-	-
ЛК4	-	В	Б	А	-	.	В	Б	А	-
ЛК5	-	-	В	Б	А	.	-	В	Б	А
ЛК6	-	-	-	В	Б	-	-	-	В	Б
ЛК7	-	-	-	-	В	.	-	-	-	В
Возврат собственного производства										
	20%	25%	30%	35%	20%	25%	30%	20%	25%	30%
Стальной лом вводится при необходимости										

Таблица 2.1.3- Состав компонентов металлической завадки

Компонент, марка	Состав, %		
	<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>
Чушковый чугун			
ЛК1	3,75	3,40	0,90
ЛК2	3,85	3,00	0,70
ЛК3	3,95	2,60	0,80
ЛК4	4,00	220	0,75
ЛК5	4,15	1,90	0,85
ЛК6	425	1,40	0,90
ЛК7	4,35	1,00	0,70
Возврат собственного производства	3,30	2,00	0,70
Стальной лом	0,20	0,30	0,80

Таблица 2.1.4- Угар элементов при выплавке чугуна в вагранке

Элемент	Хим. символ	Угар, %
Кремний	<i>Si</i>	10-30
Марганец	<i>Mn</i>	15-25
Хром	<i>Cr</i>	16-20
Сера	<i>S</i>	40-50(пригар)

Таблица 2.1.5- Состав доменных ферросплавов (марки ферросилиция ГОСТ 1415-93)

Марка	<i>Si</i>	Массовая доля, %					
		<i>C</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>Al</i>	<i>Mn</i>	<i>Cr</i>
ФС90	Св.87 до 95 вкл.	0,1	0,02	0,03	3,5	0,3	0,2
ФС75	«74» «80»	0,1	0,02	0,04	3,0	0,4	0,3
ФС70	«68» «74»	0,1	0,02	0,04	2,0	0,4	0,4
ФС70А11	«68» «74»	0,1	0,02	0,04	1,0	0,3	0,3
ФС65	«63» «68»	0,1	0,02	0,05	2,5	0,4	0,4
ФС50	«47» «52»	0,1	0,02	0,05	1,8	0,6	0,5
ФС45	«41» «47»	0,2	0,02	0,05	2,0	1,0	0,5
ФС25	«23» «29»	0,8	0,02	0,06	1,0	1,0	0,8
ФС20	«19» «23»	1,0	0,02	0,10	1,0	1,0	0,8

Таблица 2.1.6- Состав доменных ферросплавов (марки ферромарганца ГОСТ 4755-91)

Группа	Марка основы сплава	Массовая доля, %					
		<i>Mn</i>	<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>P</i> для классов		<i>S</i>
					А	Б	
не более							
Низкоуглеродистые	ФМн90	Св. 85,0 до 95,0 включ.	0,5	1,8	0,05	0,30	0,02
Среднеуглеродистые	ФМн88	Св. 85,0 до 95,0 включ.	2,0	3,0	0,10	0,40	0,02
Высокоуглеродистые	ФМн78	Св. 75,0 до 82,0 включ.	7,0	6,0	0,05	0,70	0,02
	ФМн70	Св. 65,0 до 75,0 включ.	7,0	6,0	0,30	0,70	0,02

## 2.2. Индивидуальное задание №2

### «Разработка технологического процесса изготовления отливки в песчано-глинистой форме»

По эскизу детали (согласно варианту задания) разработать эскизы элементов литейной формы, модели стержневого ящика, собранной литейной формы (в разрезе). Описать последовательность изготовления формы методом ручной формовки, наиболее вероятные дефекты литья и способы их устранения.

Таблица 2.2.1- Варианты исходных данных для задания

Вариант	Эскиз детали*	$D_0$ , мм	$d_0$ , мм	Материал	Модель
1	Рис.2.2.1	200	200	чугун СЧ25	деревянная
2	Рис.2.2.1	250	200	сталь20Л	пластмассовая
3	Рис.2.2.1	250	250	Бронза ОЗЦ12С5	металлическая
4	Рис.2.2.2	300	200	Чугун СЧ20	деревянная
5	Рис.2.2.2	300	250	Сталь 30Л	пластмассовая
6	Рис.2.2.2	300	300	Бронза О6С6Ц3	металлическая
7	Рис.2.2.1	350	200	Чугун СЧ 25	деревянная
8	Рис.2.2.1	350	250	Сталь 20Л	пластмассовая
9	Рис.2.2.1	350	300	Бронза О8Ц4	металлическая

Вариант	Эскиз детали*	$D_0$ , мм	$d_0$ , мм	Материал	Модель
10	Рис.2.2.2	400	250	Чугун СЧ15	деревянная
11	Рис.2.2.2	400	300	Сталь 25Л	пластмассовая
12	Рис.2.2.2	400	350	Бронза ОЗЦ12С5	металлическая
13	Рис.2.2.1	450	300	Чугун СЧ20	деревянная
14	Рис.2.2.1	450	350	Сталь 30Л	пластмассовая
15	Рис.2.2.1	450	400	Бронза О6С6Ц3	металлическая
16	Рис.2.2.2	500	350	Чугун СЧ25	деревянная
17	Рис.2.2.2	500	400	Сталь 25Л	пластмассовая
18	Рис.2.2.2	500	450	Бронза О8Ц4	металлическая
19	Рис.2.2.1	600	450	Чугун СЧ15	деревянная
20	Рис.2.2.1	600	500	Сталь 20Л	металлическая

+ - Преподаватель может предложить эскиз другой детали.

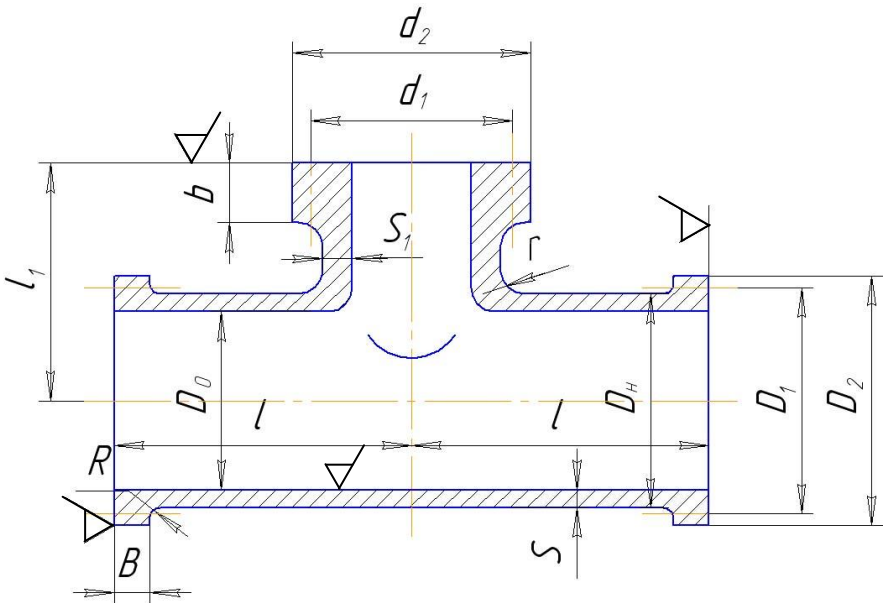


Рис.2.2.1. Эскиз детали (тройник ТФ 400×150 ГОСТ 5525-88)

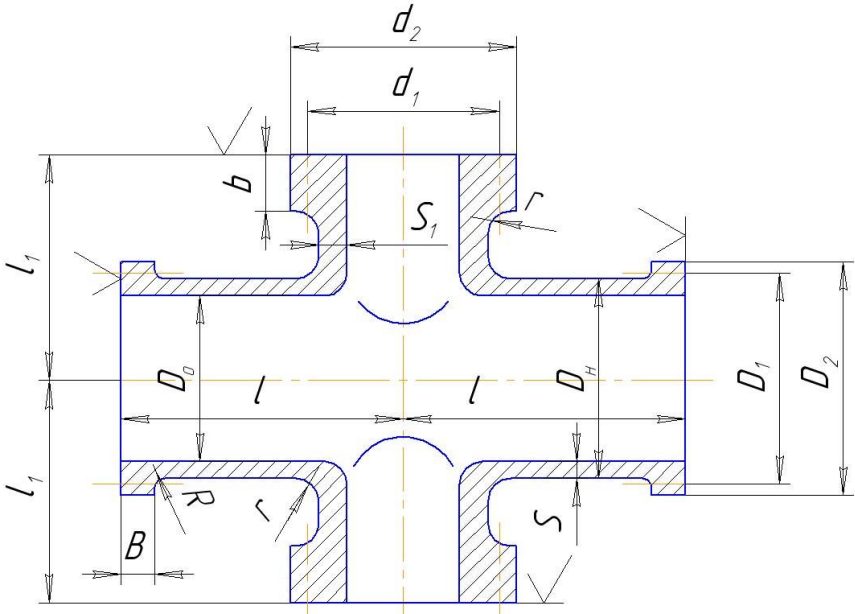


Рис.2.2.2. Эскиз детали (крест КФ 600×300 ГОСТ 5525-88)

Таблица 2.2.2 а - Размеры фитинга, мм (рис.2.2.1, 2.2.2)

$D_0$	Обозначение размеров	Условный проход отрезка, $d_0$								$D_H$	$s$
		200	250	300	350	400	450	500	600		
200	$l$	300	-	-	.	-	.	-	-	222	13
	$l_1$	300	-	-	.	-	-	-	-		
	$s_1$	13	-	-	-	-	-	-	-		
250	$l$	300	300	-	-	-	-	-	-	274	14
	$l_1$	275	300	-	-	-	-	-	-		
	$s_1$	13	14	-	-	-	-	-	-		
300	$l$	300	300	300	-	.	-	.	-	326	15
	$l_1$	300	300	300	-	.	-	-	-		
	$s_1$	13	14	15	-	-	-	-	-		



$D_0$	Обозначение размеров	Условный проход отрезка, $d_0$								$D_H$	$s$
		200	250	300	350	400	450	500	600		
350	$l$	300	300	350	350	-	-	-	-	378	16
	$l_1$	300	325	325	350	-	-	-	-		
	$s_1$	13	14	15	16	-	-	-	-		
400	$l$	300	300	400	400	400	-	-	-	429	17
	$l_1$	350	350	350	375	400	-	-	-		
	$s_1$	13	14	15	16	17	-	-	-		
450	$l$	300	300	400	400	400	450	.	-	480	18
	$l_1$	375	375	400	400	400	450	-	-		
	$s_1$	13	14	15	16	17	18	-	-		
500	$l$	300	400	400	400	400	500	500	-	532	19
	$l_1$	400	400	425	425	425	450	500	-		
	$s_1$	13	14	15	16	17	18	19	-		
600	$l$	300	400	400	400	400	500	500	550	635	21
	$l_1$	450	450	475	475	475	500	500	550		
	$s_1$	13	14	15	16	17	18	19	21		

Таблица 2.2.2 б – Дополнительные размеры фитинга, мм (рис.2.2.1, 2.2.2)

$D_0, d_0$	$D_1$	$D_2$	$d_1$	$d_2$	$b, B$	$r, R$
200	230	240	230	240	40	40
250	282	290	282	290	40	40
300	334	340	334	340	40	40
350	386	390	386	390	30	50
400	438	440	438	440	40	50
450	490	500	490	500	40	50
500	542	550	542	550	40	50
600	646	660	646	660	40	50

**2. 3. Индивидуальное задание №3**  
**«Разработка технологического процесса изготовления**  
**детали давлением»**

Разработать технологический процесс изготовления поковки фланца стального приварного по ГОСТ 12820-80.

Таблица 2.3.1- Варианты исходных данных для задания

<b>вар</b>	<b>Условный диаметр <math>D_y</math>, мм</b>	<b>Условное давление <math>P_y</math>, МПа</b>	<b>Исполнение</b>	<b>Материал</b>
1	100	0,1	1	10
2	125	0,25	2	20
3	150	0,6	3	15Г
4	200	0,6	1	15X5M
5	125	1,0	2	20
6	150	1,0	3	15Г
7	100	1,6	1	15X
8	125	1,6	2	16ГС
9	150	2,5	3	20
10	200	2,5	1	15X5M
11	100	0,1	1	10
12	125	0,25	2	20
13	150	0,6	3	09Г2С
14	200	1,0	1	15X5M
15	100	2,5	2	10Г2
16	125	0,1	3	10
17	150	0,25	1	20
18	200	0,6	2	15X
19	100	1,0	3	10Г2
20	125	2,5	1	20

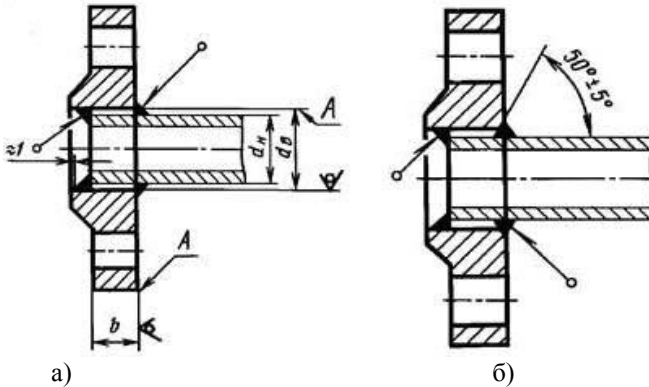


Рис. 2.3.1. Фланец плоский приварной по ГОСТ 12820-80:

а-  $P_Y = 0,1 - 1,0$  МПа (1- 10 кгс/см<sup>2</sup>); б -  $P_Y = 1,6$  и 2,5 МПа (16 и 25 кгс/см<sup>2</sup>)

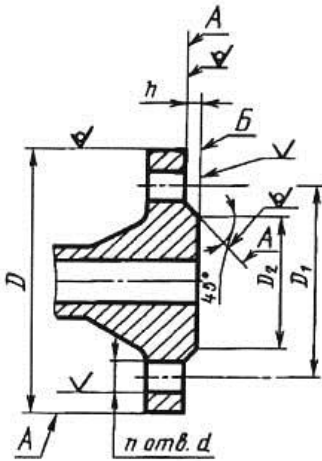
Таблица 2.3.2- Размеры фланцев по ГОСТ 12820-80 (рис.2. 3.1)

$P_Y$ , МПа	$D_Y$ , мм	$d_H$ , мм	$d_B$ , мм	$b$ , мм	Масса, кг, не более		
					Исп. №1	Исп. №2	Исп. №3
0,1 и 0,25	100	108	110	11	2,14	2,11	2,01
	125	133	135	13	2,60	2,56	2,42
	150	152	154	13	3,61	3,62	3,41
	200	219	222	15	4,73	4,69	4,48
0,6	100	108	110	15	2,85	2,81	2,72
	125	133	135	17	3,88	3,84	3,70
	150	152	154	17	4,63	4,65	4,43
	200	219	222	19	5,89	5,86	5,65
1,0	100	108	110	19	3,96	3,94	3,76
	125	133	135	21	5,40	5,38	5,18
	150	152	154	21	6,92	6,97	6,62
	200	219	222	21	8,05	8,04	7,71
1,6	100	108	ПО	23	4,73	4,72	4,53
	125	133	135	25	6,38	6,38	6,15
	150	159	161	25	7,81	7,81	7,52
	200	219	222	27	10,1	10,21	9,88
2,5	100	114	116	25	5,72	5,66	5,52
	125	140	142	27	7,94	8,07	7,91
	150	168	170	27	9,63	9,51	9,34
	200	219	222	29	13,34	13,24	13,01

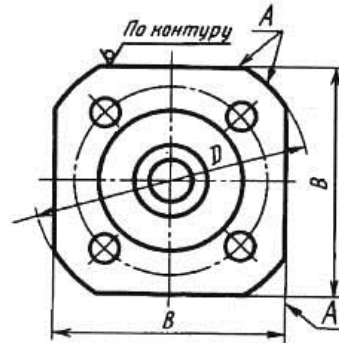
Таблица 2.3.3- Размеры, мм, уплотнительных поверхностей фланцев по ГОСТ 12815-80 (рис.2. 3.2)

$P_y$ , МПа	$D_y$	$D$	$D_1$	$D_2$	$D_4$	$D_6$
0,1; 0,25; 0,60	100	205	170	148	143	144
	125	235	200	178	169	170
	150	260	225	202	196	197
	200	315	280	258	251	252
1,0	100	215	180	158	149	150
	125	245	210	184	175	176
	150	280	240	212	203	204
	200	335	295	268	259	260
1,6	100	215	180	158	149	150
	125	245	210	184	175	176
	150	280	240	212	203	204
	200	335	295	268	259	260
2,5	100	230	190	158	149	150
	125	270	220	184	175	176
	150	300	250	212	203	204
	200	360	310	278	259	260
$P_y$ , МПа	$D_y$	$d$	$n$ , ЧИСЛО ОТВ	$h$	$h_1$	$h_2$
0,1; 0,25; 0,60	100	18	4	3	4,5	3,5
	125	18	4	3	4,5	3,5
	150	18	4	3	4,5	3,5
	200	18	4	3	4,5	3,5
1,0	100	18	4	3	4,5	3,5
	125	18	4	3	4,5	3,5
	150	22	4	3	4,5	3,5
	200	22	4	3	4,5	3,5
1,6	100	18	4	3	4,5	3,5
	125	18	4	3	4,5	3,5
	150	22	4	3	4,5	3,5
	200	22	4	3	4,5	3,5
2,5	100	22	4	3	4,5	3,5
	125	26	4	3	4,5	3,5
	150	26	4	3	4,5	3,5
	200	26	12	3	4,5	3,5

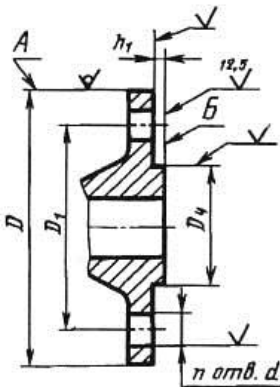
*Исполнение 1*  
 фланца с соединитель-  
 ным выступом



*Вариант*  
 (квадратный фланец)



*Исполнение 2*  
 фланца с выступом



*Исполнение 3*  
 фланца с впадиной

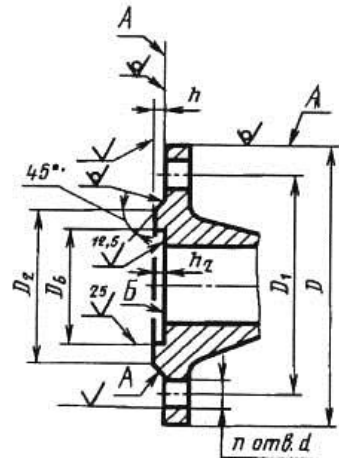


Рис. 2.3.2. Типы фланцев по ГОСТ 12815-80

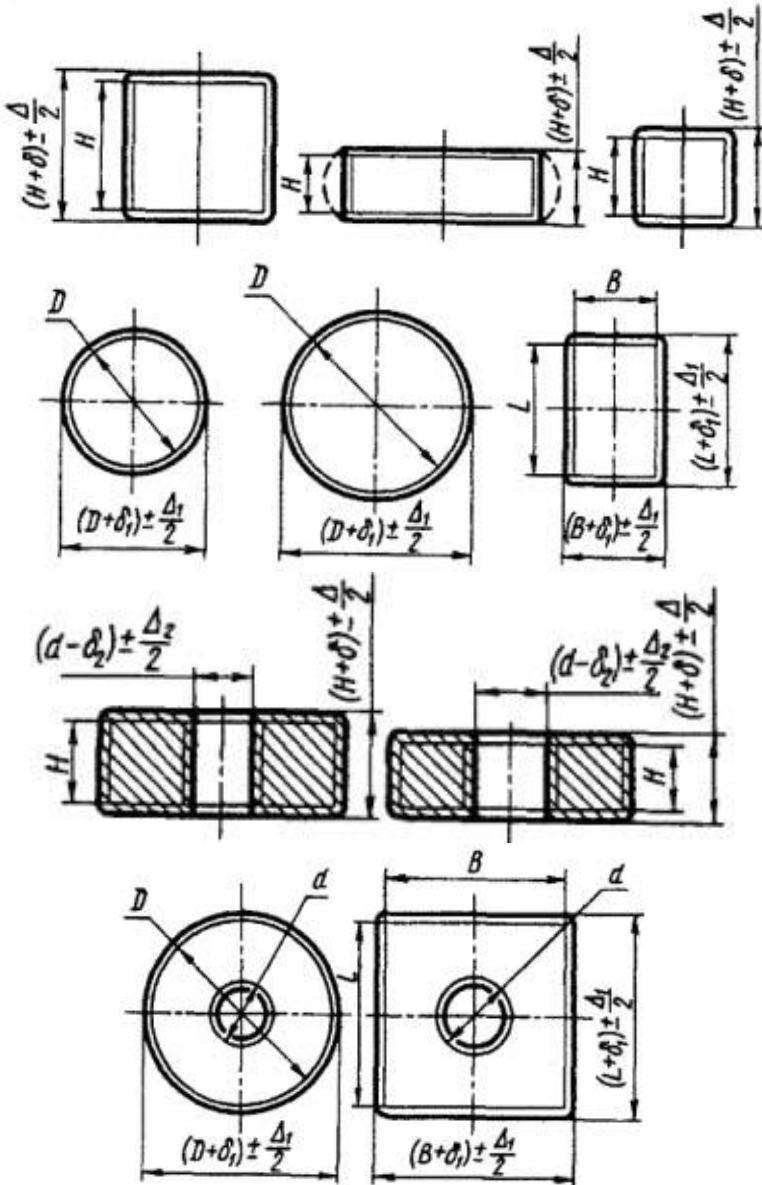


Рис. 2.2.3. Припуски и предельные отклонения для поволоков типа дисков, втулок и др. по ГОСТ 7829-70

Таблица 2.3.4. Припуски и предельные отклонения для поковок типа дисков, втулок и др. по ГОСТ 7829-70

Диаметр детали $D$ или размер сечения $L; B$	Размеры детали, на которые назначаются припуски и предельные отклонения	Высота детали $H$										
		до 50	св. 50 до 65	св. 65 до 80	св. 80 до 100	св. 100 до 125	св. 125 до 150	св. 150 до 180	св. 180 до 215	св. 215 до 250	св. 250 до 300	св. 300 до 360
		Припуски ( $\delta, \delta_1, \delta_2$ ) и предельные отклонения ( $\pm \frac{\Delta}{2}; \pm \frac{\Delta_1}{2}; \pm \frac{\Delta_2}{2}$ )										
До 50	$H$	6±2	6±2	7±2	-	-	-	-	-	-	-	-
	$D; L; B$	6±2	6±2	7±2	-	-	-	-	-	-	-	-
	$d$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Св. 50 до 80	$H$	6±2	7±2	8±2	9±2	9±2	-	-	-	-	-	-
	$D; L; B$	7±2	7±2	8±2	9±2	9±2	-	-	-	-	-	-
	$d$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Св. 80 до 110	$H$	7±2	8±2	8±2	9±2	10±3	11±3	12±3	-	-	-	-
	$D; L; B$	8±2	8±2	9±2	10±2	10±2	11±3	12±4	-	-	-	-
	$d$	14±2	15±2	15±2	16±2	16±2	17±3	18±4	-	-	-	-
Св. 110 до 150	$H$	7±2	8±2	8±2	9±2	10±3	11±3	12±3	13±4	14±5	-	-
	$D; L; B$	9±2	9±2	10±2	11±3	11±3	12±4	13±4	14±5	14±5	-	-
	$d$	15±2	16±2	16±2	17±3	17±3	18±4	19±4	20±5	20±5	-	-
Св. 150 до 200	$H$	7±2	8±2	8±2	9±2	10±3	11±3	12±3	13±4	14±5	15±5	-
	$D; L; B$	10±3	10±3	11±3	12±4	12±4	13±4	13±4	14±5	14±5	15±5	-
	$d$	16±3	17±3	17±3	18±4	18±4	19±4	19±4	20±5	21±5	22±5	-
Св. 200 до 250	$H$	8±3	9±3	9±3	10±3	11±4	12±4	13±4	14±5	15±6	16±6	17±6
	$D; L; B$	11±3	11±3	12±3	13±4	13±4	14±4	14±4	15±5	16±6	17±6	18±6

Диаметр детали $D$ или размер сечения $L; B$	Размеры детали, на которые назначаются припуски и предельные отклонения	Высота детали $H$										
		до 50	св. 50 до 65	св. 65 до 80	св. 80 до 100	св. 100 до 125	св. 125 до 150	св. 150 до 180	св. 180 до 215	св. 215 до 250	св. 250 до 300	св. 300 до 360
		Припуски ( $\delta, \delta_1, \delta_2$ ) и предельные отклонения ( $\pm \frac{\Delta}{2}; \pm \frac{\Delta_1}{2}; \pm \frac{\Delta_2}{2}$ )										
	$d$	17±3	18±3	18±3	19±4	19±4	20±4	20±4	21±5	22±6	23±6	24±6
Св. 250 до 300	$H$	9±3	10±3	10±3	11±3	12±4	13±4	14±4	15±5	16±6	17±6	18±6
	$D; L; B$	12±4	12±4	13±4	14±5	14±5	15±5	15±5	16±6	17±7	18±7	19±7
	$d$	18±4	19±4	19±4	20±5	20±5	21±5	21±5	22±6	23±7	24±7	25±7
Св. 300 до 360	$H$	9±3	10±3	10±3	11±3	12±4	13±4	14±4	15±5	16±6	17±6	18±6
	$D; L; B$	13±4	13±4	14±4	15±5	15±5	16±5	16±5	17±6	18±7	19±7	20±7
	$d$	19±4	20±4	20±4	21±5	21±5	22±5	22±5	23±6	24±7	25±7	26±7
Св. 360 до 420	$H$	10±3	11±4	11±4	12±4	13±5	14±5	15±5	16±6	17±7	18±7	19±7
	$D; L; B$	14±5	14±5	15±5	16±6	16±6	17±6	17±6	18±7	19±8	20±8	21±8
	$d$	20±5	21±5	21±5	22±6	22±6	23±6	23±6	24±7	25±8	26±8	27±8
Св. 420 до 485	$H$	10±3	11±4	11±4	12±4	13±5	14±5	15±5	16±6	17±7	18±7	19±7
	$D; L; B$	15±5	15±5	16±5	17±6	17±6	18±6	18±6	19±7	20±8	21±8	22±8
	$d$	21±5	22±5	22±5	23±6	23±6	24±6	24±6	25±7	26±8	27±8	28±8
Св. 485 до 550	$H$	-	12±4	12±4	13±4	14±5	15±5	16±5	17±6	18±7	19±7	20±7
	$D; L; B$	-	16±6	17±6	18±7	18±7	19±7	19±7	20±8	21±9	22±9	23±9
	$d$	-	23±6	23±6	24±7	24±7	25±7	25±7	26±8	27±9	28±9	29±9



Диаметр детали $D$ или размер сечения $L; B$	Размеры детали, на которые назначаются припуски и предельные отклонения	Высота детали $H$											
		до 50	св. 50 до 65	св. 65 до 80	св. 80 до 100	св. 100 до 125	св. 125 до 150	св. 150 до 180	св. 180 до 215	св. 215 до 250	св. 250 до 300	св. 300 до 360	
		Припуски ( $\delta, \delta_1, \delta_2$ ) и предельные отклонения ( $\pm \frac{\Delta}{2}; \pm \frac{\Delta_1}{2}; \pm \frac{\Delta_2}{2}$ )											
			6	6	7	7	7	7	7			9	9
Св. 550 до 620	$H$	-	13±5	13±5	14±5	15±6	16±6	17±6	17±6	18±7	19±8	20±8	21±8
	$D; L; B$	-	17±6	18±6	19±7	19±7	20±7	20±7	21±7	21±8	22±9	23±9	24±9
	$d$	-	24±6	24±6	25±7	25±7	26±7	26±7	27±7	27±8	28±9	29±9	30±9
Св. 620 до 700	$H$	-	14±6	14±6	15±6	16±7	17±7	18±7	18±7	19±8	20±9	-	-
	$D; L; B$	-	18±7	19±7	20±8	20±8	21±8	21±8	22±9	22±9	23±10	-	-
	$d$	-	25±7	25±7	26±8	26±8	27±8	27±8	28±9	28±9	29±10	-	-

#### 2.4. Индивидуальное задание №4

##### «Разработка технологического процесса изготовления детали сваркой»

Для изготовления из листа толщиной  $s$  (мм) цилиндрической обечайки диаметром  $D$  (мм) и длиной  $L$  (мм) разработать эскиз заготовки, эскиз стыкового сварного соединения по ГОСТ 5264-80, выбрать режим ручной дуговой сварки.

Таблица 2.4.1- Варианты исходных данных для задания 2.4.1

№ вар.	Марка стали	$s$	$D$	$L$	№ вар.	Марка стали	$s$	$D$	$L$
1	ВСт3сп	3	500	1000	11	10	4	700	2000
2	10	4	700	1500	12	20	6	800	2100
3	20	6	800	1600	13	ВСт3сп	4	650	2000
4	ВСт3сп	8	900	2000	14	10	5	650	2200
5	10	3	550	1500	15	20	6	850	2500
6	20	4	600	2000	16	ВСт3сп	8	1000	2500

№ вар.	Марка стали	s	D	L	№ вар.	Марка стали	s	D	L
7	ВСт3сп	5	750	2200	17	10	4	700	1700
8	10	8	950	2500	18	20	3	550	1600
9	20	4	600	1900	19	ВСт3сп	6	900	2000
10	ВСт3	3	500	1200	20	10	7	1100	2300

Тип соединения – стыковое (ГОСТ 5264-80), характер сварного шва – односторонний  
Для вариантов 1, 2, 5, 10, 17, 18 – соединение С2; для вариантов 3, 7, 8, 12, 14, 16, 19 –  
соединение С8; для вариантов 4, 6, 9, 11, 13, 15, 20 – соединение С17

### 3. Методические указания по выполнению индивидуальных заданий

#### 3.1. Индивидуальное задание №1

##### «Расчет шихты при выплавке чугуна»

Рассчитать шихту для выплавки чугуна заданного состава вагранным способом с учетом угара элементов и потерь металла.

#### 3.1.1. Исходные данные согласно варианту

Состав чугуна, %: С ; Si ; Mn (см. табл.2.1.1)

Масса металлической завалки:  $M_3$ , кг (см. табл.2.1.2)

Исходные компоненты металлической завалки (ЛК1-ЛК7, см. табл. 2.1.3):

Возврат собственного производства (см. табл.2.1.2):

Масса  $M_B$  (кг) и состав возврата (см. табл. 2.1.2. и 2.1.3)

Потери металла: 10% завалки

Угар элементов: Si, Mn, % (см.табл.2.1.4)

Кокс- 10-15%; флюс-3%

Состав стального лома: С, Si, Mn,% (см. табл.2.1.3)

#### 3.1.2. Расчет по углероду

Масса углерода в завалке

$$M_C^3 = M_3 \cdot \frac{\%C}{100}, \text{ кг}$$

Масса углерода в возврате

$$M_C^B = M_B \cdot \frac{\%C}{100}, \text{ кг}$$

Среднее содержание углерода в чушковом чугуне

$$\%C_{cp}, \%$$

Масса углерода в чушковом чугуне

$$M_C^4 = M_C^3 - M_C^B, \text{ кг}$$

Необходимая масса чушкового чугуна

$$M_q = \frac{M_C^q}{\%C_{cp}} \cdot 100, \text{ кг}$$

Масса стального лома

$$M_{\text{Л}} = M_3 - (M_q + M_B), \text{ кг}$$

Потери металла - 10% = 1,1

Масса завалки с учетом потерь металла

$$M_3^{\text{II}} = M_3 \cdot 1,1, \text{ кг}$$

Масса чушкового чугуна с учетом потерь металла

$$M_q^{\text{II}} = M_q \cdot 1,1, \text{ кг}$$

Масса возврата с учетом потерь металла

$$M_B^{\text{II}} = M_B \cdot 1,1, \text{ кг}$$

Масса стального лома с учетом потерь металла

$$M_{\text{Л}}^{\text{II}} = M_{\text{Л}} \cdot 1,1, \text{ кг}$$

### 3.1.3. Проверка по углероду

Масса углерода в завалке

$$M_C^{\text{ЗП}} = M_3^{\text{II}} \cdot \frac{\%C}{100}, \text{ кг} - \text{необходимо вместе с чушковым чугуном}$$

Масса углерода в чушковом чугуне

$$M_C^{\text{ЧП}} = M_q^{\text{II}} \cdot \frac{\%C_{cp}}{100}, \text{ кг}$$

Масса углерода в возврате

$$M_C^{\text{ВП}} = M_B^{\text{II}} \cdot \frac{\%C}{100}, \text{ кг}$$

Масса углерода в стальном ломе

$$M_C^{\text{ЛП}} = M_{\text{Л}}^{\text{II}} \cdot \frac{\%C}{100}, \text{ кг}$$

Итого: масса углерода  $M_C = M_C^{\text{ЧП}} + M_C^{\text{ВП}} + M_C^{\text{ЛП}}, \text{ кг}$

Содержание углерода в продукте (Чугуне)

$$\%C = \frac{\Sigma M_C}{M_3^{\text{II}} \cdot 100} \cdot 100$$

### 3.1.4. Проверка по кремнию

Поступление кремния в чушковом чугуне в равных долях в компонентах металлической завалки

$$\text{ЛК(А, Б, В): } M_q^{\text{II}} \cdot \frac{\%Si}{100}, \text{ кг}$$

В возврате:  $M_B^{\Pi} \cdot \frac{\%Si}{100}$ , кг

В стальном ломе:  $M_{\text{Л}}^{\Pi} \cdot \frac{\%Si}{100}$ , кг

Итого: масса кремния

$$\Sigma M_{Si} = M_{Si}^{\text{ЛКА}} + M_{Si}^{\text{ЛКБ}} + M_{Si}^{\text{ЛКВ}} + M_{Si}^B + M_{Si}^{\text{Л}}, \text{ кг}$$

Содержание кремния в продукте (Чугуне)

$$\%Si_{\text{расч}} = \frac{\Sigma M_{Si}}{M_3^{\Pi} \cdot 100}, \%$$

Содержание кремния в продукте (Чугуне) с учетом угара

$$\%Si_{y_2} \Rightarrow \%Si^{\text{Ч}} \cdot 1,1,$$

где  $\%Si^{\text{Ч}}$  - %С из исходных данных (см.табл.2.1.1)

Если кремния недостаточно, т.е.  $\%Si_{y_2} > \%Si_{\text{расч}}$ , находится недоста-

ча кремния

Недостача кремния

$$M_{Si}^{\text{недост}} = \left( \frac{\%Si_{y_2} - \%Si_{\text{расч}}}{100} \right) \cdot M_3^{\Pi}, \text{ кг}$$

Добавляем ферросилиций (марки ферросилиция см. табл. 2.1.5)

Масса ферросилиция

$$M^{\text{ФС}} = \frac{M_{Si}^{\text{недост}} \cdot 100}{\%Si^{\text{ФС}}}, \text{ кг},$$

где  $\%Si^{\text{ФС}}$  - берется, исходя из марки ферросилиция (см.табл.2.1.5)

Если кремния достаточно, т.е.  $\%Si_{y_2} \leq \%Si_{\text{расч}}$ , дальнейший расчет

не выполняется.

### 3.1.5. Проверка по марганцу

Поступления кремния в чушковом чугуне в равных долях в компонентах металлической завадки

$$\text{ЛК(А, Б, В): } M_{\text{Ч}}^{\Pi} \cdot \frac{\%Mn}{100}, \text{ кг}$$

В возврате:  $M_B^{\Pi} \cdot \frac{\%Mn}{100}$ , кг

В стальном ломе:  $M_{\text{Л}}^{\Pi} \cdot \frac{\%Mn}{100}$ , кг

Итого: масса марганца

$$\Sigma M_{Mn} = M_{Mn}^{ЛКА} + M_{Mn}^{ЛКБ} + M_{Mn}^{ЛКВ} + M_{Mn}^B + M_{Mn}^Л, \text{ кг}$$

Содержание марганца в продукте (Чугуне)

$$\% Mn_{расч} = \frac{\Sigma M_{Mn}}{M_3^П} \cdot 100, \%$$

Содержание марганца в продукте (Чугуне) с учетом угара

$$\% Mn_{y_2} \Rightarrow \% Mn^Ч \cdot 1,1$$

где  $\% Mn^Ч$  - %С из исходных данных (см.табл.2.1.1)

Если марганца недостаточно, т.е.  $\% Mn_{y_2} > \% Mn_{расч}$ , находится  
недостача марганца

Недостача марганца

$$M_{Mn}^{недост} = \left( \frac{\% Mn_{y_2} - \% Mn_{расч}}{100} \right) \cdot M_3^П, \text{ кг}$$

Добавляем ферромарганец (марки ферромарганца см. табл. 2.1.6)

Масса ферромарганца

$$M^ФМ = \frac{M_{Mn}^{недост} \cdot 100}{\% Mn^ФМ}, \text{ кг},$$

где  $\% Mn^ФМ$  - берется, исходя из марки ферромарганца (см.табл.2.1.6)

Если марганца достаточно, т.е.  $\% Mn_{y_2} \leq \% Mn_{расч}$ , дальнейший расчет не выполняется.

### 3.1.6. Результаты расчета:

1. Металлическая завалка

- Чушковый чугун в равных долях в (ЛКА + ЛКБ + ЛКВ) - кг.

- Возврат - кг.

- Лом стальной – кг.

- Ферросилиций **ФС** – кг.

- Ферромарганец ФМн- – кг.

2. Кокс  $M_K = \frac{M_3^П \cdot \% кокса}{100}$ , кг.

3. Флюс  $M_\phi = \frac{M_3^П \cdot \% флюса}{100}$ , кг.

### 3.2. Индивидуальное задание №2 «Разработка технологического процесса изготовления отливки в песчано-глинистой форме»

Основой для разработки технологического процесса изготовления отливки являются чертежи детали (в индивидуальном задании даны эскизы деталей). На копии чертежа детали в соответствии с ГОСТ 2.423 -73 наносят технологические указания, необходимые для изготовления модельного комплекта, формы и стержня, и получают чертеж элементов литейной формы.

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 модели; 4 - расчет элементов литниковой системы; 5 - составление эскиза формы.

Порядок выполнения задания (на примере детали см.рис.3.2.1)

#### 3.2.1 Разработка литейного чертежа отливки

##### *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.

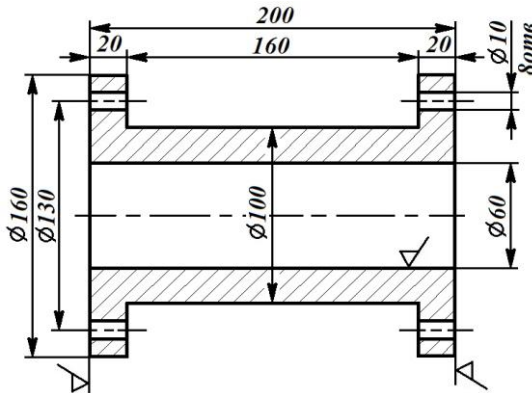


Рис. 3.2.1. Втулка стальная (сталь 35Л)

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 проводят сплошную толстую линию с буквенным обозначением **МФ** (или **РМФ** разъем модели, формы) (рис. 3.2.2).



Припуск  $c$  на механическую обработку на чертеже обозначают красным карандашом или крестообразной штриховкой (рис. 3.2.3).

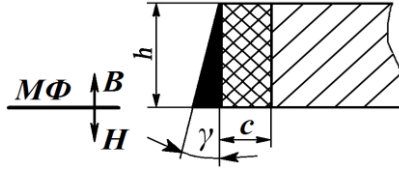


Рис. 3.2.3. Схема определения формовочных уклонов и припусков

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.3.2.1 величины припусков составят для втулки стальной (рис.3.2.2.) - по 3,5 мм на боковые поверхности диаметром 160 мм и 3,5 мм на отверстие диаметром 60 мм.

**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 [5]. Уклоны выполняют как на поверхностях, не подвергаемых механической обработке, так и сверх припуска на механическую обработку за счет увеличения размеров отливки (рис. 3.2.2 и рис.3.2. 3).

Величина литейных уклонов  $\gamma$  зависит от способа изготовления отливки, материала модели и высоты боковой поверхности (табл. 3.2.2).

Таблица 3.2.2- Величина литейных уклонов  $\gamma$  по ГОСТ 3212-92

Высота боковой поверхности, мм	Угол уклона $\gamma$ 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  $\gamma$  наносят на литейный чертеж детали, указывают в градусах и закрашивают на чертежах черным цветом (рис. 3.2.3).

Модель изготавливают деревянную, металлическую или пластмассовую - для стальной втулки при высоте наружной боковой поверхности 80 мм- мо-



дель деревянная (отсчет от плоскости разъема)  $\gamma = 1^\circ$ , высота внутренней боковой поверхности составляет 30 мм, поэтому  $\gamma = 1^\circ 30'$ .

**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 нашего примера радиус галтелей равен:

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

### 3.2.2. Определение внешнего контура и размеров стержня

Внутренние полости в отливках получают с помощью стержней (рис.3.2.2). В зависимости от положения в литейной форме стержни бывают горизонтальные и вертикальные (рис. 3.2.4).

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. 3.2.4).

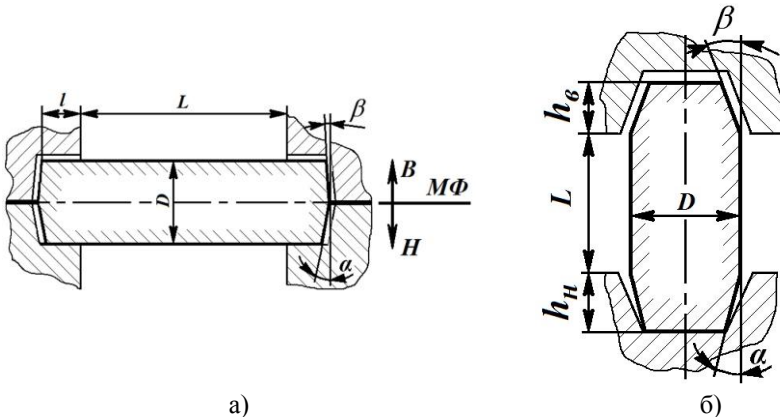


Рис.3.2.4. Знаковые части стержня и их размеры:  
а) горизонтальный стержень; б) вертикальный стержень

Конфигурацию знаковых частей стержня и их размеры определяют в соответствии с ГОСТ 3212 - 92. Знаки горизонтальных стержней выполняют

цилиндрическими (рис. 3.2.4а и табл.3.2.4), знаки вертикальных стержней - коническими (рис.3.2.4б, табл.3.2.5).

Высоту верхних стержневых знаков  $h_B$  вертикальных стержней выбирают в зависимости от высоты нижних знаков  $h_H$  в соответствии с рядом (см.табл.3.2.3):

Таблица 3.2.3- Высота стержневых знаков

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

Таблица 3.2.4- Длина горизонтальных знаков

$D$ , мм	Длина знака $l$ , мм (не более) при длине стержня $L$ (см. рис. 3.2.4. а)					
	<50	50-150	150-300	300-500	500-700	>700
$\leq 25$	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 3.2.5- Высота нижних вертикальных знаков

$D$ , мм	Высота знака $h_H$ , мм (не более) при длине стержня $L$ (см. рис.3.2.4,б)					
	<50	50-150	150-300	300-500	500-700	>700
$\leq 25$	20	25	-	-	-	-
26 - 50	20	30	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. 3.2.4, табл. 3.2.6).

Таблица 3.2.6- Уклоны стержневых знаков

Уклон $\alpha$ или $\beta$ , град. (рис. 3.2.4) для знаков				
Высота знака, мм	вертикальных		горизонтальных	
	$\alpha$	$\beta$	$\alpha$	$\beta$
До 40	10°	15°	10°	3°
Св 40 до 63	7°	10°	7°	1°30'
Св 63 до 100	6°	8°	6°	1°
Св 100 до 160	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. 3.2.2 и 3.2.4).

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. 3.2.6).

### 3.2.3. Определение конструкции и размеров модели

По литейному чертежу (рис. 3.2.2) 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. 3.2.7).

Таблица 3.2.7- 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. Эскиз модели для нашего примера приведен на рис.3.2.5.

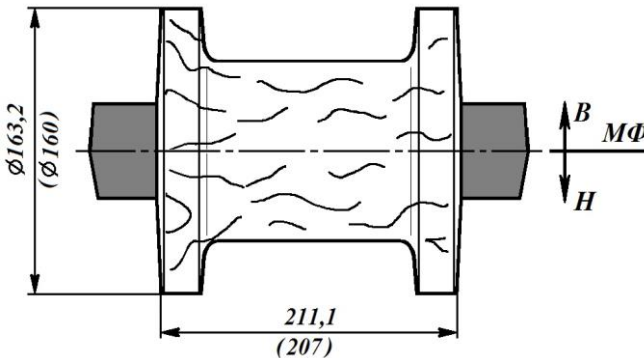


Рис.3.2.5. Эскиз модели стальной втулки

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

### 3.2.4. Расчет элементов литниковой системы

Основные элементы литниковой системы представлены на рис.3.2.6. Литниковую систему и прибыли изображают сплошной тонкой линией, которую допускается выполнять красным цветом.

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.

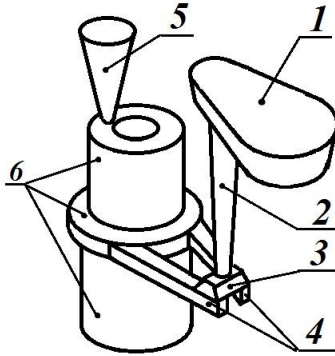


Рис. 3.2.6. Элементы литниковой системы (на примере фланца чугунного):  
1 - литниковая чаша, 2 – стояк, 3 – шлакоуловитель, 4 - питатель,  
5 – выпор; 6 – отливка

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;

$\tau$  – продолжительность заливки, с;

$\rho$  – плотность металла (см. табл. 3.2.7), кг/м<sup>3</sup>;

$\mu$  – 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/с<sup>2</sup>.

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. 3.2.8.

Таблица 3.2.7- Плотность литейных сплавов

Материал	сталь литейная		чугун серый			Медные сплавы (бронзы)		
	20Л, 25Л	30Л	СЧ15	СЧ20	СЧ25	Бр06С6Ц3	Бр08Ц4	Бр03Ц12С5
Плотность $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	7,83	7,81	7,0	7,1	7,2	8,82	8,80	8,70

Массу металла  $Q$  определяют по формуле:

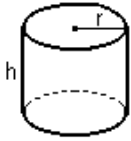
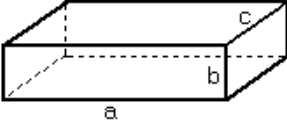
$$Q = \rho \cdot V_o,$$

Продолжительность заливки формы  $\tau$  определяют по формуле:

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

где  $\delta$  – 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 –  $S = 2,0$ .

Таблица 3.2.8- Объемы геометрических фигур

<u>Цилиндр</u>	<u>Прямоугольный параллелепипед</u>
	
Объем: $\pi \cdot r^2 \cdot h$	Объем: $a \cdot b \cdot c$

Напор  $H_p$  зависит от способа заливки литниковой системы, положения отливки в форме и других факторов. В нашем случае при подводе металла по разъему  $H_p$  рассчитывают по формуле:

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

где  $H_0$  – первоначальный максимальный напор (см. рис. 3.2.7), м;

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

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

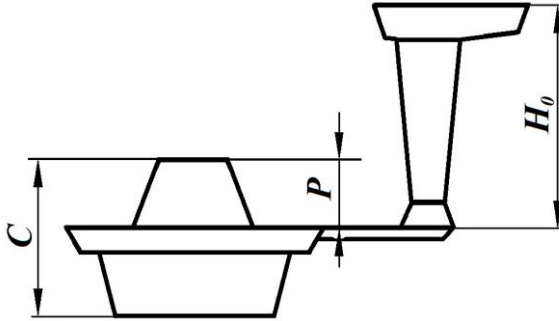


Рис. 3.2.7. Схема расчета литниковой системы:

$H_0$  – первоначальный максимальный напор, м;  $P$  – расстояние от самой верхней точки отливки до уровня подвода, м;  $C$  – высота отливки, м

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

- 1) для чугунных отливок -  $F_{num.} : F_{ул.} : F_{ст.} = 1,0 : 1,1 : 1,2$ ;
- 2) для отливок из медных сплавов -  $F_{num.} : F_{ул.} : F_{ст.} = 4,0 : 2,0 : 1,0$ ;
- 3) для остальных отливок -  $F_{num.} : F_{ул.} : F_{ст.} = 1,0 : 1,2 : 1,4$ .

### 3.2.5. Составление эскиза формы

По разработанному чертежу отливки, (рис.3.2.2) вычерчивают эскиз вертикальных разрезов форм (рис. 3.2.8). При этом следует руководствоваться следующими рекомендуемыми расстояниями между моделями и элементами формы: от верха модели до верха опоки - 50 мм; от низа модели до стенок опоки - 50 мм; от модели до стенок опоки - 40 мм; от кромки стояка до стенки опоки – 40 мм; от кромки шлакоуловителя кромки модели - 30 мм.

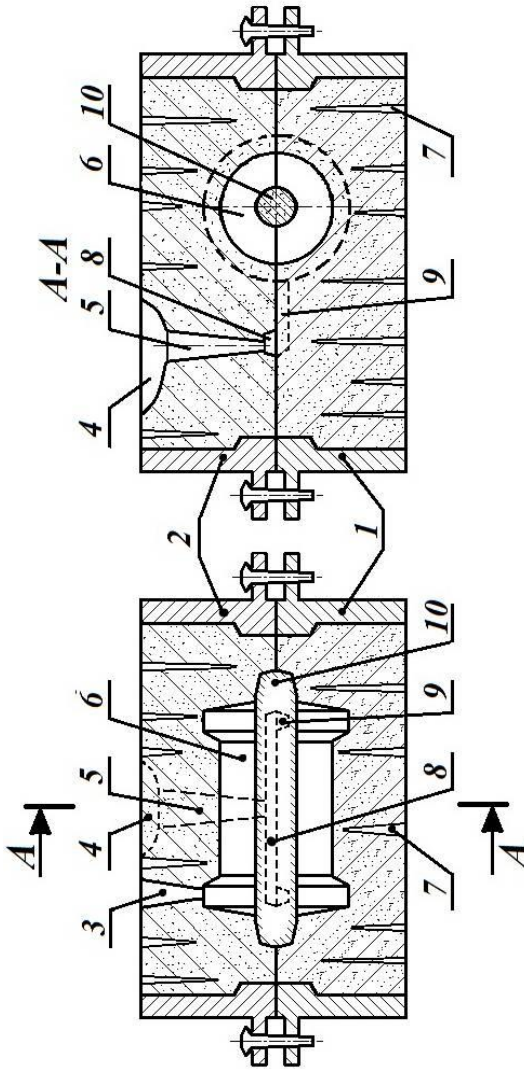


Рисунок 3.2.8. – Эскиз разреза песчаной формы для отливки стальной втулки.

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

### 3.3. Индивидуальное задание №3 «Разработка технологического процесса изготовления детали давлением»

Разработать технологический процесс изготовления поковки фланца стального приварного по ГОСТ 12820-80.

Задание выполняется в соответствии с выбранным вариантом, номер которого определяет:

1. тип фланца, материал поковки (таблица 2.3.1);
2. условное давление  $P_y$ , условный диаметр  $D_y$  и исполнение уплотнительных поверхностей (ГОСТ 12815-80);
3. чертеж поковки и фланца;
4. схемы технологических переходовковки;
5. выбор оборудования для технологических переходовковки;
6. выбор нагревательного оборудования.

Порядок выполнения задания

#### 3.3.1. Выбор исходных данных

Согласно своего варианта выбираем исходные данные (ГОСТ 12820-80) и выполняем рабочий чертеж фланца в масштабе М1:2,5 (масштаб выбирается самостоятельно, чертеж из ГОСТ – два вида – в зависимости от  $P_y$ , см.рис.2.3.1.).

**Данные:**

$$D_y = \text{мм}$$

$$d_H = \text{мм}$$

$$d_B = \text{мм}$$

$$b = \text{мм}$$

$$m_1 = \text{кг (масса с соединительным выступом)}$$

Размеры уплотнительных поверхностей выбираются по ГОСТ 12815-80.

$$B = \text{мм}$$

$$d = \text{мм}$$

$$n =$$

$$h = \text{мм}$$

$$D_1 = \text{мм}$$

$$D_2 = \text{мм}$$





### 33.3. Выбор заготовки

Заготовку выбирают, опираясь на массу поковки  $m_{нок}$ .

При получении заготовки из проката

$$m_{заг} = m_{нок} + m_{уг},$$

где  $m_{уг}$  - масса отхода металла на угар при нагреве

$$m_{уг} = 2,5\%m_{нок} + 1,5\%m_{нок} \text{ (при каждом нагреве)}$$

$m_{от}$  - масса технологических отходов (не учитываем).

Размеры поперечного сечения заготовки выбирают с учетом обеспечения необходимой уковки. При ковке из проката  $Y = 1,3 - 1,5$ .

$$Y = \frac{F_{нок}}{F_{заг}} = \frac{d_{нок}^2}{d_{заг}^2} \Rightarrow d_{заг} = d_{нок} \cdot \sqrt{\frac{1}{Y}}$$

Размеры поковки :  $d_{нок} = D + \delta =$

$$h_{нок} = b + h + \delta =$$

Масса поковки:  $m_{нок} = V_{нок} \cdot \rho$

$\rho$  - плотность стали = 7,85 г/см<sup>3</sup>

$$V_{нок} = \frac{\pi d_{нок}^2}{4} \cdot h_{нок}$$

Масса заготовки из проката

$$m_{заг} = 1,025 \cdot m_{нок} =$$

Размеры исходной заготовки

$$d_{нок} = \text{мм } Y =$$

$$d_{заг} = d_{нок} \cdot \sqrt{\frac{1}{Y}} =$$

$$h_{заг} = \frac{V_{заг}}{F_{заг}} = \frac{m_{заг}}{\rho \cdot F_{заг}} =$$

По ГОСТ 2590-2006 выбирается горячекатаный прокат стали (диаметр и точность). Заготовку получают резкой от прутка дисковой пилой с точностью  $\pm 1$  мм.

### 3.3.4. Выбор операцийковки (схемы переходов, инструменты)

Процессковки состоит из чередования в определенной последовательности основных и вспомогательных операций. Каждая операция определяет характером деформирования и применяемым инструментом.

К основным операциямковки относятся осадка (высадка), протяжка, прошивка, отрубка, гибка (рис.3.3.2-3.3.4).

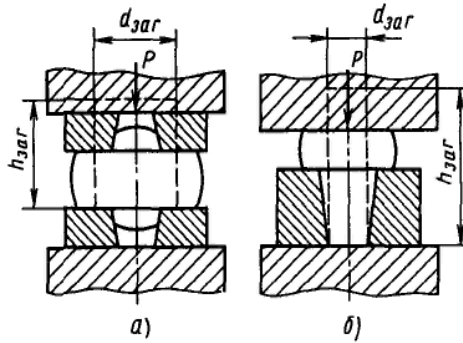


Рис. 3.3.2. Схемы осадки в кольцах (а) и высадки (б)

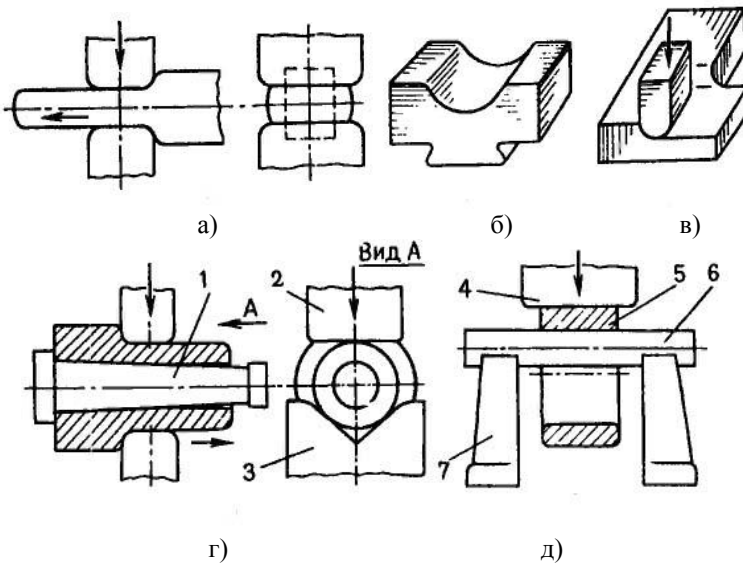


Рис. 3.3.3. Схемы протяжки и ее разновидностей: а- протяжка плоскими бойками; б – протяжка вырезными бойками; в – разгонка; г – протяжка с оправкой; д – раскатка на оправке: 1- коническая оправка, 2, 4 – верхний плоский боек, 3 – нижний вырезной боек, 5 - заготовка, 6 – цилиндрическая оправка, 7 – подставки.

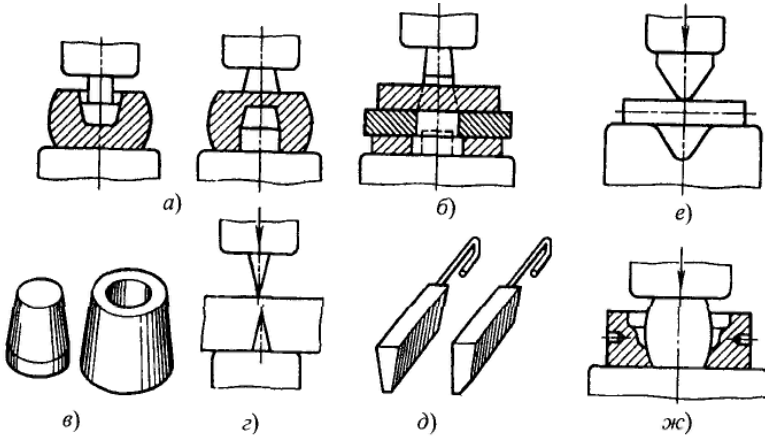


Рис. 3.3.4. Схемы операцийковки:

*а* - двусторонняя прошивка; *б* - сквозная прошивка; *в* - прошивки; *г* - отрубка; *д* - топоры; *е* - гибка; *ж*- штамповка в подкладных штампах.

### 3.3.5. Выбор оборудования для технологических переходовковки

Оборудование дляковки выбирают в зависимости от режимаковки данного металла или сплава, массыпоковки и ее конфигурации. Необходимую мощность оборудования обычно определяют по приближенным формулам или справочным таблицам. Ковку выполняют на ковочных молотах и ковочных гидравлических прессах.

### 3.3.6. Расчеты приковке

Необходимые для расчета свойства стали выбираем из марочника сталей ( или табл.3.3.1)

Температурный интервалковки (см. табл. 3.3.1).

$$t_{нач} = ^\circ C, \quad t_{кон} = ^\circ C \quad (\text{конец и началоковки}),$$

$$t_{ср} = ^\circ C$$

Механические свойства металла при температуре горячей обработки давлением (ориентировочно [6]).

Предел прочности при средней температуре обработки

$$\sigma_{Вср} =$$

Предел прочности при конечной температуре обработки

$$\sigma_{ВК} =$$

Масса падающих частей молота

$$G_{II} = 1,25 \cdot 10^{-3} \cdot \sigma_{Bt} \cdot \psi_M \cdot W \left( 1 + \frac{\mu \cdot d_{пок}}{3 \cdot h_{пок}} \right) \cdot \varepsilon_{II} \cdot V_{заг}$$

где  $\mu = 0,25-0,3$  – коэффициент трения на торцах поковки,

$\varepsilon_{II} = 0,05$  – степень деформации за последний удар,

$W$  – скоростной коэффициент, учитывающий повышение сопротивления деформации с ростом скорости, при **ковке на молоте**  $W = 2,5$ , при **ковке на прессах**  $W = 1,0-1,2$ ,

$\psi_M$  – масштабный коэффициент, учитывающий сопротивление деформации в зависимости от абсолютных размеров поковки и ее массы (см. табл. 3.3.2).

Таблица 3.3.1- Температурные интервалыковки сталей

Марка сталей	Температура, °С		Рекомендуемый интервалковки
	началоковки	концаковки	
	не выше	не ниже	
10, 15	1300	800 - 700	1300-700
20, 25, 30	1280	830 - 720	1250 – 750
15Г, 20Г, 16ГС	1250	850 - 750	1230 - 800
10Г2, 09Г2С	1220	870-750	1180 - 790
15Х, 20Х, 30Х, 15Х5М	1250	870- 760	1200 - 800

Таблица 3.3.2- Определение масштабного коэффициента  $\psi_M$

Масса поковки, кг	0-200	1500-800
$\psi_M$	1	0,9 - 0,8

Принимается молот по расчетному значению массы падающих частей  $G_{II} =$  кгс (см. таблицу. 3.3.3. или ГОСТ 9752).

Энергия удара молота (по ГОСТ 9752)

$$L = 2,5 \cdot 10^3 \cdot G_{II} =$$

Полная работа деформирования поковки при средней температуре осадки.

$$A_{p.д.} = W \cdot \psi_M \cdot \sigma_{Bt} \cdot V_{заг} \left[ \ln \frac{h_{заг}}{h_{нок}} + \frac{2\mu}{9} \left( \frac{d_{нок}}{h_{нок}} - \frac{d_{заг}}{h_{заг}} \right) \right] =$$

Таблица 3.3.3- Данные для выбора веса падающих частей молотов

Вес падающих частей, кгс	Масса поковок, кг			Наибольшее сечение заготовок (диаметр, сторона квадрата), мм
	фасонных		Наибольшая для гладких валов	
	средняя	наибольшая		
Ковочные молоты				
100	0,5	2	10	50
150	1,5	4	15	60
200	2	6	25	70
300	3	10	45	85
400	6	18	60	100
500	8	25	100	115
750	12	40	140	135
1000	20	70	250	160
2000	60	180	500	225
3000	100	320	750	275
Пневматические молоты				
75	0,3	1,2	7,5	45
150	1,5	4	15	60
250	2,5	8	35	75
400	6	18	60	100
550	9	28	110	120
750	12	40	140	135
1000	20	70	250	160

Число ударов молота при осадке поковки

$$n = \frac{A_{p.д.}}{L \cdot \eta}$$

$\eta = 0,8$  - КПД удара молота.

### 3.3.7. Прошивка центрального отверстия на прессе (см. рис. 3.3.4.а,б)

Отношение высоты поковки к диаметру

$$\frac{h_{нок}}{d_{нок}} =$$

Если прошивка низкая, то ее выполняют на подкладном кольце. Если прошивка высокая, то ее выполняют без подкладного кольца.

$$\frac{h_{заг}}{d_{пок}} \leq 0,4 \text{ - низкая поковка}$$

Диаметр прошивня  $d_{np}$  выбирают по диаметру чистого отверстия (см. таблица 3.3.4).

Таблица 3.3.4- Номинальные диаметры (мм) прошивней  $d_{np}$  в зависимости от диаметра  $d$  чистых отверстий

$d$	$d_{np}$	$d$	$d_{np}$	$d$	$d_{np}$
110-120	80	211-236	175	367 - 392	325
121-131	90	237 - 262	200	393-418	350
132-142	100	263-288	225	419-444	375
143-158	110	289-314	250	445-470	400
159-184	125	315-340	275	471 -522	425
185-210	150	341-366	300	523 - 574	475

Усилие прошивки

$$P_{оэф} = 0,75 \cdot \sigma_{Вт} \cdot \pi \cdot d_{np} \cdot h_{нок} =$$

Выбирают пресс, имеющий  $P \rangle P_{оэф}$  по ГОСТ 7284-70 или табл. 3.3.5).

### 3.3.9. Обкатка и правка торцов

После прошивки выполняем правку торцов поковки на плоских бойках и калибровку отверстия бочкообразным прошивнем диаметром, равным  $d_{np} + 20\%$ .

Таблица 3.3.5- Данные для выбора ковочных гидравлических прессов

Усилие прессы, тс	Масса поковки, т		Усилие прессы, тс	Масса поковки, т	
	средняя	наибольшая		средняя	наибольшая
600	1	3	2000	14	28
800	2	5.5	3000	30	55

1000	3.5	8	6000	80	120
1200	5	11	10000	160	240
1500	8	17			

### 3.3.8. Отделочные переходыковки

После осадки выполняют обкатку и правку торцов поковки.

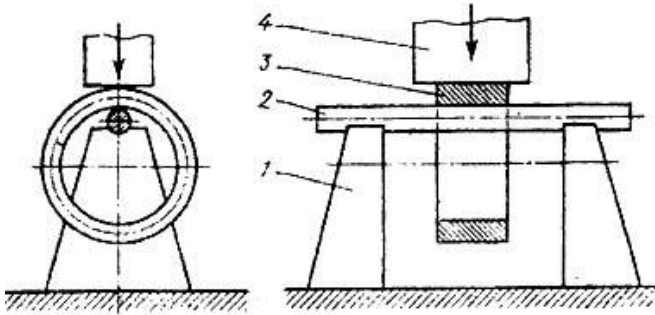


Рис. 3.3.6. Схемы раскатки на оправке:

1 – стойка, 2 – оправка, 3 – заготовка, 4 – подвижный боек

### 3.3.10. Нагревательное оборудование

Нагрев поковки проводится в камерной нагревательной печи  $t_{нагр} \geq t_{кон}^{\circ}C$  (см. табл.3.3.6). Нагревательная печь должна находиться в непосредственной близости от молота и прессы.

Наименование печи	Внешние размеры, мм, Д-Ш-В	Внутренние размеры, мм, Д-Ш-В	Температура максимальная, °С	Мощность, кВт	Вес, кг
<u>ПКМ 2.4.2</u>	1100-800-900	400-200-200	1150/1250	7	200
<u>ПКМ 3.6.2</u>	1600-1300-1700	600-300-200	1150/1250	12	410
<u>ПКМ 3.6.2/14</u>	1600-1400-1700	600-300-200	1400	16	600
<u>ПКМ 4.8.2,5</u>	2000-1400-1800	800-400-250	1150/1250	18	610
<u>ПКМ 4.8.4</u>	2100-1500-2000	800-400-400	1150/1250	21	650



### 3.4. Индивидуальное задание №4

#### «Разработка технологического процесса изготовления детали сваркой»

Для изготовления из листа толщиной  $s$  (мм) цилиндрической обечайки диаметром  $D$  (мм) и длиной  $L$  (мм) разработать эскиз заготовки, эскиз стыкового сварного соединения по ГОСТ 5264-80, выбрать режим ручной дуговой сварки.

Порядок выполнения задания

3.4.1. Выбор исходных данных в соответствии с вариантом задания.

3.4.2. Выполнение эскиза заготовки (рис.3.4.1).

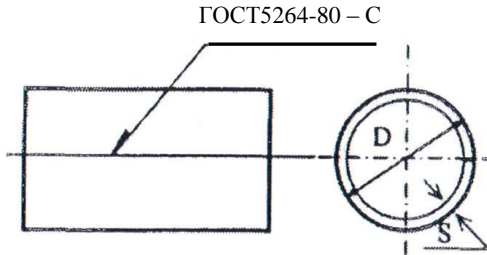


Рис.3.4.1. Эскиз заготовки

3.4.3. Заготовительные операции.

3.4.3.1. Развертка обечайки (рис.3.4.2.)

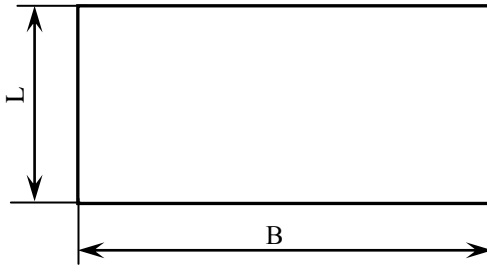


Рис.3.4.2. Развертка обечайки

Расчетным является средний диаметр обечайки  $D_{cp}$

$$D_{cp} = D - s, \text{ мм}$$

$D$ ,  $L$  - диаметр и длина обечайки, мм (табл. 2.4.1)

$$B = \pi \cdot D_{cp}, \text{ мм}$$

Масса заготовки

$$G_{\text{заг}} = V \cdot \rho = B \cdot L \cdot s \cdot \rho, \text{ кг}$$

### 3.4.3.2. Выбор листового горячекатаного проката по ГОСТ 19903-74

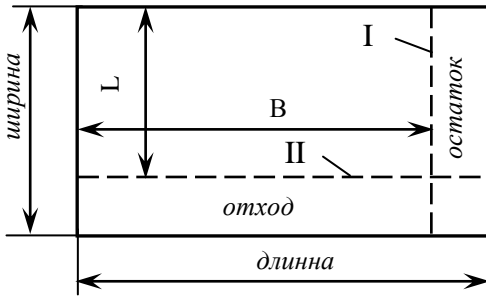
Пример обозначения листового проката

Горячекатаный лист из стали 10, 4 категория, размер(толщина× ширина×длина, мм), нормальная точность прокатки (Б).

Лист Б толщина×ширина×длина ГОСТ19903

4–10ГОСТ1050

### 3.4.3.3. Схема раскроя листа



I - рез на гильотинных ножницах, II - рез на дисковых ножницах

### 3.4.4. Разработка технологии сварки и выбор сварочного оборудования.

#### 3.4.4.1. Эскиз сварного соединения

По взаимному расположению соединяемых элементов различают 4 вида сварных соединений: стыковые соединения обозначаются С2...С21; угловые соединения обозначают У2...У10; тавровые соединения обозначают Т1...Т9; нахлесточные соединения обозначают Н1...Н3 (см. рис.3.4.3 и ГОСТ 5264-80).

В зависимости от толщины соединяемых деталей кромки детали соответствующим образом разделяются, что отражается в обозначении швов на чертежах (см.рис.3.4.1).

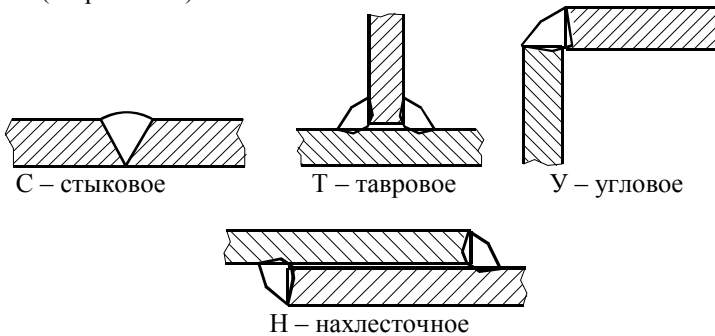


Рис.3.4.3. Виды сварных соединений

### 3.4.4.2. Режим сварки

При ручной дуговой сварке основными параметрами режима являются: диаметр электрода  $d_э$  в мм, сварочный ток  $I_{CB}$  в амперах, напряжение на дуге  $U_{дуги}$  в вольтах, скорость сварки  $V_{CB}$  в м/ч и производительность сварки  $П_{CB}$ .

Определение режима сварки начинают с выбора диаметра электрода, его типа и марки. Диаметр электрода выбирают в зависимости от толщины свариваемого металла, а его марку - от химического состава. При выборе типа и марки электрода следует учитывать требования, предъявляемые к качеству сварного соединения (ГОСТ 9467-75).

**Диаметр  $d_э$  электрода** согласуется с толщиной соединяемых деталей (табл.3.4.1).

Таблица 3.4.1- Диаметр электродов

s, мм	1 - 2	3 - 5	4 - 10	15 – 24 и более
$d_э$ , мм	2 - 3	3 - 4	4 - 5	5 - 6

Производительность процесса сварки определяют, исходя из коэффициента наплавки  $\alpha_H$   $\left[ \frac{\%}{(A \cdot ч)} \right]$ . Поэтому из группы электродов, обеспечивающих заданные физико-механические свойства сварного шва, следует выбирать те, которые обеспечивают более высокий коэффициент наплавки и, следовательно, обеспечивают большую производительность процесса.

**Сварочный ток** в зависимости от диаметра электрода определяют по эмпирической формуле

$$I_{CB} = k \cdot d_э, \text{ А}$$

где  $k = 40-60$  (А/мм) – для электродов со стержнем из низкоуглеродистой стали;  $k = 35-40$  (А/мм) – для электродов со стержнем из высоколегированной стали.

**Напряжение на дуге** для наиболее широко применяемых электродов в среднем составляет 15 - 30 В. **Скорость сварки** выбирает сварщик, исходя из необходимости проплавления свариваемого сечения и заполнения разделки кромок наплавленным металлом, при расчетах принимают равной 5 - 7 м/ч или определяют из выражения

$$V_{CB} = \frac{\alpha_H \cdot I_{CB}}{\rho \cdot F_{HM} \cdot 100},$$

где  $\alpha_H$  - коэффициент наплавки,  $\rho$  - плотность металла, г/см<sup>3</sup>,  $F_{HM}$  - площадь поперечного сечения наплавленного металла шва, см<sup>2</sup>, представляющая сумму площадей элементарных геометрических фигур, составляющих сечение шва.

**Количество наплавленного металла** (на примере соединения С17).

Параметры сварного шва  $F_{HM}$ ,  $L$  определяем по эскизу сварного соединения.

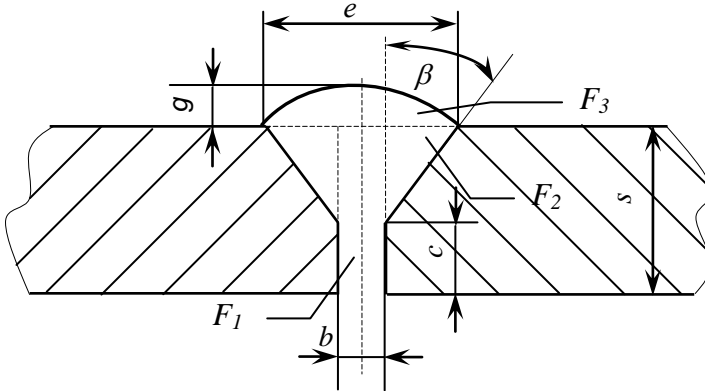


Рис. 3.4.4. Эскиз сварного соединения (на примере стыкового соединения С17)

Площадь поперечного сечения наплавленного металла шва определяется по формуле

$$F_{HM} = F_1 + F_2 + F_3, \text{ см}^2,$$

$$\text{где } F_1 = b \cdot c; F_2 = \frac{(s - c)^2 \cdot \text{tg} \beta}{2}; F_3 = 0,75 \cdot e \cdot g$$

Зная площадь наплавленного металла, плотность и длину сварных швов, определяют его массу на все изделие по формуле

$$G_{HM} = F_{HM} \cdot L \cdot \rho$$

где  $G_{HM}$  - масса наплавленного металла, г;  $L$  - длина сварных швов на изделии, см,  $\rho = 7,82 / \text{см}^3$  - плотность наплавленного металла.

**Расход покрытых электродов** с учетом потерь приближенно определяется по формуле

$$G_{Эл} = k_{ном} \times G_{HM}, \text{ г},$$

где  $k_{ном} = 1,5 - 1,7$  - коэффициент потерь.

**Время сварки** изделия подсчитывают, зная скорость сварки, или определяют по формуле

$$t_{св} = \frac{G_{HM}}{\alpha_H \cdot I_{св}}$$

Производительность процесса сварки ( $\Pi_{св}$ ) определяется сварочным током и коэффициентом наплавки ( $\alpha_H$ ) применяемого электрода:

Производительность сварки (наплавки)

$$\Pi_{св} = \alpha_H \cdot I_{св}, \frac{г}{час},$$

У электродов для сварки конструкций из углеродистых и низколегированных сталей  $\alpha_H$  изменяется в пределах от 8 до 14 г/(А·ч) [2].

#### **Выбор сварочного оборудования**

Для питания сварочной дуги применяют источники переменного тока (сварочные трансформаторы) и источники постоянного тока (сварочные выпрямители и генераторы).

Сварочные *трансформаторы* преобразуют сетевое напряжение (220 или 380 В) в пониженное (меньше 140 В), необходимое для сварки.

Сварочные выпрямители преобразуют переменный ток в постоянный с помощью полупроводниковых диодов - вентилей.

## Литература

1. Арзамасов В.Б., Волчков А.Н., Головин В.А. и др. Материаловедение и технология конструкционных материалов: Учебник для студ. высш. учеб. заведений /Под ред. В.Б. Арзамасова, А.А. Черепяхина. - М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 448 с.
2. Дальский А.М., Барсукова Т.М., Бухаркин Л.Н. и др. Технология конструкционных материалов: Учебник для студ. машиностроит. специальностей вузов /Под ред. А.М. Дальского. – 5-е изд., исправленное. - М.: Машиностроение, 2004. – 512 с.
3. 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.
4. Титов, Н.Д. Технология литейного производства / Н.Д. Титов, Ю.А. Степанов - М., Машиностроение, 1974. - 432 с.
5. Абрамов, Г.Г. Справочник молодого литейщика. Литье в песчано-глинистые формы / Г.Г. Абрамов - М.: Высш. школа, 1978. – 199 с.
6. Марочник сталей и сплавов/В. Г. Сорокин А.В., Волосникова С.А., Вяткин и др; Под общ. ред. В. Г. Сорокина. - М.: Машиностроение, 1989.- 640 с.
7. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т.3 – 5-е изд. – М.: Машиностроение, 1979. – 557 с.
8. Справочник сварщика. Под ред. В.В. Степанова. Изд. 3-е. – М.: Машиностроение, 1975. – 520 с.
9. ГОСТ 1415-93. Ферросилиций. Технические требования и условия поставки.
10. ГОСТ 4755-91. Ферромарганец. Технические требования и условия поставки.
11. ГОСТ 3.1125-88. ЕСКД. Правила графического выполнения элементов литейных форм и отливок.
12. ГОСТ 26645-85. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку.
13. ГОСТ 3212-92. Комплекты модельные. Уклоны формовочные, стержневые знаки, допуски размеров.
14. ГОСТ 977-88. Отливки стальные. Общие технические условия.
15. ГОСТ 1412-70. Чугун с пластинчатым графитом для отливок.
16. Иванов В. Н. Словарь-справочник по литейному производству. М., Машиностроение, 1990. – 384 с.
17. ГОСТ 12820-80. Фланцы стальные плоские приварные на Ру от 0,1 до 2,5 МПа (от 1 до 25 кгс/кв.см). Конструкция и размеры (с Изменениями N 1, 2, 3, 4).
18. ГОСТ 12815-80. Фланцы арматуры, соединительных частей и трубопроводов на Ру от 0,1 до 20,0 МПа (от 1 до 200 кгс/см кв.). Типы. Присоединительные размеры и размеры уплотнительных поверхностей.

19.ГОСТ 7829-70. Поковки из углеродистой и легированной стали, изготовляемые ковкой на молотах. Припуски и допуски (с Изменением №1).

20.ГОСТ 2590-2006. Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый. Сортамент.

21.ГОСТ 9752 -75. Основные параметры и размеры паровоздушных молотов двойного действия.

22.ГОСТ 7284-88 - Прессы гидравлические ковочные. Параметры и размеры. Нормы точности.

23.ГОСТ 5264-80. Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

24.ГОСТ 19903-74. Прокат листовой горячекатаный. Сортамент.

25.ГОСТ 9467-75. Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. Типы.

## Оглавление

	стр
1. Выбор вариантов заданий	3
2. Индивидуальные задания	
2.1. Индивидуальное задание №1 «Расчет шихты при выплавке чугуна»	4
2.2. Индивидуальное задание №2 «Разработка технологического процесса изготовления отливки в песчано-глинистой форме»	6
2.3. Индивидуальное задание №3 «Разработка технологического процесса изготовления детали давлением»	10
2.4. Индивидуальное задание №4 «Разработка технологического процесса изготовления детали сваркой»	16
3. Методические указания по выполнению индивидуальных заданий	17
3.1. Индивидуальное задание №1	17
3.2. Индивидуальное задание №2	21
3.3. Индивидуальное задание №3	31
3.4. Индивидуальное задание №4	40
Литература	45



