

ГЛАВА 1. ШИХТОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Шихтовые материалы или шихта- это металлические и неметаллические материалы, используемые для приготовления литейных сплавов. К металлическим относятся доменные чушковые чугуны, лом черных и цветных металлов, возврат литейных и механических цехов (бракованные детали и отливки, литники, прибыли, брикетированная стружка и др.) и легирующие элементы (хром, никель, молибден, титан и др.), вводимые в шихту для получения сплавов с заданными свойствами.

Для обработки жидкого металла в копильнике вагранки или в ковше применяют высокопроцентные ферросплавы, модификаторы и присадки. Для получения заданного состава и свойств шлаков применяют различные добавки. Для образования и удаления из жидкого сплава легкоплавких шлаков применяют флюсы.

Для литейных алюминиевых сплавов в качестве шихты используют металлы (алюминий, бериллий, ванадий, кремний, кальций, титан, литий и др.), а также лигатуры. Лигатуры представляют собой сплав алюминия с легирующим элементом, вводимым в требуемом количестве.

В состав шихты магниевых сплавов кроме первичных металлов и сплавов в чушках, возврата и лигатуры, вводят неметаллические легирующие добавки в виде солей (хлористого марганца, фторбериллата натрия, фторцирконата калия), флюсов, модификаторов (магнезит, мел, углекислый газ, гексахлорэтан). Флюсы при плавке магниевых сплавов предупреждают также окисление и возгорание твердой шихты

При подготовке шихты для медных сплавов сыпучую и витую стружку после дробления подвергают При подготовке шихты для медных сплавов сыпучую и витую стружку после дробления подвергают центрифугированию с целью удалить влагу, эмульсию, масло. При центрифугировании стружку промывают раствором, содержащим 6% жидкого стекла, 4% фосфорнокислого калия, 0,5% хромовокислого калия, 1% едкого натра, 88,5% воды. Затем стружку просушивают при 200—300° С, удаляют из нее при помощи магнитного сепаратора мелкие железные включения и производят ее брикетирование.

Крупные шихтовые материалы (катоды, чушки, возврат и др.) разрезают или разбивают на более мелкие части. Используемые катодные листы тщательно очищают от остатков электролита.т центрифугированию с целью удалить влагу, эмульсию, масло. При центрифугировании стружку промывают раствором, содержащим 6% жидкого стекла, 4% фосфорнокислого калия, 0,5% хромовокислого калия, 1% едкого натра, 88,5% воды. Затем стружку просушивают при 200—300° С, удаляют из нее при помощи магнитного сепаратора мелкие железные включения и производят ее брикетирование.

1.1. ЧУГУНЫ ДОМЕННЫЕ

1.1.1. Доменные чугуны состоят из переделных, предназначенные, главным образом, для передела на сталь, и литейных для переплава в вагранках. Чугуны подразделяются на марки по содержанию кремния. Кроме того, чугуны делятся на группы в зависимости от содержания марганца, на классы - в зависимости от содержания фосфора и на категории - в зависимости от содержания серы.

1.1.2. В зависимости от массовой доли кремния и назначения чугуны изготавливают:

-литейный марок Л1,Л2,Л3,Л4,Л5,Л6

-литейный рафинированный магнием марок ЛР1, ЛР2,ЛР3, ЛР4, ЛР5, ЛР6, ЛР7. Марки и химический состав литейных чугунов (Технические условия 4832-95) приведены в табл. 1

Таблица I.Химический состав литейного чушкового чугуна (ТУ 4832-95)

Марка чугуна	Массовая доля элемента, %				
	углерода	кремния	марганца		
			группы		
			I	II	III
Л1	3,4-3,9	Св. 3,2 до 3,6 включ.	До 0,3 включ	Св.0,3 до 0,9	Св. 0,5 до 0,9
Л2	3,5-4,0	Св. 2,8 до 3,2 включ.	До 0,3 включ	Св.0,3 до 0,9	Св. 0,5 до 0,9
Л3	3,6-4,1	Св.2,4 до 2,8 включ.	До 0,3 включ	Св.0,3 до 0,9	Св. 0,5 до 0,9
Л4	3,7-4,2	Св.2,0 до 2,4 включ.	До 0,3 включ	Св.0,3 до 0,9	Св. 0,5 до 0,9
Л5	3,7-4,3	Св.1,6 до 2,0 включ.	До 0,3 включ	Св.0,3 до 0,9	Св. 0,5 до 0,9
Л6	3,9-4,5	Св.1,2 до 1,6 включ.	До 0,3 включ	Св.0,3 до 0,9	Св. 0,5 до 0,9

Продолжение табл.1

Марка чугуна	Массовая доля элемента, %							
	фосфора					серы, не более		
	А	Б	В	Г	Д	категории		
	не более					1	2	3
Л1	0,08	0,12	0,30	0,3-0,7	0,7-1,2	0,02	0,03	0,04
Л2	0,08	0,12	0,30	0,3-0,7	0,7-1,2	0,02	0,03	0,04
Л3	0,08	0,12	0,30	0,3-0,7	0,7-1,2	0,02	0,03	0,04
Л4	0,08	0,12	0,30	0,3-0,7	0,7-1,2	0,02	0,03	0,04
Л5	0,08	0,12	0,30	0,3-0,7	0,7-1,2	0,02	0,03	0,04
Л6	0,08	0,12	0,30	0,3-0,7	0,7-1,2	0,02	0,03	0,04

1.1.3. Литейный и литейный рафинированный магнием чугун всех марок должен поставляться с указанием массовой доли углерода. Химический состав литейного рафинированного магнием чугуна приведен в табл. 2.

2

Таблица 2. Химический состав чугуна литейного, рафинированного магнием

Марка чугуна	Массовая доля элемента, %								
	углерода	кремния	марганца			фосфора, не более		серы, не более	
			группы			классы		категории	
			I	II	III	А	Б	1	2
ЛР1	3,4-3,9	3,2-3,6	До 0,3	0,3-0,5	0,5-1,0	0,08	0,12	0,005	0.010
ЛР2	3,5-4,0	2,8-3,2	До 0,3	0,3-0,5	0,5-1,0	0,08	0,12	0,005	0.010
ЛР3	3,6-4,1	2,4-2,8	До 0,3	0,3-0,5	0,5-1,0	0,08	0,12	0,005	0.010
ЛР4	3,7-4,2	2,0-2,4	До 0,3	0,3-0,5	0,5-1,0	0,08	0,12	0,005	0.010
ЛР5	3,8-4,3	1,6-2,0	До 0,3	0,3-0,5	0,5-1,0	0,08	0,12	0,005	0.010
ЛР6	3,9-4,5	1,2-1,6	До 0,3	0,3-0,5	0,5-1,0	0,08	0,12	0,005	0.010
ЛР7	4,0-4,5	0,8-1,2	До 0,3	0,3-0,5	0,5-1,0	0,08	0,12	0,005	0.010

1.1.4. Передельные чугуны(Технические условия ГОСТ 805-95) отличаются от литейных меньшим содержанием кремния и большим содержанием углерода. Эти чугуны обладают меньшей склонностью к выделению спели, содержать в меньшем количестве неметаллические включения. Поэтому при прочих равных условиях передельные чугуны обладают большей текучестью. Передельные чугуны часто применяют при выплавке ковкого чугуна.

1.1.5.В зависимости от массовой доли кремния и назначения изготавливают :

- передельный чугун для сталеплавильного производства марок П1 и П2;
- передельный чугун для литейного производства марок ПЛ1 и ПЛ2;
- передельный фосфористый чугун марок ПФ1,ПФ2,ПФ№3
- передельный высококачественный чугун марок ПВК1, ПВК2,ПВК3.

Химический состав передельного чугуна приведен в табл. 3.

Таблица 3. Химический состав передельного чугуна(ГОСТ 805-95).

Марка чугуна	Массовая доля элемента, %			
	кремния	марганца		
		группы		
		1	2	3
П1	0,5-0,9	До 0,5	0,5-1,0	1,0-1,5
П2	До 0,5	До 0,5	0,5-1,0	1,0-1,5

ПЛ1	0,9-1,2	До 0,3	0,3-0,5	0,5-0,9
ПЛ2	0,5-0,9	До 0,3	0,3-0,5	0,5-0,9

Продолжение табл.3

Марка чугуна	Массовая доля элемента, %						
	Фосфора, не более			серы, не более			
	класса			категории			
	А	Б	В	1	2	3	4
П1	0.1	0,2	0.3	0.01	0,02	0,03	0.04
П2	0.1	0,2	0.3	0.01	0,02	0,03	0.04
ПЛ1	0.08	0,12	0.3	0.01	0,02	0,03	0.04
ПЛ2	0,08	0,12	0,3	0,01	0,02	0,03	0,04

3

Таблица 4. Химический состав передельного фосфористого чугуна(ГОСТ 805-95)

Марк а чугун а	Массовая доля элемента, %											
	Крем -ния	Марганца, не более			Серы, не более			Фосфора,не более			Мышьяка не более	
		группы			категории			класса			класса	
		I	II	III	1	2	3	A	Б	В	A	Б
ПФ1	0,9- 1,2	1,0	1,5	2,0	0,03	0,05	0,07	0,3- 0,7	0,7- 1,5	1,5- 2,0	0,10	0,15
ПФ2	0,5- 0,9	1,0	1,5	2,0	0,03	0,05	0,07	0,3- 0,7	0,7- 1,5	1,5- 2,0	0,10	0,15
ПФ3	До 0,5	1,0	1,5	2,0	0,03	0,05	0,07	0,3- 0,7	0,7- 1,5	1,5- 2,0	0,10	0,15

Таблица 5. Химический состав передельного высококачественного чугуна(ГОСТ 805-95).

Марк а чугу на	Массовая доля элемента, %										
	Крем -ния	Марганца, не более			Серы, не более			Фосфора,не более			
		группы			категории			Класса			
		I	II	III	1	2	3	А	Б	В	Г
ПВК 1	0,9-1,2	До 0,5	0,5-1,0	1,0-1,5	0.015	0.020	0.025	0.020	0.030	0.040	0.050
ПВК 2	0,5-0,9	До 0,5	0,5-1,0	1,0-1,5	0.015	0.020	0.025	0.020	0.030	0.040	0.050
ПВК 3	До 0,5	До 0,5	0,5-1,0	1,0-1,5	0.015	0.020	0.025	0.020	0.030	0.040	0.050

1.1.6. Для выплавки специальных легированных чугунов в качестве шихты используют литейные легированные чушковые чугуны, которые по своему основному составу соответствуют ГОСТ 4832-95, но дополнительно содержат легирующие элементы. Содер - жание легирующих элементов в хромоникелевом чушковом чугуне приведено в табл. 6.

0,015

Таблица 6. Содержание легирующих элементов в хромоникелевом чушковом чугуне

Марка чугуна	Массовая доля элементов, %		Марка чугуна	Массовая доля элементов,%
	никель	хром		
ЛХН1	0,2	0,4-1,2	ЛХН6	0,7
ЛХН2	0,3	0,4-1,2	ЛХН7	0,8
ЛХН3	0,4	0,4-1,2	ЛХН8	0,9
ЛХН4	0,5	0,4-1,2	ЛХН9	1,0
ЛХН5	0,6	0,4-1,2	Лхн10	1,0

1.1.7. Чугун литейный хромоникелевый сложнолегированный (ТУ 14-15-234-90) предназначен для отливок деталей машин и механизмов, работающих на износ в нейтральных и агрессивных средах и при повышенной температуре. Химический состав чугунов литейных хромоникелевых сложнолегированных приведен в табл. 7.

Таблица 7. Химический состав чугунов литейных хромоникелевых сложнолегированных
ТУ 14-15-234-90

Марк а чугун а	Массовая доля элементов,%							
	углеро д	кремни й	маргане ц	фосфо р	сера	хром	никел ь	ванади й
ЛХНС 1	3,5-4,5	1,6	0,9	0,5	0,2	0,2- 0,4	0,2	0,02- 0,08
ЛХНС 2	3,5-4,5	1,6-2,4	0,9	0,5	0,03	1,3- 2,2	0,3	0,02- 0,08
ЛХНС 3	3,5-4,5	2,4-3,2	0,9	0,5	0,04- 0,06	2,2	0,4-0,5	0,02- 0,08
ЛХНС 4	3,5-4,5	3,2	0,9	0,5	0,06		0,6-1,0	0,02- 0,08

4

1.2. ВТОРИЧНЫЕ МЕТАЛЛЫ

1.2.1. Вторичные металлы составляют значительную часть шихты. В состав вторичных металлов входят чугунный и стальной лом, чугунная и стальная стружка, а также собственный возврат литейного цеха (литники, прибыли).

1.2.2. В соответствии с ГОСТ 2787-86 предусмотрена следующая классификация черных металлов:

по содержанию углерода – два класса:

-стальной лом и отходы;

-чугунный лом и отходы;

-лом и отходы вне класса.

по наличию легирующих элементов- две категории:

А – углеродистые лом и отходы;

Б- легированные лом и отходы.

Показатели качества вторичных черных металлов приведены в табл. 8.

Таблица 8. Показатели качества вторичных черных металлов (ГОСТ 2787-86)

Кат е го	Вид	Услов - ное	Габариты, мм, не более	Толщин а металл	Масса, кг	Со дер- жа	Состав
----------------	-----	-------------------	------------------------------	-----------------------	--------------	------------------	--------

рия		обозначение		а, мм, не менее		ние безвредных примесей, %	
Стальные лом и отходы							
А,Б	Стальные лом и отходы № 1	1А,1Б	300х200х150	6,0	0,2-30	2,0	Кусковые лом и отходы. Допускаются проволока и изделия из нее не более 1,0% по массе.
А,Б	Стальной лом и отходы № 2	2А,2Б	600х350х250	6,0-8,0	Не менее 2,0	1,0	Кусковые лом и отходы, блюмы забракованные слитки, трубы заготовки, крупно сортовой прокат. Допускаются проволока и изделия из нее не более 1,0% по массе.
А, Б	Стальной лом и отходы № 3	3А, 3Б	800х500х500	-	Не менее 1,0	1,5-5,0	Кусковые лом и отходы, стальной скрап, рулоны листового металла, сортовой прокат, трубы. Шихтовые слитки
А, Б	Брикеты из стальной стружки	7А, 7Б	-		2,0-50,0	1,0-3,0	Брикеты из стальной стружки
А, Б	Пакеты № 1	8А, 8Б	2000х100х710	-	100,0	1,0	Пакеты из чистых легковесных стальных отходов. Стружка не допускается.
А, Б	Пакеты № 2	9А, 9Б	2000х100х710	-	100,0	1,0	Пакеты из легковесных стальных отходов и лома. Стружка до

							20% по массе.
А	Пакеты № 3	10А	2000х100 х 710	-	100,0	2,0	Пакеты из легковесных стальных отходов и лома. Стружка до 20% по массе.
А	Пакеты № 4	11А	2000х100 х 710	-	100,0	1,0	Пакеты из нагретых стальных канатов, проволоки, стружки и легковесного лома
А, Б	Стальные канаты и проволока	12А, 12Б	850х500	-	20/ моток	5,0	Стальные канаты и проволока, скатанные в мотки, перевязанные стальной проволокой не менее чем в пяти местах по окружности мотка.
А	Стальная стружка №1	13А	50х100	-	3,0		Мелкая стальная стружка, высечка. Не допускаются кусковые отходы, а также проволока.
А,Б	Стальная стружка №2	14А, 14Б	200х100	-			Мелкая стальная стружка, высечка
Чугунные лом и отходы							
А,Б	Чугунные лом и отходы № 1	16А, 16Б	300	-	0,5- 20,0	2,0	Куски машинных чугуновых отливок
А	Чугунные лом и отходы № 2	17А	300	-	0,5- 40,0	2,0	Куски чугуновых изложниц и поддонов
А	Брикеты из	20А	-	-	2,0- 20,0	-	Брикеты из чугуновой

	чугунной стружки						стружки
А,Б	Чугунная стружка	21А, 21Б	-	-	-	2,0	Чугунная стружка без кусковых отходов и лома
Вне класса							
А,Б	Доменный присад	22А, 22Б	250х250 х250 -	-	-	5,0	Ржавые, подвергавшиеся длительному температурному или кислотному воздействию чугуны и стальные лом и отходы, зашлакованный скрап
А	Окалина	24А,	-	-	-	5,0	Окалина, образующаяся в прокатном и кузнечном производстве и при непрерывной разливке стали. Куски и обрезы не допускаются. Скрап
А	Сварочный шлак	25А,	-	-	-	5,0	Шлак, образующийся при сварке металла

1.3. ЛЕГИРУЮЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Каждый элемент, присутствующий в сплаве, оказывает определенное влияние на его структуру и свойства.

Кремний снижает растворимость углерода в жидком и твердом растворах железа, способствует графитизации. Содержание кремния в чугуне выше 3% вызывает образование крупных включений графита и феррита, что способствует повышению твердости и хрупкости чугуна. Кремний снижает пластичность стали.

Марганец способствует стабилизации и повышению дисперсности перлита. Содержание марганца до 1,5% положительно влияет на механические свойства серого чугуна. Марганец раскисляет сталь и нейтрализует вредные примеси серы.

Примечание: Раскисление металлов — процесс удаления из расплавленных металлов (главным образом стали и других сплавов на основе железа) растворённого в них кислорода, который является вредной примесью, ухудшающей механические свойства металла. Для раскисления применяют элементы (или их сплавы, например ферросплавы), характеризующиеся большим сродством к кислороду, чем основной металл.

Хром является карбидообразующим элементом, повышает жаростойкость и окислительную стойкость чугунов. Хром повышает твердость, сопротивление износу, коррозии в морской воде и слабых растворах кислот, но увеличивает хрупкость чугунов. При содержании хрома более 0,08% прочность чугуна снижается из-за образования свободных карбидов хрома. Наиболее эффективно хром проявляет свои легирующие свойства при одновременном его использовании с никелем, молибденом, медью и другими элементами.

Фосфор повышает склонность сплавов к образованию трещин. Поэтому в отливках ответственного назначения, несущих ударные нагрузки, содержание фосфора не должно превышать 0,2%. При изготовлении отливок художественного литья для повышения жидкотекучести чугунов содержание фосфора доводят до 1% и более. Фосфор не оказывает существенного влияния на графитизацию.

Сера является нежелательной примесью, так как способствует образованию отбела и горячих трещин в отливках, понижает жидкотекучесть сплавов.

Медь способствует графитизации, а в процессе эвтектоидного превращения препятствует распаду перлита. Присутствие меди в чугуне обеспечивает сопротивление коррозии на воздухе, в растворах солей, кислот, нефти. Оптимальное содержание меди в легированном сером чугуне составляет 3-4%. Содержание меди более 2% вызывает процесс превращения шаровидного графита в пластинчатый.

Молибден и ванадий повышают твердость и прочность доэвтектических чугунов, кратковременную прочность чугуна при высоких температурах, теплостойкость, сопротивление износу, ударную вязкость, жаропрочность чугунов.

Никель способствует образованию мартенсита в чугуне. Повышает коррозионную стойкость чугунных отливок в морской воде и щелочах.

Титан и алюминий являются хорошими раскислителями, способствуют графитизации. При производстве ковкого чугуна титан служит модификатором. Присутствие же его в отливках из высокопрочного чугуна нежелательно, так как он препятствует образованию шаровидного графита.

Магний, лантан, церий, иттрий способствуют образованию вермикулярной, компактной или шаровидной формы графита. Наиболее эффективно использование этих элементов в комплексе, в составе специальных лигатур.

Олово и цинк повышают жаростойкость чугуна, что обусловлено увеличением структурной стабильности перлита.

Бор образует карбиды, нитриды и карбонитриды, что приводит к повышению твердости и износостойкости сплавов, является модификатором ковкого чугуна.

Теллур способствует образованию поверхностного отбела, увеличивает дисперсность графита и перлита.

8

Примечание: Отбел - участки скопления цементита в отливках из серого чугуна. Отбел обладает повышенной твердостью, плохо поддается механической обработке. Причиной образования отбела могут быть:

- пониженное содержание углерода и кремния,
- повышенное содержание карбидообразующих элементов,
- низкая температура заливки чугуна или слишком большая скорость охлаждения залитого чугуна в форме при повышенной влажности формовочной смеси.

Отбел считается дефектом отливок и устраняется графитизирующим отжигом.

Сурьма и висмут в пределах 0,05-0,15% резко повышают термостойкость серого чугуна. Избыточное содержание сурьмы и висмута сильно снижает механические свойства чугуна, увеличивая его склонность к отбелу.

1.4. ФЕРРОСПЛАВЫ

Ферросплавы - сплавы железа с другими элементами (Cr, Si, Mn, Ti и др.), применяемые для раскисления и легирования стали. К ферросплавам условно относятся также некоторые сплавы, содержащие небольшое количество железа (силикокальций, силикомарганец и др.).

Ферросплавы- это группа металлических шихтовых материалов, которая включает сплавы железа с одним или несколькими легирующими элементами. Основным легирующим элементом обычно приводится в названии (ферромарганец, ферросилиций и т.п.).

Ферросилиций (ГОСТ 1415-93) наиболее часто применяют при выплавке и внепечной обработке чугуна и стали. Ферросилиций с низким содержанием кремния используют для подшихтовки в процессе плавки, с высоким содержанием кремния - для раскисления стали и

модифицирования чугуна. Марки и химический состав ферросилиция приведены в табл. 9.

Таблица 9 Марки и химический состав ферросилиция(ГОСТ 1415-93, ИСО 5445-80)

Марка	Массовая доля элемента, %					
	кремний	углерод	сера	фосфор	алюминий	марганец
ФС90	87-95	0,1	0,02	0,03	3,5	0,3
ФС75	74-80	0,1	0,02	0,04	3,0	0,4
ФС70	68-74	0,1	0,02	0,04	2,0	0,4
АС70АII	68-74	0,1	0,02	0,04	1,0	0,3
АС65	63-68	0,1	0,02	0,05	2,5	0,4
АС50	47-52	0,1	0,02	0,05	1,8	0,6
АС45	41-47	0,2	0,02	0,05	2,0	1,0
АС25	23-29	0,8	0,02	0,06	1,0	1,0
АС20	19-23	1,0	0,02	0,10	1,0	1,0

Ферромарганец(ГОСТ 4755-91) применяют для раскисления и легирования сталей. Марки и химический состав ферромарганца приведены в табл 10.

Таблица 10 Марки и химический состав ферромарганца (ГОСТ 4755-91)

Группа	Марка	Массовая доля элемента, %				
		марганца	углерода	кремния	фосфора для классов	
					А	Б
Низкоуглеродистые	ФМн90	85-95	0,5	1,8	0,05	0,30
Среднеуглеродистые	ФМн88	85-95	2,0	3,0	0,10	0,40
Высокоуглеродистые	ФМн78	75-82	7,0	6,0	0,05	0,70
	ФМн70	65-75	7,0	6,0	0,30	0,70

Феррохром(4757-91) используется в качестве легирующих добавок. В обозначение марок феррохрома добавляются значения углерода и других элементов при необходимости. Марки и химический состав феррохрома приведены в табл.11

Таблица 11. Марки и химический состав феррохрома (ГОСТ 4757-91)

Марка	Массовая доля элемента, %						
	хрома	углерода	кремния	фосфора	серы	алюминия	азота
	Низкоуглеродистый						
ФХ001А	68	0,01	0,8	0,02	0,02	0,02	-
ФХ001Б	68	0,01	0,8	0,03	0,02	0,02	-
ФХ002А	68	0,02	1,5	0,02	0,02	0,02	-

ФХ00 2Б	68	0,02	1,5	0,03	0,02	0,02	-
ФХ00 3А	68	0,03	1,5	0,02	0,02	0,02	-
ФХ00 3Б	68	0,03	1,5	0,03	0,02	0,02	-
ФХ00 4А	68	0,04	1,5	0,02	0,02	0,02	-
ФХ00 4Б	68	0,04	1,5	0,03	0,02	0,02	-
ФХ00 5А	65	0,05	1,5	0,02	0,02	0,02	-
ФХ00 5Б	65	0,05	1,5	0,03	0,02	0,02	-
ФХ00 6А	65	0,06	1,5	0,02	0,02	0,02	-
ФХ00 6Б	65	0,06	1,5	0,03	0,02	0,02	-
ФХ01 0А	65	0,10	1,5	0,03	0,02	0,02	-
ФХ01 0Б	65	0,10	1,5	0,05	0,02	0,02	-
ФХ15 А	65	0,15	1,5	0,03	0,02	0,02	-
ФХ15 Б	65	0,15	1,5	0,05	0,02	0,02	-
ФХ25 А	65	0,25	2,0	0,03	0,02	0,02	-
ФХ25 Б	65	0,25	2,0	0,05	0,02	0,02	-
ФХ50 А	65	0,50	2,0	0,03	0,02	0,02	-
ФХ50 Б	65	0,50	2,0	0,05	0,02	0,02	-
Среднеуглеродистый							
ФХ10 0А	65	1,0	2,0	0,03	0,02	-	-
ФХ10 0Б	65	1,0	2,0	0,05	0,04	-	-
ФХ20 0А	65	2,0	2,0	0,03	0,02	-	-
ФХ20 0Б	65	2,0	2,0	0,05	0,04	-	-
ФХ40 0А	65	4,0	2,0	0,03	0,04	-	-
ФХ40 0Б	65	4,0	2,0	0,05	0,04	-	-
Высокоуглеродистый							
ФХ65 0А	65	6,50	2,0	0,03	0,06	-	-
ФХ65 0Б	65	6,50	2,0	0,05	0,08	-	-
ФХ80 0А	65	8,0	2,0	0,03	0,06	-	-
ФХ80	65	8,0	2,0	0,05	0,08	-	-

0Б							
ФХ85 0А	65	8,5	2,0	0,03	0,05	-	-
ФХ85 0Б	65	8,5	2,0	0,05	0,02	-	-
ФХ90 0А	65	9,0	2,0	0,03	0,04	-	-
ФХ90 0Б	65	9,0	2,0	0,05	0,06	-	
Низкоуглеродистый азотированный							
ФХН1 00А	65	0,06	1,0	0,02	0,02	0,2	1,0
ФХН1 00Б	65	0,06	1,0	0,03	0,02	0,2	1,0
ФХН2 00А	65	0,06	1,0	0,03	0,02	0,2	1,0
ФХН2 00Б	65	0,06	1,0	0,04	0,02	0,2	1,0
ФХН4 00А	65	0,06	1,0	0,03	0,04	0,2	4,0
ФХН4 00Б	65	0,06	1,0	0,04	0,04	0,2	4,0
ФХН6 00А	60	0,03	1,0	0,03	0,04	0,2	6,0
ФХН6 00Б	60	0,03	1,0	0,04	0,04	0,2	6,0

Силикокальций(ГОСТ 4762-71) предназначен для раскисления и легирования стали и в качестве модификатора при плавке чугуна. В обозначении марок буквы означают: С-кремний, К-кальций. Цифры означают минимальную массовую долю кальция в процентах. Марки и химический состав силикокальция приведены в табл.1

Таблица 12 Марки и химический состав силикокальция (ГОСТ 4762-71)

Марка	Массовая доля элемента, %			
	кальция	кремния	алюминия	углерода
	Не менее		Не более	
СК10	10	45	1,0	0,2
СК10Р	10	50	1,5	0,5
СК15	15	45	1,0	0,2
СК15Р	15	50	1,5	0,5
СК20	20	45	1,0	0,5
СК20Р	20	50	2,0	1,0
СК25(ч)	25	50	1,0	0,2
СК25	25	50	2,0	0,5
СК25Р	25	55	2,0	1,0
СЕ30(ч)	30	50	1,0	0,2
СК30	30	50	2,0	0,5
СК30Р	30	55	2,0	1,0

Ферросиликомарганец(ГОСТ 4756-91) предназначен для раскисления и легирования стали. Ферросиликомарганец поставляется в

кусках размером от 5 до 200 мм. Марки и химический состав ферросиликомарганца приведены в табл. 13

Таблица 13. Марки и химический состав ферросиликомарганца(ГОСТ 4756-91)

Марка	Массовая доля элемента, %				
	кремния	марганца, не менее	углерода	фосфора	
			не более	А	Б
МnC25	Св.25	60,0	0,5	0,05	0,25
МnC22	20-25	65,0	1,0	0,10	0,35
МnC17	15-20	65,0	2,5	0,10	0,60
МnC12	10-15	65,0	3,5	0,10	0,60

Ферросиликохром(ГОСТ 11861-91, ИСО 5449-80)- легирующий сплав железа, хрома и кремния, содержащий от 20-до 65 % хрома по массе и от 10 до 60% кремния по массе. Ферросиликохром предназначен для раскисления и легирования стали и модифицирования чугуна. В обозначении марок ферросиликохрома буквы обозначают : Ф-железо, Х- хром, С- кремний, Р-фосфор. Марки и химический состав ферросиликохрома приведены в табл. 14.

Таблица 14. Марки и химический состав ферросиликохрома(ГОСТ 11861-91, ИСО 5449-80)

Марка	Массовая доля элемента, %			
	кремния	хрома не менее	углерода	фосфора
			не более	
ФХС20 ФХС20Р	16-23	48	4,5	0,04 0,05
ФХС33 ФХС33Р	30-37	40	0,9	0,03 0,04
ФХС40 ФХС40Р	37-45	35	0,2	0,03 0,04
ФХС48 ФХС48Р	Св.45	28	0,1	0,03 0,04

Ферросилиций с барием (ТУ 14-5-160-84) обладает высокой графитизирующей способностью, увеличивающей прочность чугуна на 20-25%. Ферросилиций с барием предназначен для модифицирования чугуна. Марки и химический состав ферросилиция с барием приведены в табл. 15. Цифры в обозначении марок означают содержание кремния и бария.

Таблица 15 .Марки и химический состав ферросилиция с барием(ТУ 14-5-160-84).

Марка	Массовая доля элемента, %						
	кремний	барий	алюминий	марганец	хром	фосфор	железо
			не более	не более	не более	не более	не более
ФС75Ба1 ФС75Ба4	70-80	0,5-2,0 2,5-5,0	3,0	0,3	0,3	0,04	Остальное
ФС65Ба1 ФС65Ба4	60-70	0,6-2,0 2,0-5,0	3,0 3,0	0,4	0,4	0,04	Остальное

ФС65Ба7 ФС65Ба1 2 ФС65Ба1 7		5,0-10,0 10,0- 15,0 15,-20,0	3,0-6,0 3,0-6,0 3,0-6,0				
ФС60Ба2 2	55-65	20,0- 25,0	3,0-6,0	0,4	0,4	0,04	Остальн ое

Ферромолибден(ГОСТ 4759-91, ИСО 5452-80)- легирующий сплав железа и молибдена с содержанием молибдена 50-75 % по массе. Применяется для легирования чугунов и сталей. Марки и химический состав ферромолибдена приведены в табл. 16.

12

Таблица 16. Марки и химический состав ферромолибдена(ГОСТ 4759-91, ИСО 5452-80)

Марка	Массовая доля элемента, %					
	Молибде на	кремния	углерода	серы	фосфора	меди
		Не более				
FeMo60	55-65	1.0	0.10	0.10	0.05	0.5
FeMo60Cu1	55-65	1.5	0.10	0.10	0.05	1.0
FeMo60Cu1, 5	55-65	2.0	0.50	0.15	0.05	1.5
FeMo70	65-75	1.5	0.10	0.10	0.05	0.5
FeMoCu1	65-75	2.0	0.10	0.10	0.05	1.0
FeMoCu1,5	65-75	2.5	0.10	0.20	0.10	1.5

Феррониобий(ГОСТ 16773-2003, ИСО 5453:1980) – легирующий сплав железа и ниобия(суммы ниобия и тантала) с минимальным содержанием ниобия(суммы ниобия и тантала) от 55% до 70% по массе. Марки и химический состав феррониобия приведены в табл 17. В обозначении марок цифры означают процентное содержание суммы ниобия и тантала по массе.

Таблица 17. Марки и химический состав феррониобия(ГОСТ 16773-2003, ИСО 5453:1980)

Марка	Массовая доля элемента, %							
	суммы ниоби я и тантала в преде лах	тантала	кремния	алюминия	титана	углерода	серы	фосфора
		не более						
ФН660	55-65	1,0	1,5	3,0	1,0	0,10	0,03	0.10
ФН658	50-65	1,0	2,0	6,0	1,0	0,20	0,03	0.15
ФН658(ф)	50-65	-	2,0	6,0	2,0	0,30	0,05	0.40
ФН655(	55-65	-	5,0	8,0	2,0	0,50	0.30	2.00

ф)								
ФН655С	50-64	-	15,0	4,0	8,0	0,20	0,03	0.30
ФН650С	40-65	-	20,0	6,0	-	0,50	0,05	0.50

Феррованадий(ГОСТ 27130 -94, ИСО 5451-80) - легирующий сплав железа и ванадия с минимальным содержанием ванадия от 35% до 85% по массе. Марки и химический состав феррованадия приведен в табл. 18.

Таблица 18. Марки и химический состав феррованадия (ГОСТ 27130-94, ИСО 5451-80).

Марка	Массовая доля элемента, %							
	ванадия	кремния	Алюминия	Углерода	серы	Фосфора	меди	марганца
	не более							
FeV40	35,0-50,0	2,0	4,0	0,30	0,10	0,10	-	-
FeV60	50,0-65,0	2,0	2,5	0,30	0,05	0,06	0,10	-
FeV80	75,0-85,0	2,0	1,5	0,30	0,05	0,06	0,10	0,50
FeV80A112	75,0-85,0	1,5	2,0	0,20	0,05	0,06	0,10	0,50
FeV80A114	70,0-80,0	2,0	4,0	0,20	0,10	0,10	0,10	0,50

13

Ферротитан(ГОСТ 4761-91, ИСО 5454-80)- легирующий сплав железа и титана с минимальным содержанием титана от 20% до 75% по массе. Марки и химический состав ферротитана приведены в табл. 19.

Таблица 19. Марки и химический состав ферротитана (ГОСТ 4761-91, ИСО 5451-80)

Марка	Массовая доля элемента, %							
	титана	алюминия	кремния	марганца	углерода	фосфора	серы	ванадия
	не более							
FeT30A16	20,0-35,0	6,0	4,0	-	0,15	0,10	0,06	-
FeT30A110	20,0-35,0	10,0	8,0	-	0,20	0,10	0,07	-
FeT40A16	35,0-50,0	6,0	4,5	1,5	0,10	0,10	0,05	-
FeT40A18	35,0-50,0	8,0	5,0	1,5	0,10	0,05	0,05	-
FeT30A10	35,0-50,0	10,0	8,0	1,5	0,20	0,10	0,07	-
FeT70	65,0-75,0	0,5	0,10	0,20	0,20	0,03	0,03	0,50
FeT70A112	65,0-75,0	2,0	0,25	1,0	0,20	0,04	0,04	1,50
FeT30A15	65,0-75,0	5,0	0,50	1,0	0,20	0,05	0,04	-

Ферросиликомарганецалюминий(ТУ 14-5-155-83) –легирующий сплав, предназначенный для раскисления и легирования сталей, а также для модифицирования чугунов. Марки и химический состав сплава приведены в табл 20 В обозначении марок буквы означают: Ф-железо, С-кремний, Мн- марганец, А -алюминий. Цифры означают процент содержания кремния и алюминия по массе.

Таблица 20. Марки и химический состав ферросиликомарганецалюминия (ТУ 14-5-155-83).

Марка	Массовая доля элемента, %					
	кремния	марганца	алюминия	углерода	фосфора	серы
	не более					
ФС18МнА3	17,0-19,9	67,0	2,0-5,0	1,7	0,50	0,02
ФС15МнА3	14,0-16,9	67,0	2,0-5,0	2,5	0,50	0,02

Ферробор(ГОСТ 14849-69) – предназначен для легирования стали, сплавов и чугуна. Марки и химический состав ферробора приведены в табл. 21

Таблица 21. Марки и химический состав ферробора (ГОСТ 14848-69)

Марка	Массовая доля элемента, %						
	бора, не менее	кремния	алюминия	углерода	серы	фосфора	меди
	не более						
ФБ20	20,0	2,0	3,0	0,05	0,01	0,02	0,05
ФБ17	17,0	3,0	5,0	0,20	0,02	0,03	0,10
ФБ12	12,0	10,0	10,0	-	-	-	-
ФБ6	6,0	10,0	10,0	-	-	-	-

Алюминий для раскисления поставляется по ГОСТ 295-98. Марки и химический состав алюминия вторичного для раскисления приведены в табл 22.

Таблица 22. Марки и химический состав алюминия ГОСТ 295-98.

Марка	Массовая доля элемента, %							
	суммы алюминия и магния, не менее	в том числе магния, не более	примесей, не более					
			меди	цинка	кремния	свинца	олова	всего
АВ97	97,0	0,1	0,1	0,1	1,0	0,1	0,1	3,0
АВ91	91,0	3,0	3,0	0,8	3,0	0,3	0,2	9,0
АВ87	87,0	3,0	3,8	3,3	5,0	0,3	0,2	13,0

Хром металлический(ГОСТ 5905-2004/ИСО 10387 : 1994) - предназначен для легирования специальных сталей. Марки и химический состав хрома металлического приведены в табл 23.

Таблица 23. Марки и химический состав хрома металлического (ГОСТ 5905-2004/ИСО 10387 : 1994)

Марка	Массовая доля элемента, %							
	хрома, не менее	кремния	алюминия	железа	углерода	серы	фосфора	меди
		не более						
Х99Н1	99,0	0,2	0,5	0,5	0,01	0,02	0,005	0,005
Х99Н2	99,0	0,2	0,2	0,5	0,03	0,02	0,01	0,008
Х99Н4	99,0	0,2	0,2	0,5	0,03	0,02	0,02	0,01

X99H5	99,0	0,2	0,5	0,5	0,03	0,02	0,02	0,01
X99	99,0	0,2	0,5	0,5	0,03	0,02	0,02	0,02
X98,5	98,5	0,4	0,7	0,6	0,03	0,02	0,02	0,02
X97,5	97,5	0,5	1,5	1,2	0,05	0,04	0,03	0,05

Марганец металлический (ГОСТ 6008-90)- легирующий сплав, применяемый для раскисления и легирования специальных сталей. Марки и химический состав марганца металлического и марганца азотированного приведены в табл. 24.

Таблица 24 .Марки и химический состав марганца металлического и марганца азотированного (ГОСТ 6008-90)

Марка	Способ произво д ства	Массовая для элемента, %					
		марган ца, не менее	углерод а	кремни я	фосфор а	серы	азота, не менее
Мн998	Электро лити ческий	99,8	0,04	-	0,003	0,03	-
Мн997		99,7	0,06	-	0,005	0,10	-
Мн965	Электро терми ческий	96,5	0,10	0,8	0,05	0,05	-
Мн95		95,0	0,20	1,8	0,07	0,05	-
Мн92Н 6	Азотиро вание электро литиче ского	92,0	0,10	—	0,005	0,10	6,0
Мн87Н 6	Азотиро вание электро термиче ского	87,0	0,20	1,8	0,07	0,05	6,0
Мн89Н 4		89,0	0,20	1,8	0,07	0,05	4,0
Мн91Н 2		91,0	0,20	1,8	0,07	0,05	2,0

15

1.5. МОДИФИКАТОРЫ

1.5.1.Получение высококачественного чугуна за счет изменения его структуры достигается обработкой расплава модификаторами. Модификаторами называют вещества, которые существенно изменяют структуру и свойства обрабатываемого металла. Модификаторы подразделяют на графитизирующие, стабилизирующие и сфероидизирующие. При вводе в ковш расход модификаторов составляет 1-3 кг на тонну чугуна, при вводе в струю при заливке форм расход модификаторов может быть уменьшен в 2 раза.

1.5.2. При получении отливок из серого чугуна чаще всего применяют графитизирующие модификаторы, которые измельчают и формируют равномерно распределенный графит, устраняют отбел, нейтрализуют вредное влияние азота, предотвращают возникновение дефектов газоусадочного характера. Химический состав графитизирующих модификаторов приведен в табл. 25. В обозначении модификаторов используются названия химических элементов и редкоземельных

металлов (РЗМ) : Fe-железо; Si- кремний; Ca-кальций; Al- алюминий; Cr-хром; Cu- медь Ce-церий; B-бор; Sr-стронций; Mn- марганец; Ti-титан; Mg-магний; C-углерод; Sn-олово; Ba-барий; La-лантан; РЗМ-редкоземельные металлы.

Таблица 25. Модификаторы для графитизирующей обработки чугуна

Модификатор	Массовая доля элемента, %							
	кремния	кальция	алюминия	бария	циркония	церия	марганца	прочее
Fe-Si	75,0	0,5-1,0	0,1-2,5	-	-	-	-	-
Fe-Si-Sr	75,0	1,0	0,1-2,5	-	-	-	-	0,6-1,0 Sr
Fe-Si-Mn	60,0-65,0	1,0-2,5	0,5-1,0	-	-	-	4,0-6,0	-
Fe-Si-Mn-Sr	60,0-65,0	-	-	-	5,0-7,0	-	5,0-7,0	-
Fe-Si-Mn-Sr-Ti	60,0-65,0	1,5-2,5	1,0-1,5	-	5,5	-	6,5	0,2Ti
Fe-Si-Zr	60,0-80,0	2,0-2,5	1,5	-	1,5	-	-	-
Fe-S-Mn-Ba	60,0-65,0	1,5-3,0	1,0-1,5	4,0-6,0	-	-	-	9,0-12,0 Sr
Силикомиш металл	45,0-55,0	1,0-3,0	3,0-5,0	-	-	10,0	-	30,0-33,0 РЗМ
Si-Ca	55,0-65,0	10,0-30,0	1,0-2,0	-	-	-	-	-
Si-Ca-Al	30,0-50,0	20,0-25,0	5,0-15,0	-	-	-	1,5	-
Si-Ca-Zr	30,0	25,0	-	-	12,015,0	-	-	-
Si-Ca-Ti-Ce	25,0-35,0	15,0-25,0	-	-	-	10,0	10,0-15,0	-
Si-Ca-Ti-Ce	36,0	18,0	2,5	-	-	8,0	-	4,5Ti 4,0La
Si-Ca-Zr-Ce	30,0	24,0-26,0	-	-	12,0-15,0	14,0-16,0	-	-
Si-Ce-B-Mg	38,0	28,0	2,0	-	-	-	-	2,6 B 5,0 Mg
Si-Ca-Ba-Al-Mg	62,0-66,0	10,0-14,0	7,0-12,0	1,0-3,0	-	-	-	1,0-3,0 C
Si-Ca-Ba	60,0-65,0	18,0-25,0	1,5	3,0-7,0	-	-	-	-
Si-Zr	47,0-52,0	-	-	-	35,0-40,0	-	-	-
Si-Ti	20,0-25,0	-	-	-	-	-	-	-
Si-Mn	47,0-54,0	-	-	-	-	-	20,0-25,0	-
Si-Ni	30,0	-	-	-	-	-	-	70 Ni

Cr-Si-Mn-T-Ca	15,0-21,0	1,0	-	-	-	-	14,0-16,0	28,0-32,0 Cr 1,0 Ti
Ca-Si-Ti	45,0-90,0	5,0-8,0	-	-	-	-	-	9,0-11,0Ti
Cu-Ca-Si-Sn-AL-C	28,0	14,0	0,5	-	-	-	-	52,0 Cu 5,0 Sn 8,0 C
МЦ-40	-	-	-	-	-	40,0	-	6,0 Fe 54,0 PЗМ
МЦ-65	-	-	-	-	-	65,0	-	6,0 Fe 54,0 PЗМ
Графит чистый Ги-8	-	-	-	-	-	-	-	99,3 C
Графитизирующий модификатор ГП	-	-	-	-	-	-	-	99,0 C
Эскалой	52,0	9,0	1,5	-	-	-	-	0,3Mg 0.5 C
МВС 21	48.0-52.0	6.0-9.0	3.0-6.5	2.0-5.0	-	-	-	0,7-1,5Mg 24-26 C
МВС 32	30,0-90,0	9,0-16,0	-	1,5-4,0	-	-	-	40-50 C

1.5.3. Для всех модификаторов недостающим до 100% элементом является железо.

1.5.4. Высокое содержание алюминия способствует образованию пористости. Если необходимо устранить отбел без особого влияния на механические свойства чугуна (например, на поршневых кольцах или других тонкостенных отливках) можно пользоваться наиболее простым и дешевым модификатором - черным графитом.

1.5.5. Введение в расплав редкоземельных металлов церий(Ce) и иттрий (Y) в количестве 0,03-0,1% способствует графитизации чугуна, а в количестве 0,15-0,25 % приводит к получению вермикулярного графита(ВГ) и резкому повышению прочности и пластичности чугуна. Иттрий(Y) поставляется в виде различных сплавов- YFe, YSiCa и др., а также в виде лигатуры, содержащей 30% PЗМ, 40-45% Si и 4,5% Y. Лигатуру 0,5-0,7% по массе используют для получения вермикулярного графита в низкосернистом чугуне.

1.5.6. При производстве ковкого чугуна применяют как стабилизирующие модификаторы, препятствующие образованию пластинчатого графита при повышенной концентрации углерода и кремния так и графитизирующие, которые способствуют сокращению времени отжига на ковкий чугун. Основными модификаторами ковкого чугуна являются висмут(Bi), сурьма(Sb), марганец(Mn), бор(B), алюминий (Al), теллур(Te), Mg-магний, Y- иттрий, S-сера, N2- азот, а также смеси и лигатуры из этих элементов. Модификаторы ковкого чугуна приведены в табл. 26.

Таблица 26. Модификаторы для ковкого чугуна

Количество	Способ ввода	Назначение
------------	--------------	------------

модификатора, % от массы чугуна		
0,006 Bi	В ковш перед разливкой	Предотвращение отсеривания
0,003 Bi и 0,003 Sb	В виде лигатуры в ковш перед разливкой	
0.003 Bi и 0.003 Mn		
0,005 Te	В ковш перед разливкой	
0,006 Bi и 0,0035 B	В виде смеси или лигатуры в ковш, на струю металла или отдельно :- алюминий в раздаточный ковш, а висмут и бор- в разливочный ковш	Предотвращение отсеривания и сокращение длительности отжига
0,003 Bi , 0,003 Sb и 0.0035 B		
0.003 Bi, 0.003Mn и 0,0035 B		
0,003 Bi и 0,02 Al		
0,003 Bi, 0.0035 B и 0.02Al		
0,0026 Te, 0.0035 B 0.02 Al	В виде сплава или смеси в ковш, на струю металла или раздельно: алюминий- в ковш, а теллур, медь,серу и бор – в литниковую систему формы	
0.0026 Te, 0,0026 Cu , 0.015 B, 0.02Al		
0.0026 Te, 0.1 S, 0.016 Al		
0,0055 Sb, 0.003 B	В виде смеси в ковш на струю металла	
0.0055 Sb, 0.003 B, 0.017 Al		
0,02 Al, 0.35 S	Серу- в шихту или в ковш, бор- в ковш	Сокращение продолжительнос ти отжига и получение шаровидного графита
0.35 S, 0.02 AL, 0.003 D		
0.3 Mg	В ковш при содержании серы в чугуне не более 0,02%	
0.3 Y		
0.05 N2, 0.0035 B, 0.02 Al	В виде смеси или раздельно: алюминий- в раздаточный ковш, азот и бор- в разливочный ковш. Азот вводят в виде цианида кальция(Ca CN2)	
0,13 CaCN2, 0.0035 D, 0.02 Al		

1.5.7. При модифицировании серого чугуна в целях получения чугуна с шаровидным или вермикулярным графитом используют сфероидизирующие модификаторы. Наиболее распространенным сфероидизатором является магний металлический(ГОСТ 804-93), а также лигатуры и смеси, содержащие щелочно-земельные и редкоземельные металлы.

1.5.8.В зависимости от химического состава Установлены следующие марки магния: Мг80, Мг90, Мг95 и Мг98, где Мг означает магний, цифры –содержание магния после запятой, в процентах. Например, Мг80 означает магний первичный с содержанием магния 99,80%.

Химический состав модификаторов-сфероидизаторов приведен в табл.
27

Таблица 27. Химический состав модификаторов-сфероидизаторов

Модификатор	Массовая доля, %						
	Кремния, не менее	магния	кальция	РЗМ	алюминия	фосфора	железа
		В пределах			Не более		
Силикокальций с магнием (ТУ 14-5-39-88)							
СК6Mг10	40,0	9,0-10,5	3,0-8,0	0,3-0,8	1,0	-	ост
СК10Ьг6	40,0	6,0-9,0	6,0-12,0	-	2,0	0,04	ост
СК10Mг9	40,0	9,0-12,0	6,0-12,0	-	2,0	0,04	ост
СК15Mг6	40,0	6,0-9,0	12,0-20,0	-	2,0	0,04	ост
СК15Mг9	40,0	9,0-12,0	12,0-20,0	-	2,0	0,04	ост
Модификаторы комплексные (ТУ 14-5-134-86)							
ФСМг9	50,0-60,0	8,5-10,5	0,2-1,0	0,3-1,0	1,2	-	ост
ФСМг7	45,0-55,0	6,5-8,5	0,2-1,0	0,3-1,0	1,2	-	ост
ФСМг5	45,0-55,0	4,5-6,5	0,2-1,0	0,3-1,0	1,2	-	ост
ФСМг4	45,0-65,0	3,5-4,5	0,2-1,0	1,0-2,0	1,2	-	ост
ФСМг3	55,0-70,0	2,5-3,5	2,0-4,0	1,0-2,0	2,5	-	ост
Лигатуры с редкоземельными металлами на железлкремниевой основе(ТУ 14-5-136-81)							
ФС30РЗМ30	30,0-50,0	-	-	30,0-40,0	2,0-8,0	-	Ост
ФС30РЗМ20	30,0-55,0	-	-	20,0-30,0	2,0-6,0	-	ост
ФС30РЗМ15	30,0-60,0	-	-	15,0-20,0	2,0-10,0	-	ост
ФС30РЗМ10	30,0-60,0	1,5	0,5	10,0-15,0	2,0-6,0	-	Ост

1.6. ФЛЮСЫ

Флюсы- это минеральные вещества или их смеси, которые добавляют в шихту для удаления из металла остатков топлива, оксидов, вредных примесей в виде шлака, а также для понижения температуры плавления шлака, изменения его вязкости и жидкотекучести. Флюсы предохраняют расплавленный металл от окисления, рафинируют его, способствуют образованию шлака в процессе плавки

При плавке чугуна в качестве флюсов используют известняк, известь, концентраты плавишкошпатовые, основной мартеновский шлак, шамотный бой, бокситы, апатитнефелиновую руду($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$).

Известняк марок С-1 и С-2 поставляется в кусках размером от 20 до 120 мм по

ТУ 14-31261769-002:2011' :

массовая доля Са+Mg, не менее 54,55%

массовая доля MgO, не более 1,15 %

массовая доля фосфора Р , не более 0,01 %

массовая доля нерастворимого остатка SiO₂, не более 1,17 %.

Известь для флюсования поставляется в кусках размером 10-40 мм и

40-80 мм по ТУ 14.1-22117613-001-2002 :

массовая доля Са+ Mg, не менее 90,0 %

массовая доля непогашенных зерен, не более 7,0 %

19

массовая доля гидратной воды, не более 2,0 %.

Плавиковый шпат используют для наведения жидкоподвижного высокоизвесткового шлака при выплавке чугуна и стали в электропечах. Концентраты плавикошпатовые поставляются в соответствии с ГОСТ 29220-91 двух видов:

плавикошпатовый кусковой(ФК)- ФК -95А, ФК-95Б, ФК-92, ФК-85, ФК-75, ФК 65

плавиковошпатовы гравитационный(ФГ)- ФГ-92, ФГ-85, ФГ-75, ФГМ-75, ФГ-65, ФГ-55.

В обозначении видов и марок применяются цифры, указывающие на содержание основного компонента- фтористого кальция(CaF) b , и буквы : Ф-кусовой,

Г-гравитационный, М-мелкий. Буквы после цифр А и Б означают пониженное и повышенное содержание диоксида кремния соответственно. Химический состав и область применения концентратов плавикошпатовых приведены в табл. 28.

Таблица 28. Химический состав концентратов плавикошпатовых (ГОСТ 29220-91)

Марка	Массовая доля фтористого кальция, %, не менее	Массовая доля примесей, %, не более			Область применения
		диоксида кремния	серы	Фосфора	
ФК-95А	95,0	2,0	0,15	0,1	Флюсы при выплавке высоколегированных сталей и сплавов специального назначения
ФК-95Б	95, 0	2,5	0,15	0,1	
ФК- 92	92,0	5,0	0,20	0,2	Флюсы при выплавке сталей в электродуговых печах и конвертерах
ФГ- 92	92,0	5,0	0,20	0,2	
ФК- 85	85,0	10,0	0,30	0,3	Флюсы при выплавке средне и
ФГ-85	85,0	10,0	0,30	0,3	

					низколегированной стали
ФК-75	75,0	20,0	0,30	0,3	Флюсы при выплавке сталей
ФГ-75	75,0	20,0	0,30	0,3	
ФГМ-75	75,0	20,0	0,30	0,3	
ФК-65	65,0	30,0	0,30	0,3	Флюсы при выплавке сталей и чугуна
ФГ-65	65,0	-	0,30	0,3	
ФК-55	55,0	-	0,30	0,3	

Бокситы применяются для расплавления высокоизвесткового шлака. Благоприятное влияние боксита на свойства шлака связано с наличием в нем глинозема. Отрицательной особенностью боксита является наличие в нем кремнезема, который способствует увеличению количества шлака и снижению стойкости футеровки плавильного агрегата. Поэтому необходимо использовать бокситы с содержанием кремнезема не более 10,0-12,0 %. Содержание Al_2O_3 в бокситах при выплавке сталей в электропечах должно быть не менее 50,0 %.. Перед загрузкой в печь бокситы необходимо просушить или прокалить, так как они содержат до 20,0-30,0% влаги.

Основной мартеновский шлак добавляют в шихту при плавке чугуна для сплавления в шлак золы топлива, элементов металлической шихты, формовочных и стержневых смесей, футеровки печей. Минералогический состав мартеновских шлаков достаточно сложен. Иногда его добавляют для извлечения железа и марганца, содержащегося в нем, а также в качестве частичной замены извести, которая содержится в шлаке в избытке. Основной мартеновский шлак должен содержать не менее 40,0 % $CaO+MgO$. 20

Шамотный бой, содержащий 30,0-40,0 % Al_2O_3 , SiO_2 и не более 1,0% Fe_2O_3 может быть использован для понижения вязкости шлака при выплавке сталей в дуговых электропечах. Преимуществом шамотного боя по сравнению с бокситами является отсутствие в нем влаги и оксидов железа, что позволяет применять его в восстановительном периоде плавки. Главным недостатком этого материала является высокое содержание кремнезема.

1.7. КАРБЮРИЗАТОРЫ

Карбюризатор- углеродистое вещество, способное отдавать углерод другому веществу. Карбюризаторы применяются для поверхностного науглероживания (цементации) малоуглеродистой стали. В результате цементации повышается твердость и износостойкость материалы. При этом сердцевина остается вязкой даже после закалки. Оптимальный размер частиц карбюризатора-3-5 мм. Время науглероживания- 20-30 минут. Некоторые виды карбюризаторов приведены в табл. 29.

Таблица 29. Карбюризаторы для науглероживания чугуна и стали.

Карбюризатор	Усвоение Углерода, %	Влажность, %	Массовая доля примесей, %	
			летучие	зола
Электродный бой ГОСТ 4426-80	90,0-95,0	До 0,5	До 3,0	1,0-1,5
Графит скрытокристаллический ГОСТ 5420-74	75,0	До 1,0	2,0-4,0	13,0-22,0
Графит тигельный ГОСТ 4596-75	85,0-90,	До 1,0	1,5	7,0-10,0
*Карбюризатор древесноугольный ГОСТ 2407-83	80,0	4,0	До 7,0	1,0-2,0
Кокс литейный каменноугольный ГОСТ 3340-88	95,0-98,0	5,0	1,2	11,0-12,0
Кокс доменный ТУ 23.1-00190443- 011:2011	95,0-98,0	22,0	-	13,0-16,0
Термоантрацит электродный ГОСТ 4794-97	95,0-98,0	1,5	-	4,3-5,0
Орешек коксовый ТУ 19.1-00190443- 120:2012	90,0-95,0	20,0	-	11,0-16,0

ГЛАВА 2. ФОРМОВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

2.1. ОГНЕУПОРНЫЕ НАПОЛНИТЕЛИ

Огнеупорные наполнители должны обеспечивать :

- пластичность литейной формы ; пластичность формовочной смеси позволяет наиболее точно и полно воспроизводить форму будущей отливки;
- гладкую поверхность отливки;
- прочность литейной формы- во время транспортировки и заливки форма не должна разрушаться;
- огнеупорность литейной формы; материал формы должен выдерживать температуры расплавленного металла, не размягчаться и не размываться при заливке;
- формовочная смесь должна легко отделяться от отливки после застывания, не образуя пригара;
- создавать газопроницаемую оболочку для выхода газов, образующихся при заливке металла;

В качестве огнеупорных наполнителей литейных форм применяют формовочные пески, шамот, порошки магнезитовые и хромитовые, асбест, циркон, хромомagneзит и др.

Технологические свойства формовочных и стержневых смесей во многом зависят от свойств формовочных песков, применяемых при их изготовлении.

2.1.1. Формовочные пески – это осадочные горные породы, образовавшиеся в результате последовательного отложения минеральных веществ на протяжении длительного периода времени. Огнеупорность формовочных песков должна быть не менее 1700 С.

В зависимости от содержания глинистой составляющей формовочные пески (ГОСТ 2138-91) подразделяются на классы: кварцевые (К), тощие (Т) и жирные (Ж). Кварцевые и тощие формовочные пески подразделяются на группы в зависимости от массовой доли глинистой составляющей, диоксида кремния, коэффициента однородности и среднего размера зерна, жирные- от предела прочности при сжатии во влажном состоянии и среднего размера зерна.

Кварцевые пески содержат до 2,0 % глинистой составляющей

Зерновой состав песка определяют методом рассеивания его проб на лабораторном приборе через 11 последовательно установленных сит с размерами стороны ячейки от 2,5 до 0,050 мм. После просева остатки песка на каждом сите и поддоне прибора взвешивают. Группу песка определяют по наибольшему его остатку на сите прибора, по величине остатка на каждом из двух крайних сит – категории А и Б. К категории А относят пески с большим остатком на крайнем верхнем сите, к категории Б- с большим остатком на крайнем нижнем сите. Например, марка 2К02А означает: песок кварцевый класса 2К, группы 02, категории А (остаток на сите 0315 больше чем на 016).

Группы кварцевых песков приведены в таблицах 30,31.

Таблица 30

Группа	Массовая доля глинистой составляющей, %, не более	Группа	Массовая доля диоксида кремния, %, не менее
1	0,2	К1	99,0
2	0,5	К2	98,0
3	1,0	К3	97,0
4	1,5	К4	95,0
5	2,0	К5	93,0

Таблица 31

Группа	Коэффициент однородности, %	Группа	Средний размер зерна, мм
О1	Св.80,0	01	До 0,14
О2	70,0-80,0	016	0,14-0,18
О3	60,0-70,0	02	0,19-0,23
О4	50,0-60,0	025	0,24-0,28
О5	До 50,0	03	Св.0,28

Тощие пески содержат от 2,0% до 12,0% глинистой составляющей.

Группы тощих песков приведены в табл. 32. Зерновой состав тощих песков соответствует табл.31.

Таблица 32

Группа	Массовая доля глинистой составляющей, %, не более	Группа	Массовая доля диоксида кремния, %, не менее
1	4,0	T1	96,0
2	8,0	T2	93,0
3	12,0	T3	90,0

Жирные пески содержат от 12,0% до 50,0% глинистой составляющей. Группы жирных песков приведены в табл 33.

Таблица 33

Группа	Предел прочности при сжатии во влажном состоянии, Мпа	Группа	Средний размер зерна, мм
Ж1	Св. 0,08	0,1	До 0,14
Ж2	0,05-0,08	0,16	0,14-0,18
Ж3	Св.0,05	0,2	0,19-0,23
		0,25	0,24-0,28
		0,3	Св.0,28

Обозначение марок кварцевых и тощих песков состоит из обозначения групп по массовой доле глинистой составляющей, массовой доли диоксида кремния, коэффициенту однородности и среднему размеру зерна.

Пример. 2K1O302 – кварцевый формовочный песок с массовой долей глинистой составляющей от 0,2% до 0,5%, массовой долей диоксида кремния не менее 99,0% , коэффициентом однородности от 60,0% до 70,0% и средним размером зерна от 0,19 мм до 0,23 мм.

Обозначение марок жирных песков состоит из обозначения групп по пределу прочности при сжатии во влажном состоянии и среднему размеру зерна.

Пример. Ж2016 – жирный формовочный песок с пределом прочности при сжатии во влажном состоянии от 0,05 до 0,08 Мпа и средним размером зерна от 0,14 мм до 0,18 мм.

В зависимости от содержания влаги пески формовочные подразделяются на сухие- с массовой долей влаги не более 0,5%, влажные- с массовой долей влаги до 4,0% и сырые- с массовой долей влаги до 6,0 %.

По концентрации водородных ионов водной вытяжки (рН) формовочные пески подразделяются на кислые(рН до 6,2), нейтральные (рН от 6,2 до 7,0) и щелочные (рН св. 7).

Содержание вредных примесей в формовочных песках (Na₂O, K₂O, CaO, MgO, Fe₂O₃) допускается не более 2,0 % по массе.

Газопроницаемость формовочных песков должна находиться в пределах, не менее
30,0 м²/Па с – 550,0 м²/ Па с.

Потери массы песка при прокаливании не должны превышать 0,2-3,0 %.

Массовая доля сульфидной серы в кварцевых формовочных песках не должна превышать 0,05%.

При изготовлении крупных стальных отливок или отливок из легированных сталей используют формовочные смеси, состоящие из высокоогнеупорных материалов(шамота, магнезита, хромистого железняка, асбеста и др.)

2.1.2.Шамот - материал, получаемый в результате обжига глины при температуре 1100 С. Для изготовления разовых и полупостоянных форм для стального и чугунного крупногабаритного литья используется заполнитель шамотный(ГОСТ 23037-99) марок 3ША (огнеупорность 1690 С), 3ШБ (огнеупорность 1630 С) и 3ШВ (огнеупорность 1580 С) с размером зерна от 0,06 до 2 мм. Содержание основного компонента Al₂O₃ – не менее 32.0 %.

2.1.3.Порошки магнезитовые (ГОСТ 1216-87) получают путем размельчения горной породы магнезита с большим содержанием окиси магния (MgO). После обжига приобретает высокую огнеупорность 2000-2100 С. Применяется в качестве формовочного материала для литья из специальных легированных сталей. Марки и химический состав порошков магнезитовых приведен в табл.34.

Таблица 34 Порошки магнезитовые (ГОСТ 1216-87)

Марка	Массовая доля,					
		CaO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃ +Al ₂ O ₃	сульфаты	влага
	MgO не менее	не более				
ПМК -90	90,0	2,2	2,0	2,2	1,0	1,0
ПМК -87	87,0	1,8	1,8	2,2	-	1,0
ПМК- 83	83,0	2,5	2,5	-	-	1,3
ПМК-75	75,0	4,5	3,5	-	-	1,5
ПМКМк-80	80,0	2,5	2,0	2,8	-	-
ПМКМк-75	75,0	3,5	2,5	3,5	-	-

Порошок хромитовый (ТУ У 26.2-00190503-358:2011) получают путем обжига и размельчения руды хромитового железняка при температуре 900 С. Содержание основного компонента Cr₂O₃ – не менее 45,0%. Огнеупорность 1600-1800 С. Применяется для приготовления облицовочных смесей при изготовлении крупногабаритных и массивных стальных отливок.

Асбест ГОСТ 12871-93)-химически стойкий и высокоогнеупорный материал

(температура плавления 1500 С) применяют в виде асбестовой крошки как добавку в формовочные и облицовочные смеси; повышает их огнеупорность. Массовая доля влаги в асбесте не должна превышать 3,0%.

Циркон- силикат циркония, содержащий 66,9% двуокиси циркония, 32,6 % двуокиси кремния, а также небольшие количества титана и окислов железа. Температура плавления циркона- 2410 С- 2450 С. Высококачественный(обогащенный) циркон используют для

24

изготовления литейных форм и стержней, которые должны противостоять особо высоким температурам заливки при получении стальных отливок.

Хромомагнезит (ГОСТ 5381- 93)- материал, состоящий из хромистого железняка и обожженного магнезита. Содержание Cr_2O_3 - 15.0-25.0%, MgO - не менее 55.0 %. Огнеупорность 2000-2100 С. Для приготовления формовочных смесей используют дробленый хромомагнезит с размером зерна 1,5-2,0 мм.

Для изготовления теплоизоляционных надставок для прибыли применяют теплоизоляционные материалы :

- асбест хризолитовый ГОСТ 12871-93: температура плавления 1450-1500 С;
- вспученный вермикулит ГОСТ 12865-67 : температура плавления 1200 С;
- перлитовый вспученный песок ГОСТ 10832-2009 марок М75, М100, М150, М200, М250 : температура плавления 1200-1300 С;
- древесные опилки ;
- древесная мука ГОСТ 16361-87.

2.2.СВЯЗУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ

Связующие материалы, входящие в состав формовочных и стержневых смесей предназначены для склеивания зерен песка и придания смесям необходимой прочности в сыром, а затем в сухом или химически отвержденном состоянии. Связующие материалы для литейного производства подразделяются по химической природе на неорганические и органические, по способности растворяться в воде- на водные и неводные, по характеру затвердевания- на затвердевающие необратимо и обратимо.

В качестве связующего для приготовления формовочных и стержневых смесей используют органические (класс А и Б) и неорганические (класс В) материалы, а также широко применяют связующие на основе фенолформальдегидных, мочевиноформальдегидных, карбамидоформальдегидных и фурановых смол.

Органические связующие материалы бывают неводные (класс А) и водные (класс Б). Все неорганические связующие класса В относят к водным материалам. В зависимости от удельной прочности все связующие материалы делят на три группы - I, II и III.(табл. 35).
Таблица 35 Классификация связующих материалов

Группа материалов	Удельная прочность, кг/ см ²	Класс материалов		
		органических		неорганических
		Неводных - А	Водных - Б	Водных - В

I	Более 6	льняное масло, олифа оксоль, связующие П, ПТ, ПТА, КО, пульвербакелит, синтетические смолы и др.	МФ-17, МСБ, СМ-1 и др.	жидкое стекло
II	3 - 6	ГТ Ф, СЛК, БК, ДП и др.	СП, СБ, КТ, КВ, декстрин	В-2
III	Менее 3	древесный пек	- сульфитная барда, патока	цемент, формовочные глины

Органические связующие композиции различают по типу отверждения на следующие группы:

- холодного отверждения в оснастке под действием жидких отвердителей;
- холодного отверждения в оснастке под действием газовых реагентов;
- горячего отверждения в оснастке;
- теплового отверждения вне оснастки (конвективная сушка).

2.2.1.ГЛИНЫ ФОРМОВОЧНЫЕ

Основным минеральным связующим в составах формовочных и строжневых смесей является глина формовочная огнеупорная (ГОСТ 3226-93). В литейном производстве применяют комовые огнеупорные глины: природные огнеупорные глины каолинистового и каолинитогидрослюдистого состава ; порошковые огнеупорные формовочные глины : продукт переработки природных огнеупорных глин методом сушки и тонкого измельчения; глинистая составляющая : частицы глинистых материалов и обломки зерен кварца и других минералом размером менее 0,02 мм. Огнеупорность глины формовочной должна быть не менее 1200 С. Содержание Al_2O_3 в формовочных глинах должно быть не менее 23,0%, Fe_2O_3 - 4.5 %, не более; потери массы при прокаливании 10,0-18,0 %, коллоидальность- не менее 8,0 %. Основным критерием оценки формовочных глин является предел прочности при сжатии (Па,кгс/см²). Марки и физико-механические характеристики формовочных глин приведены в табл. 36.

Таблица 36. Марки и физико-механические характеристики формовочных глин

ГОСТ 3226-93

Марка	Предел прочности при сжатии, ПА(кгс/см ²), не менее	
	во влажном состоянии	в сухом состоянии
П1	4,903.104(0,5)	34,323 (3,5)
П2	4,903.104(0,5)	24,516 (2,5)
П3	4,903.104(0,5)	14,710 (1,5)

C1	3,432.104(0,35)	34,323 (3,5)
C2	3,432.104(0,35)	24,516 (2,5)
C3	3,432.104(0,35)	14,710 (1,5)
M1	1,961.104(0,2)	34,323 (3,5)
M2	1,961.104(0,2)	24,516 (2,5)
M3	1,961.104(0,2)	14,710 (1,5)
Примечание – Обозначение марок П-прочная, С-среднепрочная, М-малопрочная; 1- высокосвязующая, 2- среднесвязующая, 3- малосвязующая.		

Бентонитовые глины (ГОСТ 28177-89) применяются в литейном производстве в качестве минеральных связующих в составах формовочных и стержневых смесей противопожарных покрытий. К бентонитовым относятся высокодисперсные глины, содержащие не менее 60,0-70,0% минералов группы монтмориллонита. Они обладают высокой связующей способностью, адсорбционной и каталитической активностью. 26 Огнеупорность бентонитовых глин 1270-1400 С. Основной характеристикой бентонитовых глин является предел прочности при сжатии. В зависимости от показателя бентонитовые глины подразделяются на П-прочные(0,9 кгс/см²), С-среднепрочные (0,7 кгс/см²), М- малопрочные (0,5 кгс/см²). Цифры в обозначении марок указывают на связующую способность бентонитовых глин: 1- высокосвязующая, 2- связующая, 3- среднесвязующая, 4- малосвязующая. В зависимости от термостойкости бентонитовые глины подразделяются на : Т₁- высокоустойчивая, Т₂- среднеустойчивая, Т₃-низкоустойчивая

2.2.2. МАСЛЯНЫЕ СВЯЗУЮЩИЕ

Первыми органическими связующими, применяемыми для приготовления формовочных и стержневых смесей были масла, получаемые из семян льна, конопли, хлопка и др. Упрочнение смесей с растительными маслами происходит при тепловой сушке. Способность масла к высыханию определяется его йодным числом — количеством йода (в г), которое поглощается 100 граммами масла. Если йодное число больше 150, такое масло является быстро высыхающим(льняное, конопляное), если йодное число равно 150 — 100 — полувысыхающим (подсолнечное, хлопковое, кукурузное), если йодное число меньше 100 — слабовысыхающим (оливковое, касторовое). В литейном производстве чаще всего используют льняное (ГОСТ 5791-81) и конопляное масло(ГОСТ 8989-73). Заменителями растительных масел являются натуральная олифа, олифа оксоль, связующие 4ГУ, УСК и др.) .Характеристика масляных связующих приведена в табл 37.

Таблица 37 Характеристика масляных связующих

Масло	Характеристика	Содержание в смеси, %	Плотность ρ , кг/ м ³	Йодное число	Прочность образца при растяжении, кг/см ²
Растительные масла					

Льняное	ГОСТ 5791- 81	1,5	932	175	9
Конопляное	ГОСТ 8989-73	1,5	930	145	9
Олифа нату- ральная	ГОСТ 7931-76 Льняное или конопляное масло, обработанное при температуре 250 град С без доступа воздуха в присутствии сиккативов (	1,5	930 - 938	150 - 155	8
Олифа оксоль	ГОСТ 190 — 78 Продукт окисления рас- тительных масел(55%) с последующим введе- нием сиккативов и раст- ворением в Уайт- спери- те (45%).	2,0	930		5
4ГУ (п, в)	Раствор сплава (50%) растительных масел с канифолью (ГОСТ 19113- 84) -(3%) или нефтеполимерной смолой в уайт-спирите (47%)	1,5 -2,0	920		4,5 — 6,5
ОХМ	Обработанное хлопковое масло плотностью 960- 970 кг/см3	3,0	960 - 970		2,2
Нефтяные масла (продукты переработки нефти)					
П	Раствор окисленного петролатума в Уайт- спирите в соотношении 1 : 1..Однородная жид- кость темно- коричневого цвета	2,0	820 -880		8,0
ПТ	Раствор в уайт спирите окисленного петролату- ма и таллового масла(до 30 %)	2,0	860 - 900		1,0
ПТА	Раствор в уайт спирите окисленного петролату- ма, обработанного аммиаком , и таллового масла	2,0	820 -850		1,2
КО	Раствор кубовых остатков (от производства синтети- ческих жирных кислот в Уайт-спирите. Однородная темно-коричневая				0,8

	жидкость				
УСК	Раствор кубовых остатков от переработки нефти (30 -35 %) в органическом растворителе (40 -50 %) с добавлением адгезионной присадки (0,1-15 %)	2,0	850 -920		0,8

Примечания : 1. Сиккативы- - соли жирных смоляных и нафтенowych кислот ; вещества, хорошо растворимые в растительных маслах и служащие катализаторами для быстрого их высыхания

2.Уайт -спирит - нефрас С4-155/200 (ГОСТ 3134 -78) - растворитель, прозрачная жидкость с плотностью 795 кг/м³ и характерным запахом.

3.Канифоль (ГОСТ 19113-84) - стекловидное вещество от темно-красного до желтого цвета. Канифоль получают из смол хвойных деревьев.

4.Петролатум (ГОСТ 4096 — 62) — вязкая светло-коричневая масса с температурой каплепадения 55-65 оС.; представляет собой сложную комбинацию углеводородов, полученную при депарафинизации нефтяных масел.

5.Талловое масло - жидкость темного цвета с характерным запахом; представляет собой смесь жирных кислот; побочный продукт производства целлюлозы сульфитным способом.

Температура сушки масляных связующих 200 — 220 оС. Время сушки — 1 час.

Масляные связующие используют при изготовлении стержней 1-го и 2-го класса сложности в индивидуальном и мелкосерийном производстве.

28

2.2.3. ПОЛИСАХАРИДЫ

Полисахариды — высокомолекулярные сложные углеводы , побочные продукты производства сахаросодержащих веществ. К связующим этого класса (класс Б-2, Б-3) относятся мелясса(патока), пектиновый клей, декстрин, крахмалит, гидрол и др. Характеристика связующих на базе полисахаридов приведена в табл. 38.

Таблица 38 . Характеристика связующих на базе полисахаридов

Связующее	Содержание в смеси, %	Температура сушки, оС	Прочность образца при растяжении, кг/см ²
Мелясса (с обязательным добавлением 6% глины)	2,0	160 - 180	3,0
Пектиновый клей	2,5	160 -180	Не менее 10,0

Декстрин	0,5 — 1,5	160 -180	Не менее 5,0
Гидрол	2,0 2,5	Формовка по сырому	1,2 -2,8

Примечания : 1. Мелясса (пат ока) - сиропоподобная жидкость темно бурого цвета со специфическим запахом. Отходы свеклосахарного производства.

2 .Пектиновый клей — вязкая жидкость темно-бурого цвета . Представляет собой отходы от переработки плодов и овощей в присутствии разбавленных кислот с последующей фильтрацией и упариванием. Полноценный заменитель декстрина.

3.Декстрин ГОСТ 6034 -2014 получают путем термохимической обработки крахмала-картофельного и кукурузного. Выпускается в виде однородного порошка белого, палевого или желтого цвета.

4.Гидрол — жидкость коричневого цвета плотностью 1300 кг/мз. Побочный продукт переработки кукурузы на кристаллическую глюкозу. Применяют в качестве связующего для стержней любой категории сложности и как разупрочняющую добавку в жидко-стекольных формовочных смесях.

Температура сушки связующих на основе полисахаридов 160 — 180 оС. Время сушки - 1 час.

Связующие на основе полисахаридов (декстрин, пектин и др) применяют при изготовлении стержней 3- 4 классов сложности, а также для приготовления клеев и противопопригарных красок.

Меляссу (патоку) применяют для изготовления стержней 4-5 классов сложности, а также добавляют в формовочные смеси для изготовления сложных тонкостенных отливок из чугуна.

2.2.4. ЛИГНОСУЛЬФОНАТЫ

Лигносульфонаты (ЛСТ по ГОСТ 13183 -83) относятся к органическим водным связующим класса Б-2 и Б-3 .

Лигносульфонаты представляют собой сульфитно-спиртовую бражку и являются побочным продуктом при производстве целлюлозы из древесины сульфитным способом. ЛСТ выпускаются двух видов - марки А (жидкие ; содержание сухих веществ не менее 47 %, плотность 1230 кг/м3, вязкость от 50 до 320 с) и

марки Т (твердые; содержание сухих веществ более 76 %). В литейном производстве в

марки Т (твердые; содержание сухих веществ более 76 %). В литейном производстве в

качестве связующего чаще всего применяют лигносульфонаты марки А , которые представляют собой вязкую жидкость коричневого цвета.

Лигносульфонаты применяют в формовочных смесях в сочетании с глиной и другими связующими. Формовочные смеси только с ЛСТ не используют из- за низкой прочности(1- 3 кг/смз).

Температура сушки связующих на основе лигносульфонатов 160 - 180 °С. Время сушки - 1 час.

Прочность при растяжении формовочной смеси, содержащей 5,0% ЛСТ и 3,0 % глины после сушки при температуре 160-180 °С составляет не менее 6,0 кг/см2.

Для приготовления комбинированных связующих ЛСТ с битумом или петролатумом, ЛСТ нагревают до 80-85 °С, а второе вещество

расплавляют. Затем раствор и расплав сливают вместе при перемешивании. При этом образуются устойчивые эмульсии. Наиболее распространены следующие эмульсионные связующие :

СП - 95% ЛСТ и 5 % окисленного петролатума ;

СБ - 80-85 % ЛСТ и 15-20% связующего ГТФ.

Связующее ГТФ - однородная жидкость от темно- коричневого до черного цвета, представляет собой тяжелую фракцию генераторной сланцевой смолы. Температура сушки - 220 -240 о С.

Прочность при растяжении формовочной смеси, содержащей 5,0% эмульсионного связующего составляет не менее 5,0 - 6,0 кг/см².

Для улучшения связующих свойств лигносульфонатов в смеси следует добавлять пластификаторы (мочевина, глицерин).

Связующие на основе лигносульфонатов используют для приготовления вязкопластичных и жидкоподвижных формовочных и стержневых смесей для чугунного и стального литья.

2.2.5.СИНТЕТИЧЕСКИЕ СМОЛЫ

Синтетические смолы относятся к органическим неводным (А-1) и водным (Б-1) связующим. Синтетические смолы являются дорогостоящими, поэтому их применяют, в основном, для производства стержней в горячей и холодной оснастке и для изготовления оболочковых форм. В литейном производстве используют поликонденсационные смолы, которые получают способом поликонденсации не менее чем двух веществ.

Отверждение связующих осуществляется холодным или тепловым способом. При холодном отверждении (ХТС) в смесь вводится связующее и катализатор, при взаимодействии которых происходит затвердевание смолы. Катализатором является ортофосфорная кислота ГОСТ 10678-76 с концентрацией 74 - 77 %, плотностью 1,56-1,59 г/см³. Отверждение смолы может происходить также при ее нагревании в специально нагреваемой оснастке (ГТС) или в камере конвекционной сушки.

Классификация связующих на основе синтетических смол приведена в табл 39.

Таблица 39. Классификация связующих на основе синтетических смол

Класс	Марка	Характер твердения	Предел прочности при растяжении, кг/см ²	Область применения
Фурило-фенол-формальдегидные	ФФ-1С, ФФ-1Ф, ФФ-1ФМ, ФЛ-2	Холодное	8 - 12	Крупные стальные отливки
Феноло-формальдегидные	ОФ -1, СФ-3042, СФ-480, СФЖ -30-13, СФЖ -301	Холодное Горячее	8 - 10	Крупные стальные и чугунные отливки
Мочевиноформальдегидные (карбамидные)	КФ-Ж, КФ-МТ, М19-62,	Холодное	Менее 8	Мелкие и средние отливки из чугуна и цветных сплавов

ГОСТ 14231-88				
Фенолоформальдегидно-фурановые	ФФ-1с, фуритолы	Холодное Горячее	Менее 25	Мелкие и средние отливки из стали и чугуна
Мочевиноформальдегидно-фурановые	БС-70, БС-40, БС-80, КФ-40, КФ-90, КФ-60, фуритолы 80,86,174	Холодное Горячее	Менее 30	Средние отливки из стали и чугуна

Температура отверждения стержней со смолами - 220 - 280 оС.

Для изготовления оболочковых форм используют специальное связующее ПК-4 (смесь тонкоизмельченной новолачно-формальдегидной смолы марки 104 и 8% уротропина (ГОСТ 1381-73). Температура отверждения оболочковых форм 250 - 350 оС.

Для изготовления стержней в нагреваемой оснастке в качестве связующего применяют поливиниловый спирт (ПВС), ГОСТ 10778-83). ПВС представляет собой продукт щелочного омыления поливинилацетата. По внешнему виду ПВС — это порошок или крупинки белого или желтого цвета. Растворимость в воде от 80 до 99,5 %.

Марки ПВС обозначаются дробью- в числителе указано значение динамической вязкости 4%-го раствора, а в знаменателе- среднее значение ацетатных групп. Обозначается : ПВС 16/1.

Поливиниловый спирт вводят в смесь в виде 10 %-го (0,4 -0,5 % в пересчете на сухое вещество) водного раствора. При небольшом расходе ПВС позволяет получить высокую прочность стержней до 10 кг/см². Недостатком ПВС, как и карбамидных смол является низкая термостойкость.

2.2.6. МЕТАЛЛОФОСФАТНЫЕ СВЯЗУЮЩИЕ

Металлофосфатные связующие представляют собой кристаллогидраты фосфорной кислоты и окислов металлов, которые обладают связующими свойствами. Отвердителями металлофосфатных связующих служат мелкодисперсные порошки основного металла (железа, магния, хрома), в том числе отходы электросталеплавильного и металлургического производства в виде пыли. Связующие на основе магния применяются в холоднотвердеющих смесях (ХТС), на основе хрома - в смесях, используемых в нагреваемой оснастке (ГТС). Чаще всего в литейном производстве применяют алюмохромофосфатное (АХФС), магнифосфатное (МФС) и магниалюмофосфатное (МАНФС) связующие.

Алюмохромофосфат (АХФС) - вязкая темно- зеленая жидкость плотностью 1570 кг/м³. Полимер на основе фосфатов алюминия и хрома. АХФС обладает высокой термостойкостью — до 1800 оС. Область применения - футеровка термических печей, противопожарные краски, стержневые смеси, суспензия для литья по выплавляемым моделям.

Магнифосфатное связующее (МФС) — термостойкое связующее, применяемое как для формовочных и облицовочных смесей так и для футеровки термопечей.

Магниалюминийфосфатное связующее (МАНФС) имеет состав : фосфорный ангидрид — 38-42 %, оксид магния - 4,5- 5,5 %, оксид алюминия — 4,0 -5,0 %.

Формовочные смеси при содержании 3,5 % металлофосфатных связующих и влажности 1,5 % имеют предел прочности при растяжении до 9,0 кг/ см².

Формовочные смеси с металлофосфатными связующими имеют преимущества : высокую прочность и термостойкость, хорошую выбиваемость, нетоксичность и возможность

повторного использования.

2.2.7. СИЛИКАТЫ

Из силикатов в качестве связующих формовочных смесей применяют жидкое стекло и цементы.

Жидкое стекло- недорогое, нетоксичное связующее, применяют для изготовления форм и стержней в единичном и мелкосерийном производстве. Преимуществом жидкостекольных смесей является возможность упрочнения их в контакте с оснасткой при температуре 18 -22 оС.

Жидкое стекло представляет собой водный раствор щелочных силикатов натрия ($\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$) и калия ($\text{K}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$). В литейном производстве в основном применяют натриевое жидкое стекло марок А, Б и специальное для литейного производства (ГОСТ 13078-81). Жидкое стекло для литейного производства должно удовлетворять требованиям, приведенным в табл. 40.

Таблица 40. Физико-химические показатели жидкого стекла для литейного производства ГОСТ 13078-81

Наименование показателя	Норма
Внешний вид	Густая жидкость желтого или серого цвета без механических примесей и включений
Массовая доля диоксида кремния, %	29,5 - 36,0
Массовая доля оксида железа и оксида алюминия, % не более	0,25
Массовая доля оксида кальция, % не более	0,20
Массовая доля оксида серного ангидрида, % не более	0,15
Массовая доля оксида натрия, %	10,9 - 13,8
Силикатный модуль	2,6 — 3,0
Плотность, г/см ³	1,36 - 1,52

Для повышения живучести смеси в жидкое стекло добавляют NaOH для снижения его модуля. Рекомендуемые модули и плотность жидкого стекла в зависимости от способа отверждения приведены в табл. 41.

32

Таблица 41. Модули и плотность жидкого стекла в зависимости от способа отверждения смеси

Способ	Тип отвердителя		Плотность,
--------	-----------------	--	------------

отверждения		Модуль	ρ , кг/м ³
СО ₂ - процесс	Углекислый газ	2,0 -2,3	1480 - 1520
ЖСС	Двухкальциевые силикаты (феррохромовый шлак, нефелиновый шлак)	2,7 -3,0	Более 1360
ПСС	Двухкальциевые силикаты (феррохромовый шлак, нефелиновый шлак)	2,7 -3,0	Более 1420
ХТС	Жидкие отвердители — сложные эфиры, порошкообразный металлофосфат(антиперен из нефелина)	2,3 -2,6	Более 1470

Удельный расход углекислого газа СО₂ составляет 0,5 - 1,5 дм³ на один грамм жидкого стекла.

Недостатком жидкого стекла как связующего является плохая выбиваемость смесей из отливок.

2.2.8.ЦЕМЕНТЫ

Цементы были первыми связующими для получения холоднотвердеющих смесей(ХТС). Цемент получают путем обжига при температуре 1300-1450 оС до спекания природных пород известняка, глины и других минералов. Размолотый продукт обжига(клинкер) с добавлением гипса называют портландцементом (ГОСТ 10178 -85). В литейном производстве для приготовления ХТС , а также для изготовления моделей используют цемент марок 400 и 500.

Предел прочности цемента при изгибе и сжатии должен соответствовать данным, приведенным в табл. 42.

Таблица 42. Предел прочности цементов (ГОСТ 10178 -85)

Марка	Предел прочности, кг/см ²			
	При изгибе, в возрасте суток		При сжатии, в возрасте суток	
	3	28	3	28
ПЦ- 400	1,0 - 1,5	50	1,0 - 1,5	400
ПЦ- 500	1,0 - 1,5	60	1,0 - 1,5	500
ПЦ- 550	1,0 - 1,5	62	1,0 - 1,5	550

При приготовлении ХТС необходимо вводить 10-12% цемента и 8,0-10,0 % воды. Процесс твердения составляет от 24 до 72 часов. Поэтому ХТС на основе цемента применяют в индивидуальном производстве для изготовления крупных отливок.

2.2.9.ЭТИЛСИЛИКАТЫ

На основе этилсиликата готовят связующие растворы для получения оболочек (форм) при литье по выплавляемым моделям и изготовления керамических форм. 33

Связующее на основе этилсиликата является коллоидным раствором, который переходит в гель кремниевой кислоты, связывающей песчинки.

В литейном производстве применяют этилсиликат двух марок ЭТС-32 и ЭТС-40 (ГОСТ 26371-84). Этилсиликат — прозрачная жидкость желтого или бурого цвета с характерным запахом эфира.

Для получения связующего этилсиликат(ЭТС) подвергают гидролизу с добавлением спирта, ацетона или эфиролдегидной фракции. Катализатором является 0,2 -0,4 % -й раствор соляной кислоты.

2.3. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Кроме наполнителя и связующего в состав формовочных и стержневых смесей входят добавки, улучшающие их свойства. К вспомогательным материалам относятся припылы, разделительные смазки и полупостоянные покрытия для оснастки, клеи для ремонта и склейки стержней и форм, замазки для заделки дефектов форм, стержней и отливок, прокладочные жгуты(шнуры) для форм, фитили для образования вентиляционных каналов в стержнях, экзотермические смеси для прибылей, теплоизоляционные материалы и составы, огнеупорные материалы для литейно-металлургического припаса (керамические элементы для литниковых систем, сетки для фильтрации металла, материалы для футеровки разливочных ковшей и др

2.3.1.ПРИПЫЛЫ И РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫЕ СМАЗКИ

Для получения особо чистых поверхностей отливок применяют натирочные пасты.

Пасты изготавливают из серебристого графита и олифы с добавлением небольшого количества глины. Пасты наносят на ответственные участки полуформ и стержней вручную.

Для улучшения чистоты поверхности отливок, не допущения неспаев и газовой пористости применяют **припылы форм**. Припыл представляет собой тонкодисперсный порошок(пудру), получаемую путем размола огнеупорных материалов- кварца, графита, древесного угля или цемента. Пылевидный кварц и уголь применяют также для нанесения на модели, чтобы исключить прилипание формовочных и стержневых смесей к поверхности моделей. Припыл наносят на поверхность форм и стержней, а также на поверхность моделей вручную при помощи матерчатого мешочка.

В качестве припылов используют тонкодисперсные порошки серебристого графита, талька, ликоподия и др.

Графит кристаллический литейный (ГОСТ 5279 -74) используют для получения красок, паст и припылов для покрытия поверхностей форм и стержней при изготовлении отливок сложной конфигурации с поверхностью повышенного качества.

Марки и физико-химические показатели графита кристаллического приведены в табл. 43.

Таблица 43. Марки и физико-химические показатели графита кристаллического
(ГОСТ 5279- 74)

Наименование показателей	Нормы для марок		
	ГЛ - 1	ГЛ - 2	ГЛ - 3
Зольность, %, не более	13	18	25
Остаток на сите № 16, %, не более	40	40	40
Массовая доля влаги, %, не более	1,0	1,0	1,0

Молотые тальк и талькомагнезит выпускаю следующих марок :
 ТП - тальк молотый для пестицидных препаратов;
 ТМП - талькомагнезит молотый для пестицидных препаратов ;
 ТМН - талькомагнезит молотый для наполнения.

Физико-химические показатели талька должны соответствовать ГОСТ 21235-75

Таблица 44. Физико- химические показатели талька и талькомагнезита молотого
(ГОСТ 21235-75)

Наименование показателя	Норма для марки				
	ТП		ТМП		ТМН
	тонко-молотый	средне-молотый	I сорт	II сорт	
Массовая доля прокаленного нерастворимого в соляной кислоте остатка, %, не более	80	80	53	53	50
Массовая доля окиси железа в солянокислой вытяжке, %, не более	-	-	5	5	8
Потери массы при прокаливании, %, не более	8	8	24	24	25
Остаток на сите № 009, % ,	отсутствует	2	2	5	10

не более					
Массовая доля влаги, %, не более	1	1	1	1	1

Ликоподий не смачивается водой, хорошо устраняет прилипание смеси к моделям, что способствует получению качественной поверхности отливов. Ликоподий представляет собой порошок из спор растения плауна. В практике применяют искусственный ликоподий КС - мелкоизмельченный мрамор, плакированный парафином.

Разделительные смазки уменьшают прилипаемость смеси к оснастке, уменьшают ее износ. Некоторые составы разделительных смазок приведены в табл. 45.

35

Таблица 45. Составы разделительных смазок

Компоненты	Содержание компонентов в смазке, %	Область применения
Машинное масло Графит серебристый	85 - 90 10 - 15	Формы ПГС по-сырому (для деревянной и металлической оснастки)
Связующее КО Осветительный керосин	50 - 75 25 - 50	Формы и стержни на жидком стекле
Парафин Дизельное топливо	12 - 25 75 - 88	
Смесь мазута с керосином	50 - 50	
Лигносульфонаты технические Вода Сульфонол	10 — 30 55 — 85 5 — 15	
Полиизобутиловый каучук (М до 3000) Бензин (или керосин, уайт-спирит)	0,1 — 5,0 95,0 - 99,9	ХТС на смолах(стержни, формы) стержни по SO ₂ - процессу
Смазка СКТ — Р	3 %-й раствор синтетического термостойкого каучука марки СКТ в Уайт спирите	Для нагреваемой оснастки до 190 -250 оС (термостойкость покрытия 300 о С).
Силоксановый каучук Бензин «калоша»	37 - 41 39 - 53	Автоматические линии формовки (до 30000 съёмов)

В качестве полупостоянного покрытия модельной и стержневой оснастки применяют нитроэмали марки НЦ 5123, эпоксидную смолу марки ЭД-5100, химически стойкий лак марки ХСЛ100 и прочие химически стойкие краски и лаки.

[illegible]

Вода	20 (сверх 100%)	-	10-20	-	8-10	-	-	2-15	2,8- 2,9
------	-----------------------	---	-------	---	------	---	---	------	-------------

Швы при сборке форм и стержней необходимо заделывать пастой на основе огнеупорных материалов и связующих. Швы окрашиваются противопопригарной краской и подсушиваются. В табл 47. приведены некоторые составы паст для заделки швов.

Таблица 47 . Пасты для заделки швов

Название	Состав пасты, % по массе					
	песок кварце вый	глина огнеу порная	графит серебри стый	тальк	Декст рин	вода сверх 100%
Для чугунных отливок	40,0	5,0	50,0	-	5,0	20,0
Для стальных отливок	67,0	32,0	-	-	1,0	8,0
Для отливок из цветных сплавов	-	50,0	-	50,0	-	8,0

Для заделки дефектов поверхности стержней и форм применяют специальные составы, на основе огнеупорных материалов и связующих. Составы некоторых смесей приведены в табл. 48.

37

Таблица 48. Составы смесей для заделки дефектов поверхности стержней и форм

Наименование компонента	Содержание компонента для состава № , %								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кварцевый песок	-	47,6	60	30	-	-	-	-	-
Лигносульфонаты техниче - ские (ρ = 1,24 — 1,25		-	-	2 (свер х 100 %)	2	-	-	-	1-2 (сверх 100%)
Декстрин	-	40	-	-	1-10	-	-	-	1 -2
Пылевидный кварц	-	-		30		-	-	-	-
Черный графит	65,9	25	-	-	-	-	-	-	-
Формовочная глина	-	-	15	40	-	-	6- 10	-	-
Бентонит	8,67	3,9	-	-	-	-	-	10	-
Полужирный песок	-	-	-	-	34-	60	-	90	36-38

					26				
Железный сурик ГОСТ 8135-74	-	-	-	-	-	10	-	-	-
Пектин ГОСТ 29186-91	-	-	-	-	1-2	-	-	-	-
Крахмал(картофельный ГОСТ 53876-2010 или кукурузный ГОСТ 32159-2014	-	4,3	-	-	-	-	-	-	-
Едкий натр технический марок ТР и ТД (твердый) ГОСТ 55064-2012	-	0,6	-	-	-	-	-	-	-
Вода (сверх 100 %)	60	23,6	30	13	30-40	30-35	20-30	20-30	30-40
Область применения по типу сплава	Серый чугун	Алюминиевые и медные сплавы	Серый чугун, медные сплавы	Сталь	Алюминиевые сплавы				

2.3.3.ПРОКЛАДОЧНЫЕ ЖГУТЫ И СТЕРЖНЕВЫЕ ФИТИЛИ

Прокладочные жгуты служат для уплотнения разъемов при сборке форм, а также для уплотнения знаков стержней и при установке литниковых чаш. Жгуты должны обладать хорошей пластичностью, достаточной прочностью на растяжение (0,04-0,05 кг/см²) и термостойкостью, чтобы противостоять действию жидкого металла. Составы масс для прокладки жгутов приведены в табл. 49.

38

Таблица 49. Составы масс для прокладки жгутов

Наименование компонента	Содержание компонента для состава №, %					
	1	2	3	4	5	6
Молотый асбест	60 - 80	-	-	-	-	65
Молотая глина	-	50	10 - 15	основа	-	-
Битум нефтяной(БН-П)	10 - 20	25	-	20 - 280	-	16
Минеральное масло	10 - 20	-	-	-	-	-
Индустриальное масло	-	-	-	-	-	19

И-40А						
Бентонит	-	-	-	-	35 - 40	-
Тальк	-	-	-	-	10 - 12	-
Жидкое стекло $\rho = 1,34 - 1,36 \text{ г/см}^3$	-	-	-	-	48 - 55	-
Кварцевый песок	-	-	85 - 90	-	-	-
Хлорид кальция или магния	-	-	-	23 - 32	-	-
Вода	-	25	20-25 (сверх 100%)	8 - 10	-	-

Расход жгута составляет 2,5 — 4,0 кг на одну тонну годных отливок. Снижение массы заливок при применении жгутов составляет 6 — 12 кг на одну тонну годных отливок. С применением жгутов взамен промазки огнеупорной глиной толщина заливок по знаковым частям и ладу формы сокращается на 40 — 50%. Выход годного литья для средних отливок повышается на 1%, для крупных отливок — на 0,3 %.

Для стержней, высушиваемых при температуре 220 °С и выше применяют жгуты следующего состава: битум № 5 — 80,0% ; парафин — 15,0% ; петролатум — 5,0 %.

Для стержней, высушиваемых при температуре ниже 220 °С, применяют жгуты состава : битум № 3 — 80,0% ; парафин желтый — 20,0%.

Стержневые фитили облегчают газоотвод из стержней в процессе заливки металла.

Для стержней из песчано-смоляных холодно-твердеющих смесей(ХТС) рекомендуется применять шнуры из капроновых моноволокон и хлопчатобумажных нитей диаметром 7 мм, которые размещают в стержневом ящике во время изготовления стержня.

2.3.4.ЭКЗОТЕРМИЧЕСКИЕ СМЕСИ И ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Экзотермические смеси используют для обогрева прибылей с целью повышения эффективности питания отливок, сокращения массы прибыли и повышения выхода годных отливок. Экзотермические смеси должны иметь низкую температуру воспламенения, стабильное горение смеси с небольшой скоростью, хорошую формуемость и прочность. При этом они должны иметь низкое газовыделение. Примеры составов экзотермических смесей приведены в табл. 50.

Графит	-	-	-	-	-	-	0,5-4,0	-
Лигносульфонты технические	-	-	-	-	8 (сверх 100%)	-	-	-
Синтетические смолы	-	-	-	-	-	-	4,5-5,5	-
Свойства смесей								
Прочность на сжатие, кг/см ²								
в сыром состоянии	Более 0,35	0,3-0,4	0,3-0,4					
в сухом состоянии	Более 2,0	4,0-4,6	2,0-2,5					
Температура , о С								
воспламенения	500-700	650-750	590-600	840-860		600-800	500-800	600-634
горения	Более 1450	1300-1400	1480-1500	2100-2247		1300-1400	1100-1300	
Теплота сгорания, кДж/кг	-	-	-	2184-2436	-	-	2310-2520	1900-2564
Выход годного, %	-	-	75-80	-	74-84	-	-	79-85

Примечания: 1. Смесей №№ 1,2,3, и 4 предназначены для стальных отливок, причем смесь № 1 предназначена для стальных отливок с открытыми прибылями диаметром менее 200мм, а смесь № 2 - для стальных отливок с закрытыми прибылями диаметром более 200 мм;

2. Смесь № 5 предназначена для отливок из высоколегированной стали 12Х18Н9ТЛ.

3. Смесей №№ 6 и 7 предназначены для отливок из серого и высокопрочного чугуна.

4. Смесь № 8 предназначена для отливок из алюминиевых и магниевых сплавов.

Расход экзотермических смесей на 1 т годных отливок составляет 60-70 кг. Масса прибыли снижается в 2-4 раза, а выход годного увеличивается до 75-80%.

Теплоизоляционные материалы и смеси используют для облицовки литейных прибылей с целью ограничения потерь тепла жидкого металла в прибыли и увеличения длительности ее работы, а также в качестве засыпок на зеркало расплавленного металла в ковшах, открытых прибылях и в изложницах при получении слитков с целью снижения теплопотерь. В литейном производстве в качестве теплоизоляционных материалов применяют песок и гравий аглопоритовый, керамзитовый шунгизитовый (ГОСТ 9757-90) с

размером зерна от 0,3 до 5 мм, насыпной плотностью от 250 до 1100 кг/м³ и термостойкостью от 1000 оС, вспученный перлит (ГОСТ 10832-91), трепел (пористая опаловая осадочная горная порода), диатомит (осадочная порода из раковин диамитовых водорослей), вспученный вермикулит, кремнеземистое и базальтовое волокно и др. Наибольшее применение в технологических процессах литейного производства в качестве теплоизоляционного материала находит вспученный перлит как наиболее доступный, дешевый и технологичный материал. Вспученный перлит ГОСТ 10832 -2009) выпускается в виде песка с размером зерна от 0,16 до 5,0 мм и в виде щебня с размером зерна от 5,0 до 20,0 мм. Марки и физико-технические характеристики вспученного перлита приведены в табл. 51.

41

Таблица 51. Марки и физико-технические характеристики вспученного перлита

(ГОСТ 10832-2009)

Марка	Насыпная плотность, кг/м ³ , в	Теплопроводность при температуре (25+5) оС, В/(м . о С)	Прочность при сдавливании в цилиндре, Мпа, не более
М 75	До 75 включ.	0,043	Не нормируется
М 100	Св. 75 до 100 включ.	0,052	
М 150	Св. 100 до 150 включ.	0,058	
М 200	Св. 150 до 200 включ	0,064	0,10
М 250	Св. 200 до 250 включ	0,070	0,15
М 300	Св. 250 до 300 включ	0,076	0,30
М 350	Св. 300 до 350 включ	0,079	0,35
М 400	Св. 350 до 400 включ	0,081	0,40
М 500	Св. 400 до 500 включ	0,093	0,60

2.3.5. ПРОТИВОПРИГАРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Одним из наиболее распространенных видов брака отливок является пригар-специфический дефект поверхности, образующийся вследствие физического и химического взаимодействия формовочной смеси с расплавленным металлом. Слой, включающий в себя окислы металла, включения шлака, запекающуюся формовочную смесь и т.п., может достигать от 10 до 50 мм. Чтобы предотвратить образование пригара, используют противопригарные материалы и добавки. Составы противопригарных

красок ,применяемых в литейном производстве, многообразны. В табл. 52 приведены некоторые из них :

Таблица 52. Примерный состав противопригарных красок

Марк а	Состав краски, % по массе									Плот ност ь крас ки, раз веде н ной водо йг/с мЗ
	гра фи т	квар ц	таль к	бент о нит	дек стри н	суль фит но спир това я бард а плот ност ь 1,3 г/ смЗ	пато ка плот ност ь 1,3 г/ смЗ	фор ма лин	вода	
Для чугунных отливок										
ГБ-1	60, 0	-	-	3,5	3,5	-	-	-	33,0	1,40- 1,45
ГБ-2	58, 5	-	-	3,5	-	-	10,0	-	28,0	1,40- 1,45
ГБ-3	58, 5	-	-	3,5	-	10,0	-	-	28,0	1,40- 1,45
Для стальных отливок										
СТ-1	-	75,0	-	3,0	1,5	-	-	40 смЗ	25,0	1,60- 1,65
СТ-2	-	70,0	-	3,0	-	-	10,0	На 100	17,0	1,60- 1,65
СТ-3	-	70,0	-	3,0	-	10,0	-	Кг крас ки	17,0	1,60- 1,65
Для отливок из цветных сплавов										
ТБ(дл я алю миние вых спла вов)	-	-	61,0	4,0	-	-	-	-	35,0	1,40- 1,45
ТГ(дл я спла вов из брон зы)	30, 0	-	31,0	3,0	-	-	3,0	-	33,0	1,40- 1,45

Для окраски форм и стержней, изготовленных из жидкостекольных смесей, при подучении стальных отливок применяют противопопригарную краску следующего состава , в объемных частях : цирконовый порошок- 90,0, жидкое стекло- 10,0, вода- 30,0. Плотность краски- 1,80 г/см³.

Кроме того, противопопригарные добавки могут вводиться непосредственно в формовочные и стержневые смеси – уголь гранулированный, топочный мазут (ГОСТ 10585-2013), дибутилфталат(ГОСТ 8728-88), декстрин палевый и желтый (ГОСТ 6034-2014).

Для получения особо чистых внешних и внутренних поверхностей отливок применяют **натирочные пасты**. Пасты изготавливают из серебристого графита и олифы с добавлением небольшого количества глины. Пасты наносят на ответственные участки полужформ и стержней вручную.

Для улучшения чистоты поверхности отливок, не допущения неспаев и газовой пористости применяют **припылы форм**. Припыл представляет собой тонкодисперсный порошок(пудру) , получаемую путем размолла огнеупорных материалов- кварца, графита, древесного угля или цемента. Пылевидный кварц и уголь применяют также для нанесения на модели, чтобы исключить прилипание формовочных и стержневых смесей к поверхности моделей. Припыл наносят на поверхность форм и стержней, а также на поверхность моделей вручную при помощи матерчатого мешочка.

Швы при сборке форм и стержней необходимо заделывать пастой на основе огнеупорных материалов и связующих. Швы окрашиваются противопопригарной краской и подсушиваются. В табл 53 приведены некоторые составы паст для заделки швов.

43

Таблица 53. Пасты для заделки швов

Название	Состав пасты, % по массе					
	песок кварцевый	глина огнеупорная	графит серебристый	тальк	декстрин	вода сверх 100%
Для чугунных отливок	40,0	5,0	50,0	-	5,0	20,0
Для стальных отливок	67,0	32,0	-	-	1,0	8,0
Для отливок из цветных сплавов	-	50,0	-	50,0	-	8,0

2.3.6. ДОБАВКИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Добавки, улучшающие свойства смеси на стадии формовки — сыпучесть, подвижность, формуемость, уплотняемость. К таким добавкам относятся :

-поверхностно-активные вещества(ПАВ) -, в частности алкиларилсульфонаты (РАС,КЧНР, НБ, НЧЛ и др).

Рафинированный алкиларилсульфонат (РАС) на основе сульфокислот керосиновых фракций представляет собой натриевые соли нефтяных сульфокислот.

Смачиватель НБ -натриевая соль сульфированного продукта конденсации нафталина с бутиловым спиртом (бутилнафталинсульфинат натрия).

НЧК (нефтяной черный контакт)- 25%-й раствор аммонийных солей нефтяных сульфокислот нейтральной или слабощелочной реакции ;

КЧНР (контакт черный нейтрализованный рафинированный) на основе натриевых солей алкилароматических кислот, представляющих собой водный раствор кислого нефтяного гудрона, нейтрализованный и очищенный от масел, смол и сульфата натрия.

При введении ПАВ в смеси в количестве до 0,1% улучшается сыпучесть смеси, что важно при пескоструйном и пескоструйном способе изготовления стержней. При добавлении ПАВ в смеси в количестве 0,2 — 0,55 % и одновременном добавлении воды в условиях постоянного перемешивания смесь становится жидкоподвижной (ЖСС).

Живучесть жидкостекольных смесей повышают добавки жидкого едкого натра, а песчано-смоляных смесей — добавки аминоспиртов и гликолей.

Сурик железный (ТУ 6-10-1216-72) - оксид железа, природный неорганический пигмент красно-коричневого цвета на основе красковых руд Криворожского месторождения вводят в смеси для предупреждения газовых дефектов.

Противопригарные добавки вводят в облицовочные смеси -молотый каменный уголь, тальк, асбестовая крошка , пенополистироловая крошка, добавки фторидов и серы, препятствующие окислению при заливке магниевых сплавов.

Древесную муку в количестве до 2,0% добавляют в облицовочные формовочные смеси для улучшения пористости формы и уменьшения пригара. Мука древесная ГОСТ 16361-87 изготавливается из древесины хвойных пород марок 120, 140, 160, 180 и Т.

Органические растворители применяют для разбавления синтетических смол, изготовления клеев, противопригарных покрытий и пр. Характеристика органических растворителей приведена в табл. 54.

44

Таблица 54. Характеристика органических растворителей

Растворитель ГОСТ	Растворяемые вещества	Предельно допусти- мая концентрация паров
----------------------	--------------------------	---

		растворителя в воздухе рабочих помещений (ПДК), мг/мЗ
Спирт этиловый ГОСТ 17299-78, ГОСТ 18300-87	Масла, жиры, воски, смолы	1000
Спирт изопропиловый ГОСТ 9805 - 84	Масла, жиры , смолы	10
Спирт фурфуриловый ГОСТ 28960 -91	Карбамидо-фурановые и фенолофурановые смолы	200
Ацетон ГОСТ 2768 - 84	Мала, жиры, каучуки, нефтяные и древесные пеки, битумы и лаки на их основе, синтетические смолы	200
Бензин-растворитель(нефрас) марок С2-80/120 и С3-80/120 ГОСТ 443 -76	То же	100
Уайт спирт ГОСТ 3134 -78	То же	300
Этилацетат ГОСТ 8981 - 78	Масла, жиры	200
Бутилацетат технический ГОСТ 8981-78	Нитроцеллюлоза, фенол — формальдегидные смолы	200
Растворителя марок 645, 646, 647, 648 ГОСТ 18188-72	Нитролаки, нитроэмали, кремнийорганические лаки, поливинилбутираль марок ЛА,ЛБ,КА,КБ,НК (ГОСТ 9439-85),	50

Специальные добавки вводятся в формовочные и стержневые смеси для обеспечения особых свойств

-чугунная дробь увеличивает теплопроводность смеси и предупреждает образование усадочной рыхлоты в массивных узлах отливок при их затвердевании;

-древесные опилки и торф вводят в смеси, предназначенные для изготовления форм и стержней, подвергающихся сушке; после сушки они, уменьшаясь в объеме, увеличивают газопроницаемость и податливость форм и стержней;

- едкий натр вводят в формовочные смеси на жидком стекле; при этом устраняется комкование и увеличивается живучесть смеси.

ГЛАВА 3. ТОПЛИВО И ЭЛЕКТРОДЫ

3.1. ТОПЛИВО

Плавильные печи в литейном производстве подразделяются на группы в зависимости от используемого источника теплоты на топливные и электрические. К топливным относятся вагранки и мартеновские печи. В вагранках применяют твердое топливо: кокс литейный (ГОСТ 3340-88) и термоантрацит (ГОСТ 4794-97), а также природный газ и мазут ГОСТ 10585-2013).

Кокс литейный (ГОСТ 3340-88) в зависимости от содержания серы делят на марки :

КЛ-1 с содержанием серы 0,5 % по массе, КЛ-2- 1,0% по массе, КЛ-3- 1,4% по массе. По размеру кусков кокс литейный делится на два класс: 40 мм и более, 60 мм и более. Зольность- 11,5-12,0 %. Массовая доля влаги- не более 5,0% по массе.

Термоантрацит (ГОСТ 4794-97)-термически стойкий антрацит, получаемый путем прокаливания специальных сортов антрацита в шахтных печах при температуре 1400 С. В зависимости от размера кусков термоантрацит подразделяют на три класса крупности 20-120 мм, 10-120 и 10-70 мм. Зольность термоантрацита- не более 4,3-5,0%. Массовая доля влаги не более 1,5%.

Широкое применение в литейном производстве имеет природный газ. Его применяют в газовых и коксогазовых вагранках, а также в сушилах и других печах. Для сжигания газового топлива применяют газовые горелки.

Мазут (ГОСТ 10585-2013) – продукт переработки нефти и газоконденсатного сырья. В качестве топлива используют мазут топочный 40 и мазут топочный 100. Зольность 0,04%-0,14%. Массовая доля влаги - не более 1,0%. Массовая доля серы- 0,5%-3,5%. Теплота сгорания 39900- 40740 кДж/кг, не менее.

3.2.ЭЛЕКТРОДЫ

На всех дуговых электропечах применяют угольные и графитированные электроды круглого сечения. Тип электродов выбирают в зависимости от выплавляемых сплавов: для плавки чугуна и сталей с содержанием углерода 0,2% и выше используют угольные электроды(марки ЭУ0,ЭУ1). При выплавке сталей с меньшим содержанием углерода используют графитированные электроды, которые в значительно меньшей степени влияют на науглероживание сталей. Графитированные электроды (ГОСТ 4426-80) имеют низкое удельное сопротивление (8-13 Ом.мм²/м), высокую термостойкость,

низкий уровень зольности. Допустимая плотность тока в этих электродах составляет 28, 16 и 14 А/см² при диаметрах 150, 400 и 550 мм соответственно. Длина электродов 1100-1900 мм. Сырьем для производства электродов служат углеродистые материалы с содержанием не менее 90,0% углерода : графит, антрацит, термоантрацит;

-каменноугольный, пековый и нефтяной коксы:

-возвраты электродного производства.

Электроды диаметром 150-400 мм поставляются с нарезанными с двух сторон ниппельными гнездами комплектно с ниппелями.

Электроды диаметром 550-750 мм поставляют с нарезанными на одном конце коническим ниппелем, а на другом- ниппельным гнездом.

46

ГЛАВА 4. ОГНЕУПОРНЫЕ ИЗДЕЛИЯ И ИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

4.1. ОГНЕУПОРНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

Огнеупорные материалы - это материалы, изготовленные из минерального сырья и способные сохранять без существенных нарушений свои функциональные свойства при высоких температурах. Огнеупоры отличаются повышенной прочностью при высоких температурах.

Основными качественными характеристиками огнеупоров являются термостойкость, теплоемкость, шлакоустойчивость и стойкость к агрессивным средам.

По ГОСТ 52918-2008 огнеупор- это неметаллический материал с огнеупорностью не ниже 1580 С, используемый в агрегатах для защиты от тепловой энергии и газовых, жидких, твердых агрессивных реагентов. В зависимости от огнеупорности различают три группы материалов:

-огнеупорные с огнеупорностью от 1580 С до 1770 С;

-высокоогнеупорные с огнеупорностью от 1770 С до 2000 С;

-высшей огнеупорности с огнеупорностью выше 2000 С.

Огнеупоры подразделяются на :

-огнеупорные изделия(огнеупоры формованные), имеющие определенную геометрическую форму и размеры;

-огнеупоры неформованные, выпускаемые без определенной формы и размеров.

Большинство выпускаемых огнеупорных изделий имеют простую форму прямоугольного параллелепипеда массой в несколько килограммов. Это универсальная форма для выполнения футеровки различной конфигурации. Одновременно увеличивается производство огнеупорных бетонов и масс.

Общие классификационные признаки: огнеупорность, пористость, область применения.

По химикоминералогическому составу огнеупорные материалы –это керамические смеси тугоплавких оксидов, силикатов, карбидов, нитридов, боритов, а также углерод(кокс, графит). Классификация огнеупоров(ГОСТ 22874-90) приведена в табл. 55.

Таблица 55 Типы, группы и химико-минеральный состав огнеупоров(ГОСТ 22874-90)

Тип	Группа	Массовая доля
-----	--------	---------------

		определяющих химических компонентов на прокаленное вещество, %
Кремнеземистые	Из кварцевого кремнеземистого стекла	SiO ₂ не менее 98,0
	Динасовые	SiO ₂ свыше 93,0
	Динасовые с добавками	SiO ₂ от 80,0 до 93,0
	Кварцевые	SiO ₂ не менее 85,0
Алюмосиликатные	Полуокислые	SiO ₂ от 65,0 до 85,0 Al ₂ O ₃ от 14,0 до 28,0
	Шамотные	Al ₂ O ₃ от 28,0 до 45,0
	Муллитокремнеземистые	Al ₂ O ₃ от 45,0 до 62,0
	Муллитовые	Al ₂ O ₃ от 62,0 до 72,0
	Муллитокорундовые	Al ₂ O ₃ от 72,0 до 95,0
	Из глиноземокремнеземистого стекла	Al ₂ O ₃ от 72,0 до 95,0
Глиноземистые	Корундовые	Al ₂ O ₃ свыше 95,0
	Корундовые с добавками	Al ₂ O ₃ не менее 85,0
Глиноземисто известковые	Алюминаткальцевые	Al ₂ O ₃ свыше 65,0 CaO от 10,0 до 35,0
Высокомagneзиальные	Периклазовые	MgO не менее 85,0
Magneзиально известковые	Периклазоизвестковые	MgO от 50,0 до 85,0 CaO от 45,0 до 50,0
	Периклазоизвестковые стабилизированные	MgO от 10,0 до 50,0 CaO от 45,0 до 85,0
Известковые	Известковые	CaO более 85,0
Magneзиально-шпинелидные	Периклазохромитовые	MgO более 85,0 Cr ₂ O ₃ от 5,0 до 20,0
	Хромитопериклазовые	MgO от 40,0 до 60,0 Cr ₂ O ₃ от 15,0 до 35,0
	Хромитовые	MgO до 40,0 Cr ₂ O ₃ более 30,0
	Периклазошпинелидные	MgO от 50,0 до 85,0 Cr ₂ O ₃ от 5,0 до 20,0 Al ₂ O ₃ не более 25,0
	Периклазошпинельные	MgO более 40,0 Al ₂ O ₃ от 5,0 до 55,0
	Шпинельные	MgO от 25,0 до 40,0 Al ₂ O ₃ от 55,0 до 70,0
Magneзиально силикатные	Периклазофорстеритовые	MgO от 65,0 до 85,0 SiO ₂ не менее 7,0
	Форстеритовые	MgO от 50 до 65,0 SiO ₂ от 20,0 до 45,0
	Форстеритохромитовые	MgO от 45 до 60,0 SiO ₂ от 15,0 до 30,0

Хромистые	Хромоксидные	Cr ₂ O ₃ более 97,0
	Высокохромистые	Cr ₂ O ₃ от 60,0 до 90,0
Цирконистые	Оксидциркониевые	ZrO ₂ более 85,0
	Цирконовые	ZrO ₂ более 50,0 SiO ₂ более 25,0
	Оксидцирконийсодержащие	ZrO ₂ до 20,0
Углеродистые	Графитированные	C св. 96,0
	Угольные	C св. 85,0
Карбид кремниевые	Карбидкремниевые	Si C более 70,0
	Карбидкремниевосодержащие	C от 15,0 до 70,0
Безкислородные	Безкислородные	Нитриды,бориды, карбиды, силициды и другие безкислородные соединения(кроме углеродистых) - не менее 50
Оксидные	Оксидные	BeO, MgO, CaO, Al ₂ O ₃ , Cr ₂ O ₃ , SiO ₂ , ZrO ₂ , оксиды PЗЭ, Y ₂ O ₃ , Sc ₂ O ₃ , SnO ₂ , HfO ₂ , ThO ₂ , UO ₂ и другие соединения, твердые растворы и смеси на их основе- не менее 97,0
	Оксидосодержащие	Сиалоны, оксинитриды, Оксикарбиды и др.-не менее 97,0

Наибольшее распространение для футеровки печей и ковшей в литейном производстве находят шамотные, диасовые, муллитовые и периклазовые изделия.

Огнеупорные шамотные и полукислые изделия общего назначения (ГОСТ 390-96.) изготовляют из кварцевых пород на глинистой или каолиновой связке. В зависимости от физико-химического состава и температуры применения шамотные и полукислые изделия подразделяются на марки : ШАК, ША, ШБ, ШВ, ШУС, ПБ,ПВ.

По физико-химическим показателям изделия должны соответствовать характеристикам, приведенным в табл. 56.

Таблица 56. Физико-химически показатели изделий шамотных и полукислых

(ГОСТ 390-96).

Наименование	Норма для марки						
	ШАК	ША	ШБ	ШВ	ШУС	ПБ	ПВ
Массовая доля, %							
Al ₂ O ₃ , не менее	33,0	30,0	28,0	28,0	28,0	-	-
Al ₂ O ₃						14,0-28,0	14,0-28,0
SiO ₂							
Огнеупорность, С,	1730	1690	1650	1630	1580	1670	1580

не ниже							
Дополнительная линейная усадка или рост, %, не более при температуре 1400 °С	0,5	-	-	-	-	-	-
Пористость открытая, %, не более	23	24-30	24-30	-	30	24-30	
Предел прочности при сжатии, Н/мм ² , не менее	23	15-20	-	13-20	12	20	13-15
Температура начала размягчения, °С, не ниже	1320	1300	-	-	-	-	

Для футеровки вагранок изготавливают изделия специальные огнеупорные алюмосиликатные по ГОСТ3272-2002. Марки и характеристика изделий приведены в табл. 57.

Таблица 57. Марки и характеристика огнеупорных изделий для футеровки вагранок
(ГОСТ 3272-2002)

Марка	Характеристика	Назначение
МКВГ-72	Муллитокорундовые ваграночные массовой долей Al ₂ O ₃ не менее 72,0 %	Футеровка горна, Плавильного пояса, Фурменной зоны
МКРВГ-45	Муллитокорундовые ваграночные массовой долей Al ₂ O ₃ не менее 45,0 %	
ШВГ-35	Шамотные ваграночные массовой долей Al ₂ O ₃ не менее 35,0 %	
ШВГ-33	Шамотные ваграночные массовой долей Al ₂ O ₃ не менее 33,0 %	
ШВГ-30	Шамотные ваграночные массовой долей Al ₂ O ₃ не менее 30,0 %	Футеровка остальных зон

Форма и размеры изделий должны соответствовать рис .1,2,3 и табл. 58,59,60 ((ГОСТ 3272-2002).

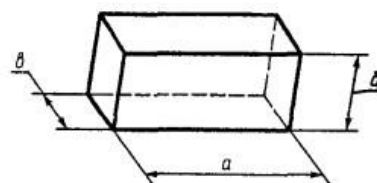
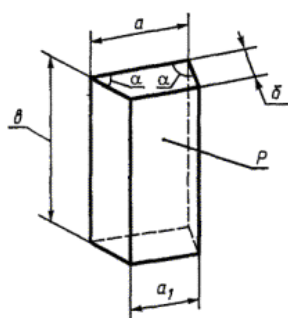


Рис. 1. Ребровый клин
кирпич

Рис.2 Прямоугольный

Таблица 58 Размеры ребрового клина

Номер изделия	Размеры, мм				
	а	а 1	б	в	Внутренний радиус кладки
1	65	45	114	230	257
2	65	55	114	230	627
8	140	120	65	230	390

Таблица 59 Размеры прямоугольного кирпича

Номер изделия	Размеры, мм		
	а	б	в
3	230	114	65

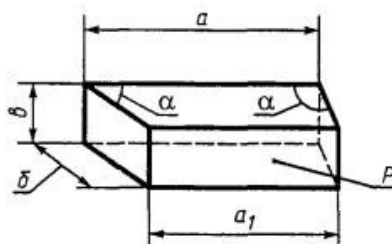


Рис.3 Трапецеидальный клин

50

Таблица 60 Размеры трапецеидального клина

Номер изделия	Размеры, мм				
	а	а 1	б	в	Внутренний радиус кладки
4	230	195	125	75	696
5	210	170	125	75	631
6	230	205	150	80	1230
7	265	227	150	80	896

Изделия для футеровки сталеразливочных ковшей должны соответствовать характеристикам ГОСТ 5341-2016(ГОСТ 5341-98).
Изделия для футеровки сталеразливочных ковшей разделяются на три

группы по составу химических компонентов на:

-кремнеземистые и алюмосиликатные:

-кремнеземоуглеродистые, алюмопериклазоуглеродистые и периклазошпинельноуглеродистые;

-периклазоуглеродистые.

Марки и характеристик кремнеземистых и алюмосиликатных изделий приведены в табл. 61.

Таблица 61. Марки и характеристики кремнеземистых и алюмосиликатных изделий (ГОСТ 5341-2016).

Марка	Характеристика
КВКБ-95	Кварцевые ковшевые безобжиговые изделия с массовой долей SiO_2 не менее 95,0 %
ШКУ-32	Шамотные ковшевые уплотненные изделия с массовой долей Al_2O_3 не менее 32,0%
ШКС-32	Шамотные ковшевые уплотненные изделия с массовой долей Al_2O_3 не менее 32,0%
ШКУ-37	Шамотные ковшевые уплотненные изделия с массовой долей Al_2O_3 не менее 37,0%
ШКП-37	Шамотные ковшевые уплотненные изделия с массовой долей Al_2O_3 не менее 37,0%
ШКУ-39	Шамотные ковшевые уплотненные изделия с массовой долей Al_2O_3 не менее 39,0%
ШКП-39	Шамотные ковшевые плотные изделия с массовой долей Al_2O_3 не менее 39,0%
ШКУ-42	Шамотные ковшевые плотные изделия с массовой долей Al_2O_3 не менее 42,0%
МКРКУ-45	Муллитокремнеземистые ковшевые уплотненные изделия с массовой долей Al_2O_3 не менее 45,0%
МКРКП-45	Муллитокремнеземистые ковшевые плотные изделия с массовой долей Al_2O_3 не менее 45,0%
МЛКУ-62	Муллитовые ковшевые уплотненные изделия с массовой долей Al_2O_3 не менее 62,0%
МЛКС-62	Муллитокорундовые ковшевые среднеплотные изделия с массовой долей Al_2O_3 не менее 62,0%
МЛКУ-69	Муллитовые ковшевые уплотненные изделия с массовой долей Al_2O_3 не менее 69,0%
МККС-72	Муллитокорундовые ковшевые среднеплотные изделия с массовой долей Al_2O_3 не менее 72,0%
МККС-75	Муллитокорундовые ковшевые среднеплотные изделия с массовой долей Al_2O_3 не менее 75,0%
МККУ- 85	Муллитокорундовые ковшевые уплотненные изделия с массовой долей Al_2O_3 не менее 85,0%
МККС-90	Муллитокорундовые ковшевые среднеплотные изделия с массовой долей

Al ₂ O ₃ не менее 90,0%

Марки и характеристики изделий кремнеземоуглеродистых, алюмопериклазоуглеродистых и периклазошпинельуглеродистых (ГОСТ 5341-2016) приведены в табл 62.

Таблица 62

Марка	Характеристика
КРУК-96	Кремнеземоуглеродистые ковшевые изделия с массовой долей SiO ₂ не менее 96,0 %
АПУК-60	Алюмопериклазоуглеродистые ковшевые изделия с массовой долей Al ₂ O ₃ свыше 60,0%
АПУК-65	Алюмопериклазоуглеродистые ковшевые изделия с массовой долей Al ₂ O ₃ не менее 65,0%
АПУК-68	Алюмопериклазоуглеродистые ковшевые изделия с массовой долей Al ₂ O ₃ не менее 68,0%
АПУК-70	Алюмопериклазоуглеродистые ковшевые изделия с массовой долей Al ₂ O ₃ не менее 70,0%
АПУК-75-8	Алюмопериклазоуглеродистые ковшевые изделия с массовой долей Al ₂ O ₃ не менее 75,0% и открытой пористостью не более 8,0%
АПУК-75-9	Алюмопериклазоуглеродистые ковшевые изделия с массовой долей Al ₂ O ₃ не менее 75,0% и открытой пористостью не более 9,0%
АПУК-80	Алюмопериклазоуглеродистые ковшевые изделия с массовой долей Al ₂ O ₃ не менее 80,0%
ПШПУК-45	Периклазошпинельуглеродистые ковшевые изделия с массовой долей MgO не менее 45,0 %
ПШПУК-50	Периклазошпинельуглеродистые ковшевые изделия с массовой долей MgO не менее 50,0 %

Марки и характеристики периклазоуглеродистых изделий приведены в табл. 63.

Таблица 63 . Марки и характеристики периклазоуглеродистых изделий(ГОСТ 5341-2016).

Марка	Характеристика
периклаза	Периклазоуглеродистые изделия на основе спеченного периклаза
ПУСК-60	Периклазоуглеродистые на основе спеченного периклаза ковшевые изделия с массовой долей MgO не менее 60,0 %
ПУСК-89	Периклазоуглеродистые на основе спеченного периклаза ковшевые изделия с массовой долей MgO не менее 89,0 %
ПУСК-91-7	Периклазоуглеродистые на основе спеченного периклаза ковшевые изделия с массовой долей MgO не менее 91,0 % и массовой долей С не менее 7,0%
ПУСК-91-9	Периклазоуглеродистые на основе спеченного периклаза ковшевые изделия с массовой долей MgO не менее 91,0 % и массовой долей С не менее 9,0%
ПУСК-93	Периклазоуглеродистые на основе спеченного периклаза ковшевые изделия с массовой долей MgO не менее 93,0 %
ПУСПК-91	Периклазоуглеродистые на основе спеченного и

	плавленного периклаза ковшевые изделия с массовой долей MgO не менее 91,0 %
Периклазоуглеродистые изделия на основе плавленного периклаза	
ПУПК-90-2	Периклазоуглеродистые на основе плавленного периклаза ковшевые изделия с массовой долей MgO не менее 90,0 % и массовой долей C не менее 2,0%
ПУПК-90-7	Периклазоуглеродистые на основе плавленного периклаза ковшевые изделия с массовой долей MgO не менее 90,0 % и массовой долей C не менее 7,0%
ПУПК-90-9	Периклазоуглеродистые на основе плавленного периклаза ковшевые изделия с массовой долей MgO не менее 90,0 % и массовой долей C не менее 9,0%
ПУПК-90-13	Периклазоуглеродистые на основе плавленного периклаза ковшевые изделия с массовой долей MgO не менее 90,0 % и массовой долей C не менее 13,0%
ПУПК-92	Периклазоуглеродистые на основе плавленного периклаза ковшевые изделия с массовой долей MgO не менее 92,0 %
ПУПК-93	Периклазоуглеродистые на основе плавленного периклаза ковшевые изделия с массовой долей MgO не менее 93,0 %
ПУПК-95	Периклазоуглеродистые на основе плавленного периклаза ковшевые изделия с массовой долей MgO не менее 95,0 %

Наиболее часто для футеровки ковшей применяют изделия на рис. 4-7 с размерами, указанными в табл. 64 — 67 (ГОСТ 5341-2016).

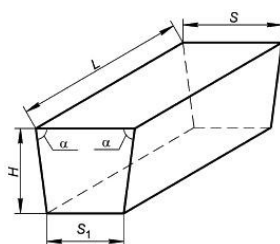


Рис.4 Ребровый двухсторонний клин

Таблица 64. Номера и размеры изделия ребровый двухсторонний клин

Номер	Размеры, мм				Назначение изделия
	L	H	S	S1	
1	250	65	140	120	Рабочая футеровка стен ковшей малого тоннажа и верхнего пояса стен среднего тоннажа
2	250	80	140	125	Рабочая футеровка стен ковшей малого тоннажа и верхнего пояса стен среднего

					и большого тоннажа
2а	300	120	80	68	Рабочая футеровка стен ковшей в месте сопряжения днища и стен
2б	300	160	80	68	



Рис. 5 Двухсторонний трапецидальный клин

Таблица 65. Номера и размеры изделия трапецидальный двухсторонний клин

Номер	Размеры, мм				Назначение
	L	H	S	S1	Компенсация скоса по высоте ковша и увеличение радиуса кладки в сочетании с изделиями
3	250	68	140	135	1
4	250	80	140	135	2

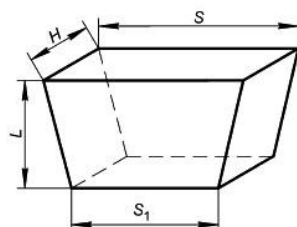


Рис.6 Трапецидальный двухсторонний клин изделия 6 - 21

Таблица 66. Номера и размеры изделия трапецидальный двухсторонний клин

Номер	Размеры, мм				Внутренний радиус кладки стен ковша при использовании изделий	
	L	S	S1	H	одного номера	двух номеров
6	80	250	239	80	1480-2150	580-1480
7	100	210	181	80	590-680	680-910
8	100	230	209	80	910-1120	1120-1480
9	100	250	236	80	1480-1990	-
10	120	210	176	80	590-670	670-690
11	120	230	206	80	960-1140	1140-1280
12	120	230	212	80	1280-1610	-
13	120	250	235	80	1670-2200	-

14	150	210	178	80	790-910	910-1140
14a	150	225	205	80	1130-1300	-
15	150	230	205	80	1140-1360	1360-1750
15a	150	245	210	80	1210-1600	-
16	150	250	232	80	1750-2200	-
16a	150	250	228	80	1340-1730	-
18	200	220	192	80	1290-1500	1500-1670
19	200	240	216	80	1670-1990	-
20	250	230	200	80	1570-1810	-
21	250	250	221	80	1790-2070	-

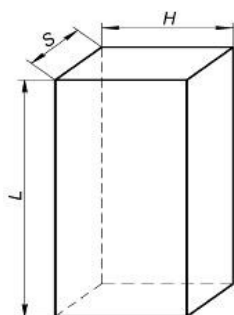


Рис.7 Прямоугольное изделие

Таблица 67. Номера и размеры прямоугольного изделия

Номер	Размеры, мм			Назначение изделия
	L	H	S	
				Для футеровки днища ковшей и в сочетании с изделиями номеров
37	250	100	80	7-9
38	300	120	80	10-13
39	300	150	80	14-16

Стопорные изделия(стопорный припас) предназначены для упрощения процесса непрерывного разлива стали из ковша. Сталь из таких ковшей разливается через отверстие в особом огнеупорном стакане, вставленном в днище. Выпуск стали приостанавливается стопором, представляющим собой стальной стержень, защищенный от действия металла и шлака огнеупорными трубками с укрепленной снизу специальной пробкой, закрывающей отверстие в стакане. Основными деталями стопорного припаса являются стакан, стопорная трубка и пробка.

Характеристика, форма и размеры стопорных изделий должны соответствовать требованиям ГОСТ 5500-2001). Марки и характеристика стопорных изделий приведены в табл 68 (51).

Таблица 68. Марки и характеристика стопорных изделий ГОСТ 5500-2001).

Марка	Характеристика	Вид изделия
-------	----------------	-------------

ШСП-32	Шамотный стопорный припас с массовой долей Al_2O_3 не менее 32,0 %	Стопорная трубка, пробка, стакан, гнездовой кирпич
ШСП-34	Шамотный стопорный припас с массовой долей Al_2O_3 не менее 34,0 %	Пробка, стакан
ШСП-35	Шамотный стопорный припас с массовой долей Al_2O_3 не менее 35,0 %	Стопорная трубка
ШСП-37	Шамотный стопорный припас с массовой долей Al_2O_3 не менее 37,0 %	Пробка
ШГСП	Шамотнографитовый стопорный припас	Пробка, стакан
МКРСП	Муллитокремнеземистый стопорный припас с массовой долей Al_2O_3 свыше 45,0 %	Пробка
МКРАСП	Муллитокремнеземистый стопорный припас с массовой долей Al_2O_3 свыше 45,0 %	Стопорная трубка
МЛСП	Муллитовый стопорный припас с массовой долей Al_2O_3 свыше 62,0%	Стакан
МЛСП-63	Муллитовый стопорный припас с массовой долей Al_2O_3 свыше 63,0%	Стопорная трубка
МКСП	Муллитокорундовый стопорный припас с массовой долей Al_2O_3 свыше 72,0%	Пробка
МКСП-73	Муллитокорундовый стопорный припас с массовой долей Al_2O_3 не менее 73,0%	Стопорная трубка
МКСПТ-73	Муллитокорундовый стопорный припас с массовой долей Al_2O_3 не менее 73,0% термостойкий	Стопорная трубка
ПСП-90	Периклазовый стопорный припас с массовой долей MgO не менее 90,0%	Стакан, вкладыш
ПБСП-88	Периклазовый безобжиговый стопорный припас с массовой долей MgO не менее 88,0%	Стакан, вкладыш
ФБСП-54	Форстеритовый безобжиговый стопорный припас с массовой долей MgO не менее 54,0%	Стакан, вкладыш

Форма и размеры изделий стопорного припаса должны соответствовать ГОСТ 5500-2001. Размеры и формы изделий (ГОСТ 5500-2001) представлены на рис. 8-10, в табл. 69-71.

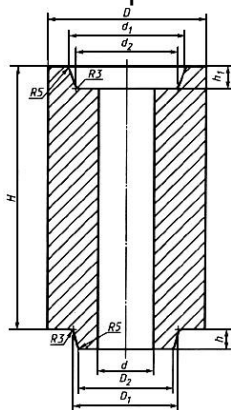


Рис.8 Стопорная трубка

Таблица 69 Размеры стопорной трубки

Номер изделия	Размеры, мм									Номер применяемой пробки
	H	h	h 1	D	D 1	D 2	d	d 1	d 2	
1	300	10	13	100	67	63	40	72	67	9
2	300	14	17	125	81	75	48	86	79	10
3	300	18	21	140	94	88	54	100	93	11
4	300	18	21	160	106	100	60	111	104	12
5	300	23	26	180	125	115	64	129	119	13
6	300	23	35	180	125	115	64	129	115	13
7	270	23	26	200	125	115	64	129	119	14,14-2
8	270	23	34	200	125	115	64	129	115	14,14-2
8-1	270	35	38	200	136	110	64	140	114	14-1

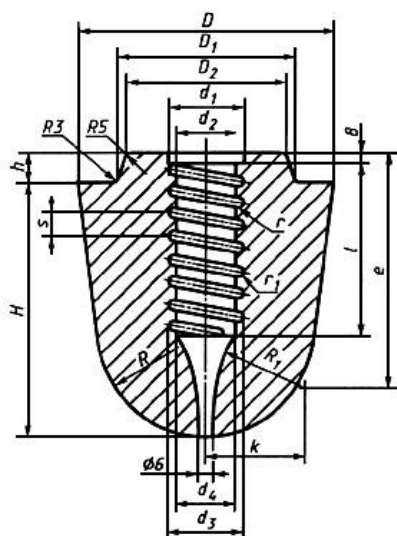


Рис. 9 Пробка стопорная номеров 9-14-2

Таблица 70 Размеры пробки стопорной

Номер изделия	Размеры, мм																
	H	h	D	D1	D 2	d 1	d 2	d 3	d 4	l	S	r	r 1	R	R 1	e	k
9	125	10	100	67	63	34	24	32	22	72	12	2,8	2,6	47,5	27	97	31
10	140	14	125	81	75	40	30	38	28	91	12	2,8	2,6	57,5	45	126	51
11	160	18	140	94	88	48	36	46	34	100	16	3,7	3,6	67,5	54	140	60

12	18 0	1 8	16 0	10 6	10 0	5 5	4 3	5 2	4 0	11 5	1 6	3, 7	3, 6	77, 5	6 2	16 0	6 9
13	20 0	2 3	18 0	12 5	11 5	5 5	4 3	5 2	4 0	12 0	1 6	3, 7	3, 6	77, 5	6 2	16 6	6 9
14	20 0	2 3	20 0	12 5	11 5	5 5	4 3	5 2	4 0	12 0	1 6	3, 7	3, 6	77, 5	6 2	16 6	
14- 1	20 0	3 5	20 0	13 6	11 0	5 5	4 3	5 2	4 0	13 2	1 6	3, 7	3, 6	77, 5	6 2	16 6	6 9
14- 2	22 5	2 3	20 0	12 5	11 5	5 5	4 3	5 2	4 0	12 0	1 6	3, 7	3, 6	77, 5	6 2	16 6	6 9

57

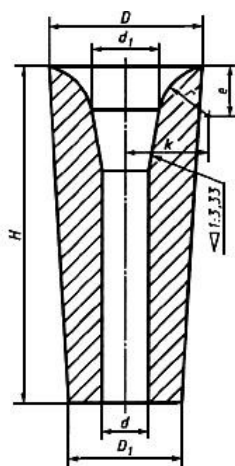


Рис. 10 Стакан стопорный

Таблица 71 Размеры стакана стопорного

Номер изделия	Размеры, мм								Номер применяемой пробки
	H	D	D 1	d	d 1	r	e	k	
15	140	140	112	24-50	50-52	35	34	60	9
16	240	160	120	20-70	65-72	35	34	67	11
17	300	160	127	25-70	60-72	35	34	65	10,11
18	360	160	120	30-70	65-72	40	37	72	11
19	140	140	112	30-60	58-62	35	34	64	10
20	300	160	127	30-70	68-72	35	34	69	10,11
21	360	160	120	30-70	68-	55	51	88	12,13,1

					72				4, 14-1, 14-2
22	240	180	140	30-70	71-72	50	46	86	11
23	370	210	146	30-100	67-102	54-90	54-86	105-120	12,13,14, 14-1, 14-2

Для кладки мартеновских печей применяют огнеупорные динасовые изделия (ГОСТ 4157-79). Они входят в группу кремнеземистых и изготавливаются из кристаллических кварцитов. Они сохраняют плотную структуру после обжига. Марки и характеристика изделий динасовых для мартеновских печей приведены в табл. 72.

Таблица 72. Марки и физико-химические характеристики изделий динасовых для мартеновских печей (ГОСТ 4157-79)

Наименование показателей	Норма для изделий марок		
	ДМС	ДМ	ДН
Массовая доля SiO_2 , не менее	95,0	94,0	94,0
Огнеупорность, С, не ниже	1710	1710	1690
Температура начала размягчения, С, не ниже	1650	1650	1640
Пористость открытая, %, не более, для изделий :			
- подовых	23	23	25
- стеновых	23	23	25
- остальных	23	23	25
Предел прочности при сжатии, Н/мм ² , не менее для изделий :			
подовых	25,0	22,50	17,50
остальных	25,0	22,50	17,50

Для футеровки электросталеплавильных печей используют динасовые изделия рис.11-18 (ГОСТ 1566-96). Динасовые изделия в зависимости от химического состава и применения подразделяются на марки ЭД и ЭД-1. Динасовые изделия марки ЭД с содержанием SiO_2 не менее 96,0 % применяют для футеровки электросталеплавильных печей вместимостью более 50 тонн, ЭД-1- с содержанием SiO_2 не менее 95,0 % - для футеровки печей вместимостью до 50 тонн. Размеры и назначение динасовых изделий рис.11-18 приведены в табл. 73- 80.

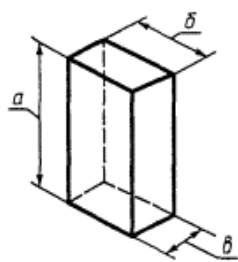


Рис. 11. Прямо кирпич

Таблица 73 Размеры и назначение прямого кирпича (ГОСТ 1566-96).

Номер изделия	Размеры, мм			Назначение
	а	б	в	
1	230	113	40	Для подбора замковых соединений
2	230	113	65	Для кладки рядов свода толщиной 230 в сочетании с клиновыми изделиями № 5 и № 7
3	300	150	65	Для кладки рядов свода толщиной 300 в сочетании с клиновыми изделиями № 6 и № 8

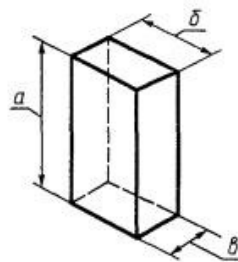


Рис. 12. Брусok

59

Таблица 74 Размеры и назначение бруска (ГОСТ 1566-96)

Номер изделия	Размеры, мм			Назначение
	а	б	в	
4	300	100	65	Для кладки рядов свода толщиной 300 в сочетании с прямым изделием № 3 и клиновыми № 8

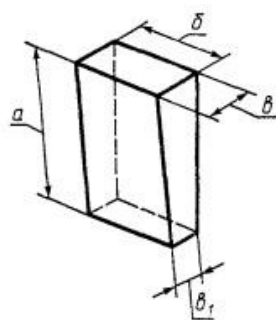
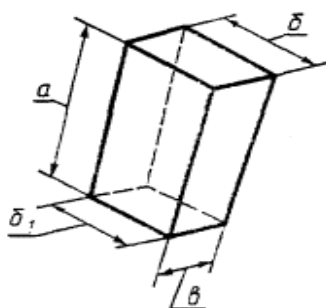


Рис.13 . Двухсторонний торцовы клин

Таблица 75. Размеры и налзначение двустороннего торцового клина(ГОСТ 1566-96)

Номер изделия	Размеры, мм				Назначение
	а	б	в	в 1	
5	230	113	65	55	Для кладки междуэлектродных арок и сводов толщиной 230 в сочетании с изделием № 2 и для кладки секторных Рядов свода в сочетании с клиновым изделием № 9
6	300	150	65	55	Для кладки междуэлектродных арок и сводов толщиной 300 в сочетании с изделием № 3 и для кладки секторных Рядов свода в сочетании с клиновым изделием № 10



60

Рис.14. Двухсторонни переходной клин

Таблица 76. Размеры и назначение двустороннего переходного клина(ГОСТ1566-96)

Номер изделия	Размеры, мм				Назначение
	а	б	б 1	в	
7	230	113	102	65	Для кладки секторных рядов свода толщиной 230 в сочетании с прямым

					изделием № 2
8	300	150	135	65	Для кладки секторных рядов свода толщиной 300 в сочетании с прямыми изделиями № 3 и № 4

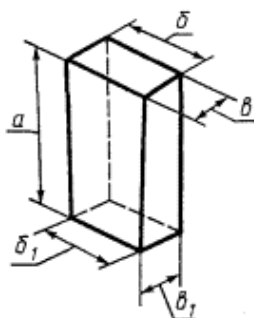


Рис.15. Двухсторонний пирамидальный клин

Таблица 77. Размеры и назначение двустороннего пирамидального клина(ГОСТ 1566-96)

Номер изделия	Размеры, мм					Назначение
	а	б	б 1	в	в 1	
9	230	113	102	65	55	Для кладки секторных рядов свода толщиной 230 в сочетании с клиновым изделием № 5
10	300	150	135	65	55	Для кладки секторных рядов свода толщиной 300 в сочетании с клиновым изделием № 6

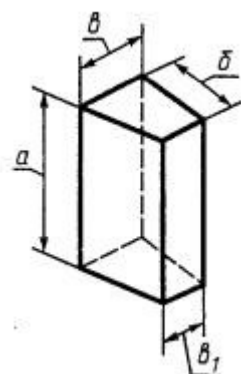


Рис. 16. Электродный кирпич

Таблица 78. Размеры и назначение электродного кирпича(ГОСТ 1566-96)

Номер изделия	Размеры, мм				Назначение
	а	б	в	в 1	
11	230	100	82	47	Для кладки колец электродных отверстий диаметром 270 и в сочетании с изделием № 12 для отверстий диаметром 305-440 сводов толщиной 230
12	230	100	88	62	Для кладки колец электродных отверстий диаметром 475 и в сочетании с изделием № 11 для отверстий диаметром 305-440 сводов толщиной 230
13	300	110	96	63	Для кладки колец электродных отверстий диаметром 420 и в сочетании с изделием № 14 для отверстий диаметром 450-600 сводов толщиной 300
14	300	110	96	71	Для кладки колец электродных отверстий диаметром 630 и в сочетании с изделием № 13 для отверстий диаметром 450-600 сводов толщиной 300

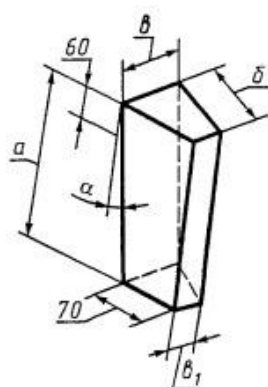


Рис. 17. Внешни электродный кирпич

Таблица 79. Размеры и назначение внешнего электродного кирпича (ГОСТ 1566-96)

Номер изделия	Размеры, мм					Назначение
	а	б	в	в 1	а	
15	360	110	96	63	7градусов 36 минут	Для кладки внешних полуколец электродных отверстий диаметром 420 и в сочетании с изделием № 16 для отверстий диаметром 450-600 сводов толщиной 300
16	360	110	96	71	7градусов 36 минут	Для кладки внешних полуколец электродных отверстий диаметром 630 и в сочетании с изделием № 15 для отверстий диаметром 450-600 сводов толщиной 300

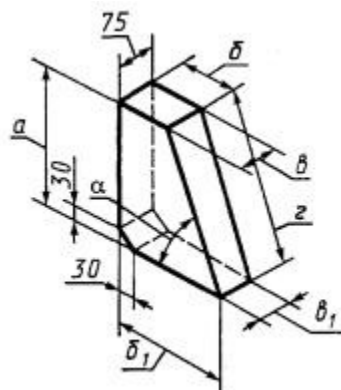


Рис. 18. Опорный кирпич

Таблица 80 Размеры и назначение опорного кирпича (ГОСТ 1566-96).

Номер	Размеры, мм							Назначение
	а	б	б 1	в	в 1	г	а	
17	210	93	180	70	65	22 7	67 градусов 30 минут	Для кладки опор сводов толщиной 230
18	270	108	220	71	67	29 2	67 градусов 30 минут	Для кладки опор сводов толщиной 300

Динасовые огнеупорные мертели общего назначения для связывания динасовых изделий в огнеупорной кладке по ГОСТ 5338-80 выпускают трех марок :

МД-94 – мертель динасовый с массовой долей SiO_2 не менее 94,0 % для агрегатов с рабочими температурами до 1650 С;

МД-92 – с массовой долей SiO_2 не менее 92,0% для агрегатов с рабочими температурами до 1550 С;

МД-90 – с массовой долей SiO_2 не менее 90,0 % для агрегатов с рабочими температурами до 1500 С.

Для повышения стойкости сводов сталеплавильных печей выпускаются изделия периклазохромитовые по ГОСТ 10888-93 «Изделия высокоогнеупорные периклазохромитовые для кладки сводов сталеплавильных печей»

Марки и характеристика изделий периклазохромитовых для кладки сводов сталеплавильных печей приведены в табл. 81(ГОСТ 10888-93).

Таблица 81 Марки и характеристика изделий периклазохромитовых (ГОСТ 10888-93)

Марка	Характеристика	Применение
ПХСП	Периклазохромитов	Своды плавильного пространства

	ые сводовые плотные	двухванных мартеновских печей вместимостью 850-900 т, работающих с повышенной удельной интенсивностью продувки ванны кислородом (8-12 мз/(т*ч)), с умеренной удельной интенсивностью продувки ванны кислородом (5-7 мз/(т*ч)) и электросталеплавильных печей вместимостью 50 т и более.
ПХСУТ	Периклазохромитовые сводовые уплотненные термостойкие	
ПХСУ	Периклазохромитовые сводовые уплотненные	Своды плавильного пространства мартеновских печей вместимостью 200-300 т, работающих с повышенной удельной интенсивностью продувки ванны кислородом (11-20 мз/(т*ч)), мартеновских печей вместимостью 400-650 т, работающих с умеренной удельной интенсивностью продувки ванны кислородом (5-10 мз/(т*ч)) и электросталеплавильных печей вместимостью менее 50 т
ПХСС	Периклазохромитовые водовые среднеплотные	Своды плавильного пространства мартеновских печей вместимостью 200-300 т, работающих с повышенной удельной интенсивностью продувки ванны кислородом (7-10 мз/(т*ч))
ПХССТ	Периклазохромитовые водовые среднеплотные термостойкие	Своды плавильного пространства мартеновских печей, работающих без продувки ванны кислородом, а также своды головок шлаковиков и регенераторов

Форма и размеры изделий периклазохромитовых для кладки сводов сталеплавильных печей должны соответствовать ГОСТ 10888-93 ;

- кирпич прямой марок 1-8 ,
- клин торцевой двухсторонний марок 9-27 ;
- клин ребровый двухсторонний марок 28-34;
- клин переходной(радиальный) двухсторонний марок 35-41;
- клин пирамидальный двухсторонний марок 42-46;
- кирпич фасонный опорный марок 47-49;
- кирпич пятовый марок 50-57;

4.2.ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Теплоизоляционные материалы применяют в составах теплоизоляционных надставок на прибыли. При заливке жидкого металла в форму очень быстро формируется корочка затвердевшего сплава по внешнему контуру отливки. Уменьшение объема жидкого металла внутри образовавшейся твердой корочки опережает объемную усадку самой твердой

оболочки. При отсутствии компенсации жидкого металла, компенсирующего уменьшение объема, образуются усадочные полости, называемые раковинами, которые являются дефектом отливок. Прибыль- это массивный технологический прилив к поверхности отливки, который обеспечивает поступление жидкого металла в затвердевающие части отливки и компенсирует усадку металла в отливке, обеспечивая ее питание. Для более эффективной работы прибыли ее открытую поверхность засыпают теплоизолирующим и материалами:

- асбест хризотилковый (хризотил) ГОСТ 12871-93;
- вермикулит вспученный ГОСТ 12865-67;
- песок перлитовый вспученный ГОСТ 10832-2009 марок 75,100,150,200,250 ;
- диатомит(кизельгур, инфузорная земля)- осадочная горная порода состоящая более чем на 80% из водного кремнезема;
- древесные опилки.

64

ГЛАВА 5. ОТЛИВКИ ЧУГУННЫЕ

5.1. ХАРАКТЕРИСТИКА ЧУГУНОВ

Чугун- сплав железа с углеродом с содержанием менее,2,14 % углерода. Углерод придает сплавам железа твердость, снижая пластичность и вязкость. Углерод в чугуне может содержаться в виде цементита и графита.

Механические свойства чугуна определяются его химическим составом и скоростью охлаждения залитого в форму металла. Основными структурными составляющими чугуна являются феррит, графит, цементит, перлит, аустенит, ледебурит.

Феррит представляет собой твердый раствор углерода в железе в количестве 0,02-0,03 % по массе при температуре 723 С. Имеет объемноцентрированную кубическую кристаллическую решетку. Феррит является фазовой составляющей перлита.

Графит- это минерал, кристаллическая модификация углерода С. Размер и форма графитовых включений зависят от химического состава чугуна, скорости охлаждения его в форме, от условий плавки и обработки жидкого металла, а также от режима термической обработки отливок. Величина и форма графитовых включений влияют на механические свойства чугуна: чем крупнее выделения пластинчатого графита в виде прямолинейных или искривленных пластинок графита, тем ниже механические свойства чугуна. Измельчение графита и придание ему шаровидной или хлопьевидной формы позволяет повысить механическую прочность чугуна.

Цементит- химическое соединение железа с углеродом (Fe_3C - карбид железа содержит 6,67 % углерода)- наиболее твердая и очень хрупкая составляющая структуры чугунов(твердость -1000 кгс/ мм²), которая образуется при охлаждении сплавов. Цементит повышает твердость чугунов.

Перлит- эвтектоидная смесь феррита и цементита, образующаяся в результате эвтектоидного распада аустенита при медленном охлаждении. Различают перлит пластинчатый и зернистый. В пластинчатом перлите феррит и цементит имеют форму пластинок, в

зернистом- округлые зерна цементита на фоне зерен феррита. Структура перлита зависит от скорости охлаждения- чем выше скорость охлаждения, тем она мельче. Твердость перлита составляет 300 кгс/мм².

Аустенит – твердый раствор углерода и легирующих элементов в железе. Максимальное содержание углерода в аустените – 2,03%. Аустенит отличается высокой вязкостью, пластичностью, низкой прочностью, высокой плотностью.

Ледебурит- эвтектическая смесь цементита и аустенита. Содержит 4,3% углерода. Образуется при температуре 1145 °С. При температуре ниже эвтектоидной(723 °С) аустенит превращается в перлит и, таким образом, при комнатной температуре ледебурит состоит из цементита и перлита.

Различное сочетание структурных составляющих придает чугуны широкую гамму разносторонних физико-механических свойств.

Белый чугун: в белых чугунах весь углерод находится в связанном виде(Fe₃ C). В зависимости от количества углерода делятся на эвтектические(4,3 % углерода) и заэвтектические (4,3-6,67 % углерода). Цементит в изломе имеет светлый оттенок. Поэтому такие чугуны называют белыми. Из белых чугунов путем отжига получают ковкие чугуны.

Серый чугун- сплав железа с углеродом, в котором углерод присутствует в виде графита пластинчатой формы, из-за чего излом такого чугуна имеет серый цвет. В зависимости от микроструктуры металлической матрицы и от количества связанного углерода серый чугун с пластинчатым графитом подразделяют на перлитный, перлито-ферритный и ферритный.

Перлитный чугун содержит 0,9 % связанного углерода; остальной графит находится в виде равномерно распределенных пластинок или шаров графита.

Перлито-ферритный чугун состоит из перлита, феррита и графита. Содержание связанного графита- 0,15-0,8%. Этот чугун обладает меньшей прочностью, хорошей обрабатываемостью и применяется для обычного литья.

Ферритный чугун состоит из феррита и графита. Содержание связанного углерода не более 0,15%. Графит имеет форму неравномерно распределенных пластин. Этот чугун обладает малой твердостью и прочностью, легко обрабатывается. Ферритный чугун имеет крупнозернистый излом темно-серого цвета.

Высокопрочный чугун с шаровидным графитом получают в результате модифицирования серого чугуна или повышения скорости кристаллизации отливок. Чугун с шаровидным графитом имеет значительно меньшую склонность к образованию трещин, имеет большую твердость и прочность при растяжении и изгибе чем серый чугун.

Ковкий чугун получают после длительного отжига белого чугуна, в результате чего образуется графит хлопьевидной формы. Металлическая основа ковкого чугуна- феррит, реже - перлит. Ковкий чугун обладает повышенной прочностью при растяжении, высокой пластичностью и вязкостью, а также высоким сопротивлением удару. Из ковкого чугуна изготавливают детали сложной формы.

5.2. ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА СТРУКТУРУ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧУГУНА

Углерод - понижает механическую прочность и способность чугуна к образованию отбела;

Кремний - регулирует количество связанного углерода в чугуне, способствует разложению цементита и выделению углерода в виде графита. Чугуны с низким содержанием кремния(1,091,5 %) имеют пониженную жидкотекучесть и увеличенную усадку. При подборе химического состава чугуна рекомендуется учитывать сумму углерода и кремния;

Марганец - в чугуне находится частично в виде химического соединения с серой, однако большая его часть растворена в железе. Марганец, растворенный в железе, вызывает измельчение графита и перлита, что способствует повышению механических свойств чугуна;

Фосфор - образует хрупкие соединения с железом и углеродом. Одновременно фосфор способствует повышению жидкотекучести чугуна и повышает износостойкость деталей.

Сера - препятствует графитизации и способствует образованию отбела и трещин в отливках, снижает жидкотекучесть чугуна и способствует увеличению усадки. При содержании серы более 0,14 % в отливках образуются газовые и усадочные раковины

Никель - способствует графитизации, разлагая структурно свободный цементит. Никель измельчает металлическую структуру чугуна, повышает прочность и сопротивление истиранию;

Хром - повышает твердость чугуна и прочность при высоких температурах. Совместная присадка никеля и хрома в количестве до 0,3% заметно повышает механические свойства чугуна. Хром способствует отбеливанию отливок.

Титан - является сильным раскислителем. Содержание титана в чугуне в количестве до 0,2 % способствует уменьшению раковин в отливках, а до 0,5% - заметно повышает механические свойства чугуна как в толстых так и в тонких сечениях отливок.

66

Медь - добавляется в количестве до 1,0% для уменьшения усадочной пористости и повышения плотности отливок.

Химические элементы вводятся в чугунные сплавы в виде лигатур(сплав чугуна с элементом).

5.3. ЧУГУН С ПЛАСТИНЧАТЫМ ГРАФИТОМ

Для изготовления отливок предусматриваются следующие марки чугуна : СЧ 10, СЧ 15, СЧ 20, СЧ 25, СЧ 30, СЧ 35. Условное обозначение марки включает буквы «СЧ»- серый чугун и цифры, указывающие минимальное временное сопротивление при растяжении

S_v в МПа (кгс/мм²). Временное сопротивление при растяжении чугуна в литом состоянии или после термической обработки должно соответствовать указанному в табл. 82.

Таблица 82

Марка чугуна	Временное сопротивление при растяжении S_v в МПа(кгс/ мм ²), не менее
СЧ 10	100 (10)
СЧ 15	150 (15)
СЧ 18	180(18)
СЧ 20	200 (20)
СЧ 21	210 (21)
СЧ 24	240 (24)
СЧ 25	250 (25)
СЧ 30	300 (30)
СЧ 35	350 (35)

Химический состав чугуна с пластинчатым графитом приведен в табл. 83.

Таблица 83. Химический состав чугуна с пластинчатым графитом для отливок
(ГОСТ 1412-85).

Марка	Массовая доля элемента, %				
	Углерод	Кремний	Марганец	Фосфор	Сера
				Не более	
СЧ 10	3,5 - 3,7	2,2 - 2,6	0,5 - 0,8	0,3	0,15
СЧ 15	3,5 - 3,7	2,0 - 2,4	0,5 - 0,8	0,2	0,15
СЧ 20	3,3 - 3,5	1,4 - 2,4	0,7 - 1,0	0,2	0,15
СЧ 25	3,2 - 3,4	1,4 - 2,2	0,7 - 1,0	0,2	0,15
СЧ 30	3,0 - 3,2	1,3 - 1,9	0,7 - 1,0	0,2	0,12
СЧ 35	2,9 - 3,0	1,2 - 1,5	0,7 - 1,1	0,2	0,12

Физические свойства чугуна с пластинчатым графитом приведены в табл. 84.

Таблица 84. Физические свойства чугуна с пластинчатым графитом для отливок
(ГОСТ 1412-85)

	Плотность, г, кг/м ³	Линейная усадка, е, %	Модуль упругости при растяжении и Е x 10 ⁻² , МПа	Удельная теплоемкость при температуре от 20° С до 200° С, G, Дж/(Кг x К)	Коэффициент линейного расширения при температуре от 20° С до 200° С, α 1/град С	Теплопроводность при 20° С, Вт (м x К)
СЧ 10	6,8 x 10 ³	1,0	От 700 до 1100	460	8,0 x 10 ⁻⁶	60
СЧ 15	7,0 x 10 ³	1,1	От 700 до 1100	460	9,0 x 10 ⁻⁶	59
СЧ 20	7,1 x 10 ³	1,2	От 850 до 1100	480	9,5 x 10 ⁻⁶	54
СЧ 25	7,2 x 10 ³	1,2	От 900 до 1100	500	10,0 x 10 ⁻⁶	50
СЧ 30	7,3 x 10 ³	1,2	От 1200 до 1450	525	10,5 x 10 ⁻⁶	46
СЧ 35	7,4 x 10 ³	1,2	От 1300 до 1550	545	11,0 x 10 ⁻⁶	42

В табл. 85. приведены ориентировочные составы чугунов с пластинчатым графитом для отливок в зависимости от толщины стенки и требуемой прочности.

Таблица 85

Требуемая прочность кгс/мм 2	Толщи на от ливки, мм	Массовая доля элементов, %					
		углерод	кремний	марганец	фосфор	сера	хром
					не более		
15	Менее 10	3,2 - 3,8	2,4-2,7	0,5-0,8	0.65	0.15	-
15	10-20	3,2 – 3,8	2,3-2,6	0,5-0,8	0,65	0.15	-
15	20 - 30	3,1 – 3,6	2,2-2,5	0,5-0,8	0,65	0,14	-
15	Более 30	3,0 – 3,5	2,1-2,5	05,-0,8	0,5	0,10	-
20	Менее 20	3,2 -3,5	2,0-2,3	0,5-0,8	0,65	0,14	-
20	20-30	3,1-3,4	1,9-2,2	0,5-0,8	0,65	0,14	-
20	30-40	3,1-3,3	1,8-2,1	0,6-0,9	0,40	0,17	0,15
20	Более 40	3,0-3,3	1,6 -2,0	0,7-1,0	0,30	0,17	0,20
25	Менее 20	3,0-3,4	1,7-2,1	0,7-1,1	0,30	0,12	0,03
25	20-30	2,9-3,3	1,4-1,9	0,7-1,2	0,25	0,12	0,4
25	30-40	2,4-3,2	1,7-1,6	0,8-1,5	0,20	0,12	0,5
25	Более 40	2,8-3,2	1,0-1,6	0,9-1,5	0,20	0,12	0,5
30	20-30	2,8-3,2	1,4-1,8	1,0-1,4	0,35	0,12	0,2-0,3
30	30-40	2,8-3,1	1,3-1,7	1,1-1,5	0,30	0,12	0,2-0,4
30	Более 40	2,8-3,1	1,0-1,6	1,1-1,5	0,25	0,12	0,3-0,5
35	25-30	2,8-3,1	1,3-1,7	1,0-1,4	0,30	0,12	0,2-0,3
35	30-40	2,7-3,0	1,2-1,6	1,1-1,5	0,25	0,12	0,3-04
35	Более 40	2,7-3,0	0,9-1,6	1,1-1,5	0,20	0,12	0,4-0,5
40	30-40	2,7-3,1	1,0-1,6	1,1-1,5	0,25	0,12	0,3-0,4
40	Более 40	2,7-3,0	0,8-1,5	1,1-1,5	0,20	0,12	0,4-05

5.4. ЧУГУН ВЫСОКОПРОЧНЫЙ С ШАРОВИДНЫМ

ГРАФИТОМ

Высокопрочный чугун с шаровидным (вермикулярным) графитом обладает хорошими литейными свойствами - высокой текучестью, незначительной склонностью к образованию трещин. В то же время склонность к образованию усадочных трещин и литейных напряжений выше чем у серого чугуна с пластинчатым графитом и соответствует уровню стали и ковкого чугуна. Высокие физико-механические свойства высокопрочного чугуна обусловлены шаровидной формой графита. Образование графита шаровидной формы зависит от многих факторов-состава металла, условий модифицирования, условий плавки. Большое влияние на образование шаровидного графита оказывает содержание магния и других сфероидизаторов и скорость охлаждения отливок – чем больше скорость, тем более правильная шаровидная форма графита и меньше его размеры. Марки и механические свойства чугуна с вермикулярным(шаровидным) графитом должны соответствовать ГОСТ 7293-85.

Таблица 86. Марки и механические свойства чугунов с шаровидным графитом

(ГОСТ 7293-85).

Марка чугуна	Временное сопро- тивление при растяжении, МПа (кгс/ мм 2)	Условный предел текучести, МПа (кгс / мм 2)	Относитель ное удлинение, %, не менее	Твердость по Бринеллю, НВ
ВЧ 35	350 (35)	220 (22)	22	140 -170
ВЧ 40	400 (40)	250 (25)	15	140 – 202
ВЧ 45	450 (45)	310 (31)	10	140 – 225
ВЧ 50	500 (50)	320 (32)	7	153 – 245
ВЧ 60	600 (60)	370 (37)	3	192 – 277
ВЧ 70	700 (70)	420 (42)	2	228 – 302
ВЧ 80	800 (80)	480 (48)	2	248 – 351
ВЧ 100	1000 (100)	700 (70)	2	270 - 360

Рекомендуемый химический состав высокопрочного чугуна с шаровидным графитом приведен в табл. 87.

Таблица 87. Рекомендуемый химический состав высокопрочного чугуна (ГОСТ 7293-85).

Марка чугуна	Массовая доля элементов, %										
	углерод			кремний			мар га нец	фос фор	сера	хром	мед ь
	Толщина стенки отливки, мм							не более			
	до	св.5	св.	до	св.5	св.					

	50	0 до 100	100	50	0 до 100	100					
ВЧ 35	3,3- 3,8	3,0- 3,5	2,7- 3,2	1,9- 2,9	1,3- 1,7	0,8- 1,5	0,2- 0,6	0,1	0,02	0,05	-
ВЧ 40	3,3- 3,8	3,0- 3,5	2,7- 3,2	1,9- 2,9	1,2- 1,7	0,5- 1,5	0,2- 0,6	0,1	0,02	0,1	-
ВЧ 45	3,3- 3,8	3,0- 3,5	2,7- 3,2	1,9- 2,9	1,3- 1,7	0,5- 1,5	0,3- 0,7	0,1	0,02	0,1	-
ВЧ 50	3,2- 3,7	3,0- 3,3	2,7- 3,2	1,9- 2,9	2,- 2,6	0,8- 1,5	0,3- 0,7	0,1	0,02	0,15	-
ВЧ 60	3,2- 3,6	3,0- 3,3	-	2,4- 2,6	2,4- 2,8	-	0,4- 0,7	0,1	0,02	0,15	0,3
ВЧ 70	3,2- 3,6	3,0- 3,3	-	2,6- 2,9	2,6- 2,9	-	0,4- 0,7	0,1	0,015	0,15	0,4
ВЧ 80	3,2- 3,6	-	-	2,6- 2,9	-	-	0,4- 0,7	0,1	0,01	0,15	0,6
ВЧ 100	3,2- 3,6	-	-	3,0- 3,8	-	-	0,4- 0,7	0,1	0,01	0,15	0,6

Отливки из высокопрочного чугуна имеют широкое применение в промышленном производстве. Высокопрочный чугун ВЧ 40, ВЧ 45 и ВЧ 50 используют для отливок деталей прокатного и кузнечно-прессового оборудования массой от 300 до 7800 кг, деталей дробильно-размольного оборудования массой до 7000 кг, деталей турбин массой до 365 тонн, для изготовления коленчатых валов двигателей массой 10-2000 кг и более. Высокопрочный чугун марок ВЧ 60 и ВЧ 70 используют для отливок деталей зубных передач и подъемно-транспортного оборудования, несущих переменные нагрузки.

5.5. ОТЛИВКИ ИЗ КОВКОГО ЧУГУНА

Ковкий чугун получают путем отжига отливок из белого чугуна, в результате чего графит приобретает хлопьевидную форму, что обеспечивает характерные свойства сплава. Ковкий чугун применяют преимущественно для отливок с толщиной стенок 30-50 мм, что связано с необходимостью обеспечить получение структуры белого чугуна в литье и однородность строения и свойств во всех сечениях отливки как до так и после отжига. При конструировании отливок из ковкого чугуна необходимо добиваться равномерности толщин стенок, плавности переходов и отсутствия массивных тепловых узлов. Основные преимущества ковкого чугуна заключаются в однородности его свойств по сечению, отсутствии напряжений в отливках. Ковкий чугун обладает высокими механическими свойствами и хорошо обрабатывается. На поверхности отливок из ковкого чугуна допускается перлитная кайма и обезуглероженный слой толщиной до 1,2 мм. Механические свойства ферритного и перлитного классов ковкого чугуна должны соответствовать ГОСТ 1215-79 «Отливки из ковкого чугуна». Марки и свойства ковкого чугуна приведены в табл. 88.

Таблица 88. Марки и свойства ферритного и перлитного ковкого чугуна (ГОСТ 1215-79).

Марка чугуна	Временное сопротивление разрыву, МПа (кгс/мм ²)	Относительное удлинение, %, не менее	Твердость по Бринеллю, НВ
КЧ 30-6	294 (30)	6	100 - 163
КЧ 33-8	323 (33)	8	100 - 163
КЧ 35-10	333 (35)	10	100 - 163
КЧ 37-12	361 (37)	12	110 - 163
КЧ 45-7	441 (45)	7*	150 - 207
КЧ 50-5	490 (50)	5*	170 - 230
КЧ 55-4	539 (55)	4*	192 - 241
КЧ 60-3	588 (60)	3	200 - 269
КЧ 65-3	637 (65)	3	212 - 269
КЧ 70-2	686 (70)	2	241 - 285
КЧ 80-1,5	784 (80)	1,5	270 - 320

*По согласованию с потребителем допускается понижение на 1,0 %.

70

Ковкий чугун используют для изготовления тонкостенных отливок сложной конфигурации в автомобилестроении - детали шасси, подвески, картеры мостов, втулки, рычаги (КЧ 35, КЧ 40); редукторы, коробки дифференциалов и др. корпусные детали (КЧ 45, КЧ 50, КЧ 60), а также мелких отливок - фитинги, пробки, барашки (КЧ 35).

5.6. ЧУГУН ЛЕГИРОВАННЫЙ ДЛЯ ОТЛИВОК СО СПЕЦИАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ (ГОСТ 7769-82)

Чугун, содержащий больше 3,0% легирующих элементов, называют легированным. Введение в состав чугуна специальных добавок(хром, никель, молибден, алюминий, медь, цирконий и др.) придают чугуну определенные свойства- например, делают его более износостойким, жаростойким, коррозионностойким или антифрикционным.

Легированные чугуны подразделяются на виды и марки в зависимости от преобладания легирующего элемента и по назначению. Химический состав и свойства легированных чугунов регламентируются ГОСТ 7769-82 «Чугун легированный для отливок со специальными свойствами». Виды и марки легированных чугунов приведены в табл. 89.

Таблица 89 Виды и марки легированных чугунов (ГОСТ 7769-82).

Вид чугуна		Марка	Свойства отливок
	Низколегированные	ЧХ1	Жаростойкие
		ЧХ2	Жаростойкие
		ЧХ3	Жаростойкие, износостойкие
		ЧХЗТ	Износостойкие

Хроми стые	Высоколегированные	ЧХ9Н5	Износостойкие
		ЧХ16	Жаростойкие, износостойкие
		ЧХ16М2	Износостойкие
		ЧХ22	
		ЧХ22С	Коррозионно- стойкие и жаростойкие
		ЧХ28	
		ЧХ28П	Стойкие в цинковом расплаве
		ЧХ 28Д2	Износостойкие и коррозионно- стойкие
		ЧХ32	Жаростойкие и износостойкие
Крем нистые	Низколегированные	ЧС5	Жаростойкие
		ЧС5Ш	
	Высоколегированные	ЧС13	Коррозионностойки е в жидкой среде
		ЧС15	
		ЧС17	
		ЧС15М4	
		ЧС17М3	
Алюми ниевые	Низколегированные	ЧЮХШ	Жаростойкие
	Высоколегированные	ЧЮ6С5	Жаростойкие и износостойкие
		ЧЮ7Х2	
		ЧЮ22Ш	Жаростойкие и износостойкие при высокой температуре
		ЧЮ30	
Марган це вые	Высоколегированные	ЧГ6С3Ш	Износостойкие
		ЧГ7Х4	
		ЧГ8Д3	Маломагнитные, износостойкие
Никеле вые	Низколегированные	ЧНХТ	Коррозионно- стойкие в газовых средах двигателей внутреннего сгорания
		ЧНХМД	
		ЧНМШ	
		ЧНДХМШ	Коррозионно- стойкие в газовых средах двигателей внутреннего Сгорания повышенной прочности
		ЧН2Х	Износостойкие
		ЧН4х2	
		ЧН3ХМДШ	Износостойкие повышенной прочности
	Высоколегирован ные	ЧН4Х2	Износостойкие
		ЧН11Г7Ш	Жаропрочные и маломагнитные
		ЧН15Д3Ш	
		ЧН15Д7	Износостойкие в двигателях

		ЧН19ХЗШ	Жаропрочные и маломагнитные
		ЧН20Д2Ш	Жаропрочные, хладостойкие и маломагнитные

В обозначении марок чугуна буквы обозначают : Ч- чугун; легирующие элементы: Х-хром, С-кремний, Г- марганец, Н-никель, Д-медь, М- молибден, Т-титан, П-фосфор, Ю- алюминий; буква Ш указывает, что графит в чугуне имеет шаровидную форму. Цифры, стоящие после буквы , означают примерную массовую долю основных легирующих элементов.

Марки жаростойкого чугуна должны обладать сопротивлением окислению не более 0,5 г/м²-ч увеличения массы и росту не более 0,2% при температуре эксплуатации в течение 150 часов.

Химический состав легированных чугунов приведен в табл. 90.

Таблица 90. Химический состав легированных чугунов (ГОСТ 7769-82)

Марка чугуна	Массовая доля элементов, %											
	угле рода	кре ния	мар ган ца	фос фо ра	се ры	хро ма	ни ке ля	Ме ди	ва на дия	мо либ де на	тита на	алю ми ния
	не более											
ЧХ1	3,0- 3,8	1,5- 2,5	1,0	0,30	0,12	0,40- -1,00	-	-	-	-	-	-
ЧХ2	3,0- 3,8	2,0- 3,0	1,0	0,30	0,12	2,01- 2,00	-	-	-	-	-	-
ЧХ3	3,0- 3,8	2,8- 3,8	1,0	0,30	0,12	2,01- 3,00	-	-	-	-	-	-
ЧХЗТ	2,6- 3,6	0,7- 1,5	1,0	0,30	0,12	2,01- 3,00	-	0,5- 0,8	-	-	0,7- 1,0	-
ЧХ9Н5	2,8- 3,6	1,2- 2,0	0,5- 1,5	0,06	0,10	8,0- 9,50	4,0 - 6,0	-	-	0,0- 0,4	-	-
ЧХ16	1,6- 2,4	1,5- 2,2	1,0	0,10	0,05	13 -19	-	-	-	-	-	-
ЧХ16М2	2,4- 3,6	0,5- 1,5	1,5- 2,5	0,10	0,05	13- 19	-	1,0- 1,5	-	0,5- 2,0*	-	-
ЧХ22	2,4- 3,6	0,2- 1,0	1,5- 2,5	0,10	0,08	19- 25	-	-	0,15- 0,35	-	0,15- 0,35	-
ЧХ22С	0,6- 1,0	3,0- 4,0	1,0	0,10	0,08	19- 25	-	-	-	-	-	-
ЧХ28	0,5- 1,6	0,5- 1,5	1,0	0,10	0,08	25- 30	-	-	-	-	-	-
ЧХ28П	1,8- 3,0	1,5- 2,5	1,0	0,8- 1,5	0,08	25- 30	-	-	-	-	-	-
ЧХ28Д2	2,2- 3,0	0,5- 1,5	1,5- 2,5	0,10	0,08	25- 30	0,4 - 0,8	1,5- 2,5	-	-	-	-
ЧХ32	1,6- 3,2	1,5- 2,5	1,0	0,10	0,08	30- 34	-	-	-	-	0,1- 0,3	-
ЧС5	2,5- 3,2	4,5- 6,0	0,8	0,30	0,12	0,5- 1,0	-	-	-	-	-	-
ЧС5Ш	2,7- 3,2	4,5- 6,0	0,8	0,10	0,03	0,0- 1,0	-	-	-	-	-	0,1-

	3,3	5,5				0,2						0,3
ЧС13	0,6-1,4	12-14	0,8	0,10	0,07	-	-	-	-	-	-	-
ЧС15	0,3-0,8	14-16	0,8	0,10	0,07	-	-	-	-	-	-	-
ЧС15М4	0,5-0,9	14-16	0,8	0,10	0,10	-	-	-	-	3,0-4,0	-	-
ЧС17	0,3-0,5	16-18	0,8	0,10	0,07	-	-	-	-	-	-	-
ЧС17М3	0,3-0,6	16-18	1,0	0,30	0,10	-	-	-	-	2,0-3,0	-	-
ЧЮХШ	3,0-3,8	2,0-3,0	0,5	0,10	0,03	0,4-1,0	-	-	-	-	-	0,6-1,5
ЧЮ6С5	1,8-2,4	4,5-6,0	0,8	0,30	0,12	-	-	-	-	-	-	5,5-7,0
ЧЮ7Х2	2,5-3,0	1,5-3,0	1,0	0,300,02	1,5-3,0	-	-	-	-	-	-	5,0-9,0
ЧЮ22Ш	1,6-2,5	1,0-2,0	0,8	0,20	0,03	-	-	-	-	-	-	19-25
ЧЮ30	1,0-1,2	0,0-0,5	0,7	0,04	0,08	-	-	-	-	-	0,05-0,12	-
ЧГ6С3Ш	2,2-3,0	2,0-3,5	4,0-7,0	0,06	0,03	0,0-0,15	-	-	-	0,5-1,0	-	0,5-1,5
ЧГ7Х4	3,0-3,8	1,4-2,0	6,0-8,0	0,10	0,05	3,0-5,0	-	-	-	-	-	-
ЧГ8Д3	3,0-3,8	2,0-2,5	7,0-9,0	0,30	0,10	-	0,8-1,5	2,5-3,5	-	-	-	0,5-1,0
ЧНХТ	2,7-3,4	1,4-2,0	0,8-1,6	0,3-0,6	0,15	0,2-0,6	0,3-0,7	-	-	-	0,05-0,12	-
ЧНХМД	2,8-3,2	1,6-2,0	0,8-1,2	0,15	0,12	0,2-0,7	0,7-1,6	0,2-0,5	-	0,2-0,7	-	-
ЧНХМДШ	3,0-3,6	2,0-2,8	0,6	0,08	0,03	0,2-0,4	0,6-1,0	0,5-0,8	-	0,2-0,6	-	-
ЧНМШ	2,8-3,8	1,7-3,2	0,8-1,2	0,10	0,03	0,0-0,1	0,8-1,5	-	-	0,3-0,7	-	-
ЧН2Х	3,0-3,6	1,2-2,0	0,6-1,0	0,25	0,12	0,4-0,6	1,5-2,0	-	-	-	-	-
ЧН3ХМДШ	3,0-3,6	2,0-2,8	0,8	0,08	0,3	0,2-0,5	2,5-4,5	0,7-1,5	-	0,4-1,0	-	-
ЧН4Х2	2,8-3,6	0,0-0,1	0,8-1,3	0,30	0,15	0,8-2,5	3,5-5,0	-	-	-	-	-
ЧН11Г7Ш	2,3-3,0	1,8-2,5	5,0-8,0	0,08	0,03	1,5-2,5	10-12	-	-	-	-	-
ЧН15Д7	2,2-3,0	2,0-2,7	0,5-1,6	0,30	0,10	1,5-3,0	14-16	5,0-8,0	-	-	-	-
ЧН15Д3Ш	2,5-3,0	1,4-3,0	1,3-1,8	0,08	0,03	0,6-1,0	14-16	3,0-3,5	-	-	-	-
ЧН19Х3Ш	2,3-	1,8-	1,0-	0,10	0,03	1,5-	18-	-	-	-	-	-

	3,0	2,5	1,6			3,0	20					
ЧН20Д2Ш	1,8-2,5	3,0-3,5	1,5-2,0	0,03	0,01	0,5-1,0	19-21	1,5-2,0	-	-	-	0,0-0,3

*При массовой доле хрома 13-16% и 16-19% рекомендуется массовая доля молибдена соответственно 2,0-1,5% и 1,5-0,5%.

Примечания: 1. Низколегированные чугуны всех видов, а также высоколегированные марганцевые и никелевые за исключением марок ЧН2Х, ЧХЗЕ, ЧГ7Х4, ЧНЧХ2 модифицируют 75%-ным ферросилицием или другими графитизирующими присадками.

2. В хромистых чугунах и в чугунах с шаровидным графитом допускается массовая доля никеля до 1,0% или меди до 1,5%, вводимых природнолегированным чугуном, легированным стальным ломом или магнийсодержащей лигатурой.

Таблица 91. Механические свойства легированных чугунов (ГОСТ 7769-82).

Марка чугуна	Временное сопротивление Мпа, не менее		Относительное удлинение, %	Твердость, НВ	Марка чугуна	Временное сопротивление Мпа, не менее		Относительное удлинение, %	Твердость, НВ
	растяжению	изгибу				растяжению	изгибу		
ЧХ1	170	350	-	207-286	ЧЮХШ	390	590	-	187-364
ЧХ2	150	310	-	207-286	ЧЮ6С5	120	240	-	235-300
ЧХЗ	150	310	-	228-364	ЧЮ7Х2	120	170	-	240-286
ЧХЗТ	200	400	-	440-590	ЧЮ22Ш	290	390	-	241-364
ЧХ9Н5	350	400	-	490-610	ЧЮ30	200	350	-	364-550
ЧХ16	350	700	-	400-450	ЧГ6СЗШ	490	680	-	219-259
ЧХ16М2	170	490	-	490-610	ЧГ7Х4	150	330	-	390-450
ЧХ22	290	540	-	330-610	ЧГ8ДЗ	150	330	-	176-285
ЧХ22С	290	540	-	215-340	ЧНХТ	280	430	-	201-286
ЧХ28	370	560	-	215-270	ЧНХМД	290	690	-	201-286
ЧХ28П	200	400	-	245-390	ЧНХМДШ	600	-	-	270-320
ЧХ28Д2	390	690	-	390-640	ЧНМШ	490	-	2	183-286
ЧХ32	290	490	-	245-340	ЧН2Х	290	490	-	215-280
ЧС5	150	290	-	140-300	ЧНЗХМДШ	550	-	-	350-550

ЧС5Ш	290	-	-	228-300	ЧН4Х2	200	400	-	400-650
ЧС13	100	210	-	290-390	ЧН11Г7Ш	390	-	4	120-225
ЧС15	60	170	-	290-390	ЧН15Д7	150	350	-	120-297
ЧС17	40	140	-	390-450	ЧН15Д3Ш	340	-	4	120-255
ЧС15М4	60	140	-	390-450	ЧН19Х3Ш	340	-	4	120-255
ЧС17М3	60	100	-	390-450	ЧН20Д2Ш	500	-	25	120-220

Примечание. Прочность и твердость высокохромистых, марганцевых и никелевых чугунов после нормализации и низкотемпературного отпуска.

Таблица 9 2. Виды термической обработки отливок из легированных чугунов

(ГОСТ 7769-82)

Термобработка и ее назначение	Режим*			Виды чугуна
	Температура, К	Выдержка, ч	Охлаждение	
Высокотемпературный графитизирующий отжиг для уменьшения твердости и содержания структурно свободного цемента	1173-1223	6-12	с печью	Низколегированные чугуны всех видов, за исключением износостойких
	1133-1153	1-2	с печью	Высоколегированные кремнистые
Гомогенизирующая выдержка с нормализацией для снижения магнитной проницаемости, твердости, а также повышения пластичности и прочности	1253-1313	4-6	на воздухе (в масле или жидком стекле)	Высоколегированные чугуны марганцовистые и никелевые, исключая марки ЧН4Х2 и ЧГ7Х4
Нормализация для повышения твердости отливок	1323-1373	1-2	на воздухе	Высокохромистые износостойкие
	1133-1153	1-2	на воздухе	Низколегированные хромистые, алюминиевые и никелевые чугуны, а также износостойкие ЧГ7Х4, ЧН4Х2
Отпуск после отливки или нормализации	473-523	2-3	с печью	Для всех видов чугуна, кроме высоко

для снятия внутренних напряжений				хромистых и высокоалюминиевых
	793-833	3-4	с печью	Для высоколегированного хромистого и алюминиевого чугуна
Отжиг и высокий отпуск для снижения твердости и улучшения обрабатываемости	963-1023	6-12	с печью	Высоколегированные чугуны
	933-963	6-12	с печью	Низколегированные чугуны
Отпуск для уменьшения ползучести жаропрочных отливок (повышается магнитная проницаемость из-за выпадения мелкодисперсного цементита)	723-923	4-6	с печью	Высоколегированный чугун с шаровидным графитом

- Время нагрева выбирается в зависимости от размеров и массы деталей.

Таблица 93. Показатели прочности при растяжении жаростойких чугунов при повышенных температурах (ГОСТ 7769-82)

Марка чугуна	Предел прочности при растяжении, МПа, при температуре К				
	773	873	973	1073	1173
ЧХ1	196	147	68	29	-
ЧХ2	196	147	78	29	-
ЧХ3	167	147	88	29	-
ЧХ16	440	294	137	88	-
ЧХ32	392	294	196	98	68
ЧС5	118	98	49	19	-
ЧС5Ш	440	382	118	39	-
ЧЮХШ	343	235	130	78	-
ЧЮ7Х2	294	226	157	29	-
ЧЮ6С5	118	98	49	19	-
ЧЮ22Ш	245	275	168	137	78

Таблица 94. Механические свойства(кратковременные испытания) и модуль нормальной упругости чугунов с шаровидным графитом(ГОСТ 7769-82)

Марка чугуна	Предел прочности при растяжении, МПа	Предел текучести при растяжении, МПа	Относительное удлинение, %	Ударная вязкость, Дж/см ²	Модуль нормальной упругости, МПа
	Не менее				
ЧН19ХЗШ	250	180	2,0	2,0	11 x 10 ⁴
ЧН11Г7Ш	300	180	10,0	2,0	12 x 10 ⁴
ЧЮ22Ш	350	-	0,5	0,5	13 x 10 ⁴

Таблица 95. Длительная прочность и скорость ползучести чугунов с шаровидным

графитом при высокой температуре (ГОСТ 7769-82)

Марка чугуна	Длительная прочность при 873 ° К		Скорость ползучести, % / ч, при напряжении 40 МПа
	напряжения, МПа	время разрушения, ч	
ЧН16ХН ₂ Ш	120	1000	1,0 x 10 ⁻⁴ (873К)
			2,0 x 10 ⁻⁴ (973К)*
ЧН11Г7Ш	120	1000	1,8 x 10 ⁻⁴ (873К)
ЧЮ22Ш	100	1000	4,0 x 10 ⁻⁵ (973К) *

- Скорость ползучести при температуре 973 К и напряжении 30 Мпа.

Таблица 96. Химический состав высоконикелевого чугуна с пластинчатым и

шаровидным графитом (ГОСТ 7769-82)

Марка чугуна	Массовая доля элементов, %						
	C	Si	Mn	Ni	Cr	Cu	P
	не более					не более	
L-NiMn 1 3 7	3,0	1,5-3,0	6,0-7,0	12,0-14,0	0,2	0,5	-
L-NiCuCr 15 6 2	3,0	1,0-2,8	0,5-1,5	13,5-17,5	1,0-2,5	5,5-7,5	-
L-NiCuCr 15 6 3	3,0	1,0-2,8	0,5-1,5	13,5-17,5	2,5-3,5	5,5-7,5	-
L-NiCr 20 2	3,0	1,0-2,8	0,5-1,5	18,0-22,0	1,0-2,5	0,5	-
L-NiCr 20 3	3,0	1,0-2,8	0,5-1,5	18,0-22,0	2,5-3,5	0,5	-
L-NiSiCr 20 5 3	2,5	4,5-5,5	0,5-1,5	18,0-22,0	1,5-4,5	0,5	-
L-NiCr 30 3	2,5	1,0-2,0	0,5-1,5	28,0-32,0	2,5-3,5	0,5	-
L-NiSiCr 30 5 5	2,5	5,0-6,0	0,5-1,5	29,0-32,0	4,5-5,5	0,5	-
L-Ni 35	2,4	1,0-2,0	0,5-1,5	34,0-36,0	0,2	0,5	-
S-NiMn 1 3 7	3,0	2,0-3,0	6,0-7,0	12,0-14,0	0,2	0,5	0,08
S-NiCr 20 2	3,0	1,5-3,0	0,5-1,5	18,0-22,0	1,0-2,5	0,5	0,08
S-NiCr 20 3	3,0	1,5-3,0	0,5-1,5	18,0-22,0	2,5-3,5	0,5	0,08
S-NiSiCr 20 5 2	3,0	4,5-5,5	0,5-1,5	18,0-22,0	1,0-2,5	0,5	0,08
S-Ni 22	3,0	1,0-3,0	1,5-2,5	21,0-24,0	0,5	0,5	0,08
S-NiMn 23 4	2,6	1,5-2,5	4,0-4,5	22,0-24,0	0,2	0,5	0,08
S-NiCr 30 1	2,6	1,5-3,0	0,5-1,5	28,0-32,0	1,0-1,5	0,5	0,08
S-NiCr 30 3	2,6	1,5-3,0	0,5-1,5	28,0-32,0	2,5-3,5	0,5	0,08

S-NiSiCr 30 5 5	2,6	5,0-6,0	0,5-1,5	28,0-32,0	4,5-5,5	0,5	0,08
S-Ni 35	2,4	1,5-3,0	0,5-1,5	34,0-36,0	0,2	0,5	0,08
S-NiCr 35 3	2,4	1,5-3,0	0,5-1,5	34,0-36,0	2,0-3,0	0,5	0,08

Примечание: В марках S-NiCr 30 3, S-NiSiCr 30 5 5, S-Ni 35 допускается 0,8-1,1 % Мо для скорости ползучести менее $0,5 \times 10^{-4}$ % / ч при 600 С и 40 МПа или $1,0 \times 10^{-4}$ % / ч при 700 С и 30 МПа.

Таблица 97. Механические свойства высоконикелевых чугунов с пластинчатым и шаровидным графитом (ГОСТ 7769-82).

Марка чугуна	Механические свойства				
	Временное сопротивление при растяжении, МПа	Предел текучести, МПа	Относительное удлинение, %	Модуль Упругости Е, ГПа	Твердость По Бринеллю, НВ
L-NiMn 1 3 7	140-220	-	-	70-90	120-150
L-NiCuCr 15 6 2	170-210	-	2	85-105	140-200
L-NiCuCr 15 6 3	190-240	-	1-2	98-113	150-250
L-NiCr 20 2	170-210	-	2-3	85-105	120-215
L-NiCr 20 3	190-240	-	1-2	98-113	160-250
L-NiSiCr 20 5 3	190-280	-	2-3	110	140-250
L-NiCr 30 3	190-240	-	1-3	98-113	120-215
L-NiSiCr 30 5 5	170-240	-	-	105	150-210
L-Ni 35	120-180	-	1-3	74	120-140
S-NiMn 1 3 7	390-460	210-260	15-25	140-150	130-170
S-NiCr 20 2	370-470	210-250	7-20	140-150	130-170
S-NiCr 20 3	390-490	210-260	7-15	112-133	150-225
S-NiSiCr 20 5 2	370-430	210-260	10-18	112-133	180-230
S-Ni 22	370-440	170-250	20-40	85-112	130-170
S-NiMn 23 4	440-470	210-240	25-45	120-140	150-180
S-NiCr 30 1	370-440	210-270	13-18	112-130	130-190
S-NiCr 30 3	370-470	210-260	7-18	92-105	140-200
S-NiSiCr 30 5 5	390-490	240-310	1-4	91	170-250
S-Ni 35	370-410	210-240	20-40	112-140	130-180
S-NiCr 35 3	370-440	210-290	7-10	112-123	140-190

Таблица 98. Основные эксплуатационные свойства и область применения

легированных чугунов (ГОСТ 7769-82)

Марка чугуна	Эксплуатационные свойства	Применение
--------------	---------------------------	------------

	чугуна	
ЧХ1	Повышенная коррозионная стойкость в газовой, воздушной, щелочной средах в условиях трения и износа. Жаростойкий в воздушной среде до 773 К	Холодильные плиты доменных печей, колосники агломерационных машин, детали коксохимического оборудования, сероуглеродные реторты, детали газотурбинных двигателей компрессоров, горелки, кокили, стеклоформы, выхлопные коллекторы дизелей
ЧХ2	Повышенная коррозионная стойкость в газовой, воздушной, щелочной средах в условиях трения и износа. Жаростойкий в воздушной среде до 873 К	Колосники и балки горна агломерационных машин, детали контактных аппаратов химического оборудования, решетки трубчатых печей нефтеперерабатывающих заводов, детали турбокомпрессоров, детали стекломашин.
ЧХЗ	Повышенная коррозионная стойкость в газовой, воздушной, щелочной средах в условиях трения и износа. Жаростойкий в воздушной среде до 973 К	Детали термических печей, электролизеров, колосники, облицовочные плиты тушильных вагонов
ЧХЗТ	Повышенная стойкость против абразивного износа и истирания в пульпо и пылепроводах, насосах	Износостойкие детали гидромашин, перекачивающие абразивные смеси, футеровки пылепроводов и др.
ЧХ9Н5	Высокая стойкость против абразивного износа и истирания в мельницах, пескометах, дробеметах	Износостойкие детали гидромашин, перекачивающие абразивные смеси, футеровки пылепроводов и др. ; мелющие детали угле- и рудоразмольных мельниц, ковши пескометов, склизы, течи и др.
ЧХ16М2	Наибольшая устойчивость против ударно-абразивного износа и истирания в мельницах, дробеметных и дробеструйных камерах	Износостойкие детали гидромашин, перекачивающие абразивные смеси, футеровки пылепроводов и др. ; мелющие детали угле- и рудоразмольных мельниц, ковши пескометов, склизы, течи, высокоустойчивые лопатки дробеметных импеллеров
ЧХ16	Жаростойкий в воздушной среде до 1173 К,	Арматура химического машиностроения, детали цементных печей

	износостойкий при нормальной и повышенной температурах, устойчивый против воздействия неорганических кислот большой концентрации	
ЧХ22, ЧХ28Д2	Высокоустойчивый против абразивного износа и истирания в условиях размольного оборудования, грохотов и склизов, агломашин и песко- и дробеструйных камер при повышенных температурах	Износостойкие детали гидромашин, перекачивающие абразивные смеси, футеровки пылепроводов и др. ; мелющие детали угле- и рудоразмольных мельниц, ковши пескометов, склизы, течи, высокоустойчивые лопатки дробебетных импеллеров, вставки для армированных брусьев вторичной зоны охлаждения установок непрерывной разливки стали, футеровки мельниц и т.д.
ЧХ22С	Повышенная коррозионная стойкость в запыленных газовых средах при температуре до 1273 К, высокая кислотостойкость и сопротивление межкристаллитной коррозии	Детали, не подвергающиеся действию постоянных и переменных нагрузок. Детали аппаратуры для концентрированной азотной и фосфорной кислот, печная арматура и т.д.
ЧХ28, ЧХ32	Высокая коррозионная стойкость в растворах кислот (азотной, серной, фосфорной, Соляной, уксусной, молочной и т.д) щелочей и солей(азотно-Кислом аммония, сульфате аммония, хлорной извести, хлорном железе, селитре), в газах, содержащих серу или SO ₂ , H ₂ O. Жаростойкость до температур 1373-1423 К. Высокое сопротивление абразивному износу.	Детали, работающие при небольших механических нагрузках в среде SO ₂ и SO ₃ , в щелочах высокой концентрации, азотной кислоте, растворах и расплавах солей при температуре до 1273 К. Детали центробежных насосов, печная арматура, реторты для цементации, сопла горелок, цилиндры, корпуса золотников, гребки печей обжига колчедана и т.д.
ЧХ28П	Высокая стойкость после окислительного отжига в цинковых расплавах при температуре 823 К	Сопряженные детали пар трения, работающие в цинковом расплаве агрегатов горячего непрерывного цинкования

ЧС5	Жаростойкие в топочных газах и воздушной среде до 973 К	Колосники, бронеплиты для печей обжига цементной промышленности, сероуглеродные реторты
ЧС5Ш	Жаростойкие в топочных газах и воздушной среде до 1073 К	Топочная арматура котлов, дистанционирующие детали паро-перегревателей котлов, газовые сопла, подовые плиты термических печей
ЧС13, ЧС 15 ЧС 17	Высокая коррозионная стойкость при температуре до 473 К, к воздействию концент-Рированных и разбавленных Кислот, растворов щелочей, солей, кроме фтористоводо-родных и фтористых соедине-ний. Не допускают резко пере-менных, а также ударных нагрузок и перепада температур	Простые конфигурации, детали центробежных и поршневых насосов, компрессоров и трубопроводной ар-матуры, трубы и фасонные детали для трубопроводной арматуры, теплообменников и другие детали химической аппаратуры.
ЧС15М4, ЧС17М3	Особо высокая коррозионная стойкость в серной, азотной, соляной кислотах разной кон-центрации и температуры, водных растворах щелочей и солей при местном перепаде температур до 30 К в теле де-тали, при отсутствии динами-ческих, а также переменных и пульсирующих нагрузок	Простые конфигурации, детали центробежных и поршневых насосов, компрессоров и трубопроводной ар-матуры, теплообменников и другие детали химической аппаратуры.
ЧЮХШ	Жаростойкий в воздушной среде до 923 К, стойкий против истирания	Пресс-формы для стекольных изделий, детали печного оборудова-ния, ролики чистовых клетей листо-прокатных станов
ЧЮ7Х2	Жаростойкий в воздушной среде до 1023 К, стойкий против истирания	Детали печной арматуры
ЧЮ6С5	Жаростойкий в воздушной среде до 1073 К, коррозионно стойкий в	Отливки, работающие при температуре до 1073 К

	среде, содержащей соединения серы, стойкий к резким сменам температуры	
ЧЮ22Ш	Жаростойкий в среде, содержащей серу, сернистый газ и Окислы ванадия и пары воды. В воздушной среде жаростойкий до 1373 К. Высокая прочность при нормальной и повышенной температурах.	Детали арматуры котлов, дистанционирующие детали пароперегревателей, детали обжиговых колчеданных печей, нагревательных кольцевых печей, колосники агломерационных машин
ЧЮ30	Жаростойкий в воздушной среде до 1373 К, стойкий против износа	Детали печей обжига колчедана
ЧГ6СЗШ,ЧГ7Х4	Износостойкий в абразивной среде и против истирания в пыле- и пульпопроводах, мельницах и т. д.	Износостойкие детали мелющего оборудования, детали насосов, футеровки мельниц, дробе- и пескоструйных камер
ЧГ8ДЗ	Немагнитный износостойкий чугун для эксплуатации в условиях повышенных температур	Немагнитные детали, сопряженные трущиеся детали арматуры
ЧНХТ	Высокие механические свойства, сопротивление износу и коррозии в слабощелочных и газовых средах (продукты сгорания топлива, технический кислород) и водных растворах	Маслоты поршневых компрессионных и малосъемных колец, седла и направляющие втулки клапанов дизелей и газомотокомпрессоров. Детали сглаживающих прессов и размольных мельниц бумагоделательных машин
ЧНХМД	Высокие механические свойства, сопротивление износу и коррозии в слабощелочных и газовых средах (продукты сгорания топлива, технический кислород) и водных растворах	Блоки и головки цилиндров, выхлопные патрубки двигателей Внутреннего сгорания паровых машин и турбин. Поршни и гильзы Цилиндров паровых машин, тепло-возных и судостроительных дизелей, детали кислородных и газовых мотокompрессоров, детали бумагоделательных машин.
ЧН2Х	Высокие механические	Различные типы зубчатых колес,

	свой-ства, сопротивление износу и коррозии в слабощелочных и газовых средах (продукты сгорания топлива, технический кислород) , водных растворах и растворах каустика	Цилиндры двигателей, абразивные диски, дроссели, холодильные цилиндры и валы бумагоделательных, картоноделательных и сушильных машин, матрицы штамповочных прессов
ЧНМШ	Повышенные механические свойства и термостойкость при Температуре эксплуатации До 773 К	Крышки и днища цилиндров дизелей, головки поршней, маслоты поршневых колец, холодильные цилиндры и валы бумагоделательных, картоноделательных и сушильных машин
ЧН15Д3Ш ЧН15Д7	Высокая коррозионная и эрозионная стойкость в щелочах, слабых растворах кислот, серной кислоте любой Концентрации при температуре Более 323 К, в морской воде, в среде перегретого водяного пара. Чугун имеет высокий коэффициент термического расширения, может быть парамагнитным при низком содержании хрома.	Насосы, вентили и другие детали нефтедобывающей, химической и нефтеперерабатывающей промышленности и арматуростроения. Немагнитные литые детали электро-технической промышленности. вставки гильз цилиндров, головки поршней, седла и направляющие втулки клапанов и выхлопные коллекторы двигателей внутреннего сгорания
ЧН19Х3Ш ЧН11Г7Ш	Жаропрочность при температуре до 873 К, высокая коррозионная и эрозионная стойкость в щелочах, слабых растворах кислот, серной кислоте любой концентрации при температуре более 323 К в морской воде, в среде перегретого водяного пара. Имеет высокий коэффициент термического расширения, может быть парамагнитным при низком содержании хрома	Выпускные коллекторы, клапанные направляющие, корпуса турбонагревателей в газовых турбинах, головки поршней, корпуса насосов, вентили и немагнитные детали

ЧН20Д2Ш	Высокие механические свойства при температуре до 173 К. Чугун имеет высокую ударную вязкость не менее 3,0 Дж/см ² на образцах с острым надрезом (Шарпи) и может быть пластически деформирован в холодном состоянии	Насосы и другие детали нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности, детали топливной арматуры.
ЧНХМДШ	Высокие механические свойства, сопротивление износу и коррозии в слабощелочных и газовых средах (продукты сгорания топлива, технический кислород) и, водных растворах	Блоки и головки цилиндров, выхлопные патрубки двигателей внутреннего сгорания, паровых машин и турбин. Поршни и гильзы цилиндров паровых машин, тепловозных и судостроительных дизелей, детали кислородных и газовых компрессоров, детали бумагоделательных машин
ЧНЗХМДШ	Высокие механические свойства, сопротивление износу и коррозии в слабощелочных и газовых средах (продукты сгорания топлива, технический кислород), водных растворах и растворах каустика	Различные типы зубчатых колес, Цилиндры двигателей, абразивные диски, дроссели, холодильные цилиндры и валы бумагоделательных, картоноделательных и сушильных машин, матрицы штамповочных прессов
L-NiMn 1 3 7	Не обладает магнитными свойствами	Крышки, создающие давление в турбогенераторных установках, кожухи распределительных устройств, фланцы изоляторов, зажимы и трубы
L-NiCuCr 15 6 2	Обладает хорошим сопротивлением коррозии, в особенности в щелочных средах, в разбавленных растворах кислот, в морской воде и в солевых растворах. Обладает хорошей теплостойкостью, хорошими несущими свойствами	Насосы, клапаны, составляющие печи, втулки для кольцевых держателей поршня и металлических поршней, изготовленных из легких сплавов

	вами, высоким тепловым расширением при низких содержаниях хрома	
L-NiCuCr 15 6 3	Обладает лучшим сопротивлением коррозии и Эрозии, чем марка L-NiCuCr 15 6 2	Насосы, клапаны, составляющие печи, втулки для кольцевых держателей поршня и металлических и металлических поршнях, изготовленных из легких сплавов
L-NiCr 20 2	Обладает свойствами, аналогичен марке L-NiCuCr 15 6 3, но с более высоким сопротивлением коррозии в щелочных средах. Высокий коэффициент термического расширения	Для тех же изделий, что и марка L-NiCuCr 15 6 3, но предпочтительно для насосов, перекачивающих щелочь, для сосудов, в которых хранятся едкие щелочи; применяется в мыловарении, пищевой промышленности, а также в отраслях промышленности по производству искусственного шелка и пластмасс. Пригоден в тех случаях, когда требуются материалы, не содержащие медь
L-NiCr 20 3	Обладает теми же свойствами, что и марка L-NiCr 20 2, но Обладает повышенным сопротивлением эрозии, повышенной теплостойкостью и повышенной степенью расширения	В тех же изделиях, что и марка L-NiCr 20 2, но предпочтительно для применения в условиях высоких температур
L-NiSiCr 20 5 3	Обладает хорошим сопротивлением коррозии, даже в условиях разбавленной серной кислоты. Более теплостойкий, чем марка L-NiCr 20 2 и L-NiCr 20 3	Составные части насосов, отливки клапанов, применяемых в промышленных печах
L-NiCr 30 3	Обладает стойкостью к нагреванию и термическому удару до температуры 800 С. Хорошее сопротивление коррозии при высоких температурах, высокое сопротивление эрозии в условиях мокрого пара и соляной суспензии; средняя степень	Насосы, сосуды под давлением, клапаны, детали фильтрующих устройств, выхлопных трубопроводов и для корпусов трубозагрузочных устройств

	термического расширения	
L-NiSiCr 30 5 5	Обладает хорошим сопротивлением коррозии, эрозии и теплостойкостью; средняя степень теплового расширения	Применяется для составных частей насосов, для клапанов, применяемых для промышленных печей
L-Ni 35	Обладает стойкостью теплово-му напряжению; низкая степень термического расширения	Детали, обладающие способностью сохранять размеры(например, в станках), для научных приборов, для стеклянных форм
S-NiMn 1 3 7	Не обладает магнитными свойствами	Крышки, создающие давление, в турбогенераторных установках, кожухи распределительных устройств, фланцы изоляторов, зажимы и трубы
S-NiCr 20 2	По своему составу, по сопротивлению коррозии и теплостойкости аналогичен марке L-NiCr 20 2	Насосы, клапаны, компрессоры, втулки, корпуса турбоагрегатов, для выхлопных трубопроводов
S-NiCr 20 3	По свойствам аналогичек марке S-NiCr 20 2, но более теплостойкий и обладает лучшим сопротивлением эрозии	Насосы, клапаны, компрессоры, втулки, корпуса турбоагрегатов, для выхлопных трубопроводов
S-NiSiCr 20 5 2	Обладает хорошим сопротивлением коррозии даже в разбавленной серной кислоте	Составные части для клапанов, насосы; для отливок, применяемых в промышленных печах, которые подвергаются высокому механическому напряжению
S-Ni 22	Высокий коэффициент теплового расширения; более низкое сопротивление коррозии и более низкая теплостойкость чем у марки L-NiCr 20 2	Насосы, клапаны, компрессоры, втулки, корпуса турбоагрегатов, для выхлопных трубопроводов
S-NiMn 23 4	Очень высокий коэффициент теплового расширения. Хорошие характеристики динамического воздействия вплоть до минус 196 С.	Отливки в холодильной технике для использования до температуры минус 196 С

	Магнитными свойствами не обладает	
S-NiCr 30 1	Обладает свойствами, аналогичными свойствам марки S-NiCr 30 3, хорошие опорные характеристики	Насосы, котлы, клапаны для деталей фильтрующих устройств, для выхлопных трубопроводов, для корпусов турбоагрегатов
S-NiCr 30 3	Обладает свойствами, аналогичными свойствам марки L-NiCr 30 3. Обладает повышенным сопротивлением ползучести при добавлении 1% по массе молибдена	Насосы, котлы, клапаны для деталей фильтрующих устройств, для выхлопных трубопроводов, для корпусов турбоагрегатов
S-NiSiCr 30 5 5	Обладает свойствами аналогичными свойствам марки L-NiSiCr 30 5 5. Обладает повышенным сопротивлением ползучести при добавлении 1% по массе молибдена	Составные части насосов, клапанов; отливки, применяемые в промышленных печах, подвергаемых высокому механическому напряжению
S-Ni 35	Подобно марке L-Ni 35 имеет небольшой коэффициент теплового расширения, но более стойкий к тепловому удару	Детали, обладающие способностью сохранить размеры (например, в станках), для научных приборов, для стеклянных форм
S-NiCr 35 3	Обладает свойствами, аналогичными свойствам марки S-Ni 35, повышенным сопротивлением ползучести при добавлении 1% по массе молибдена	Составные части корпусов газовых турбин, для стеклянных форм

5.7. ЧУГУН АНТИФРИКЦИОННЫЙ ДЛЯ ОТЛИВОК (ГОСТ 1585-85)

Антифрикционный чугун – это любой серый, ковкий или модифицированный чугун, имеющий перлитную или перлитно-ферритную структуру, если количество перлита не менее 85 %. Структура такого чугуна содержит более 85% мелкопластинчатого перлита с включением мелкозернистого шаровидного графита. Детали, изготовленные из антифрикционного чугуна, работают в узлах трения

без заеданий и значительного износа, например, в подшипниках для валов, направляющих для ползунов, в червячных и других шестернях. Марки и химический состав антифрикционного чугуна приведен в табл 99.

Таблица 99. Марки и химический состав антифрикционного чугуна (ГОСТ 1585-85)

Марка* чугуна	Массовая доля элемента, %												
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Ti	Cu	Sb	Pb	Al	Mg	P не бо лее	S, не бо лее
АЧС-1	3,2-3,6	1,3-2,0	0,6-1,2	0,2-0,5	-	-	0,8-1,6	-	-	-	-	0,15-0,40	0,12
АЧС-2	3,0-3,8	1,4-2,2	0,3-1,0	0,2-0,5	0,2-0,5	0,03-0,10	0,2-0,5	-	-	-	-	0,15-0,40	0,12
АЧС-3	3,2-3,8	1,7-2,6	0,3-0,7	не бо лее 0,3	не бо лее 0,3	0,3-0,10	0,2-0,5	-	-	-	-	0,15-0,40	0,12
АЧС-4	3,0-3,5	1,4-2,2	0,4-0,8	-	-	-	-	0,04-0,40	-	-	-	0,30	0,12 - 0,20
АЧС-5	3,5-4,3	2,5-3,5	7,5-12,5	-	-	-	-	-	-	0,4-0,8	-	0,20	0,05
АЧС-6	2,2-2,8	3,0-4,0	0,2-0,6	-	-	-	-	-	0,5-1,0	-	-	0,5-1,0	0,12
АЧВ-1	2,8-3,5	1,8-2,7	0,6-1,2	-	-	-	0,7	-	-	-	0,03-0,08	0,20	0,03
АЧВ-2	2,8-3,5	2,2-2,7	0,4-0,8	-	-	-	-	-	-	-	0,03-0,08	0,20	0,03
АЧК-1	2,3-3,0	0,5-1,0	0,6-1,2	-	-	-	1,0-1,5	-	-	-	-	0,20	0,12
АЧК-2	2,6-3,0	0,8-1,3	0,2	0,6	-	-	-	-	-	-	-	0,25	0,12

*В обозначении марки АЧ- антифрикционный чугун; С-серый с пластинчатым графитом;
В- высокопрочный с шаровидным графитом; К- ковкий с компактным графитом; цифра- порядковый номер

Таблица 100. Микроструктура антифрикционного чугуна (ГОСТ 1585-85)

Марка чугуна	Графит			Перлит		Фосфид - ная эв- тектика	Прочие состав- ляющие
	форма	размер	распреде- ление	занимае- мая площадь	дисперс- ность		

						(характер распределения)	
АЧ	ПГФ1, ПГФ2, ПГФ4, ВГФ2	ПГд15- ПГд 180	Пгр1- Пгр3	П-П70	ПД 0,3- ПД 1,6	ФЭр1, ФЭр2	Цементит не допускается
АЧС2 АЧС3				П85,П70			
АЧС4				П-П85			
АЧС5				Аустенит : после закалки – не менее 80% поля шлифа, в литом состоянии- не менее 45% поля шлифа. Карбиды после закалки – не более 8%, в литом состоянии- не более 25%			
АЧС6				П-П85	ПД 0,3 – ПД 1,6	ФЭр2, ФЭр3	Цементит не допускается
АЧВ-1	ШГф2, ШГф4, ШГф5	ШГд15 – ШГд180		П96 – П 45	ПД 0,3- ПД 1,0	ФЭр1, ФЭр2	Не более 5 % цемента
АЧВ-2				П 70 - П-45			
АЧК-1	КГф2, КГф3	Кгд 15 -Кгд 90-		П-П85			Цементит не допускается
АЧК2				П70-П-45			

Таблица 101. Твердость антифрикционного чугуна (ГОСТ 1585-85)

Марка чугуна	Твердость по Бринеллю НВ	Марка чугуна	Твердость по Бринеллю НВ
АЧС-1	180 -241	АЧС-6	100-120
АЧС-2	180-229	АЧВ-1	210-260
АЧС-3	160-190	АЧВ-2	167-197
АЧС-4	180-229	АЧК-1	187-229
АЧС-5	180-290 140-180*	АЧК-2	167-197

*Плсле нагрева до температуры 950-1000 С , выдержки и закалки.

Таблица 102. Назначение антифрикционного чугуна (ГОСТ 1585-85)

Марка чугуна	Назначение
АЧС-1	Для работы в паре с закаленным или нормализованным валом
АЧС-2	Для работы в паре с закаленным или нормализованным валом
АЧС-3	Для работы в паре с закаленным или нормализованным валом, не подвергающимся термической обработке
АЧС-4	Для работы в паре с закаленным или нормализованным валом
АЧС-5	Для работы в особо нагруженных узлах трения в паре с закаленным или

	нормализованным валом
АЧС-6	Для работы в трения при температуре до 300 С в паре с валом, не подвергающимся термической обработке
АЧВ-1	Для работы в узлах трения с повышенными окружными скоростями в паре с закаленным или нормализованным валом
АЧВ-2	Для работы в узлах трения с повышенными окружными скоростями в паре с валом, не подвергающимся термической обработке
АЧК-1	Для работы в паре с закаленным или нормализованным валом
АЧК-2	Для работы в паре с валом, не подвергающимся термической обработке

Таблица 103. Содержание марганца в чугуна марки АЧС-5 (ГОСТ 1585-85)

Толщина стенки отливки, мм	Массовая доля марганца, %
от 5 до 10	от 7,5 до 8,5
св. 10 до 20	св. 8,5 до 9,5
св. 20 до 30	св. 9,5 до 10,5
св. 30 до 40	св. 10,5 до 11,5
св. 40 до 60	св. 11,5 до 12,5

Применение отливок из антифрикционного чугуна в узлах трения требует соблюдения следующих условий :

- тщательный монтаж, обеспечивающий точное сопряжение трущихся поверхностей и отсутствие перекоса;
- непрерывная смазка, не допускающая значительного нагрева узла трения и возникновения искры;
- повышение зазоров по сравнению с установленными для бронзы на 15-30%, а при значительном нагреве узла трения – до 50%;

Режим работы деталей из антифрикционного чугуна должен соответствовать нормам, указанным в табл. 104.

Таблица 104. Режимы работы деталей из антифрикционного чугуна (ГОСТ 1585-85)

Марка чугуна	Давление, Р, МПа	Скорость скольжения, V, м/с	Р х V, МПа х м/с
	Не более		
АЧС-1	5,0 14,0	5,0 0,3	12,0 2,5
АЧС-2	10,0 0,1	0,3 3,0	2,5 0,3
АЧС-3	6,0	1,0	5,0
АЧС-4	15,0	5,0	40,0
АЧС-5	20,0 30,0	1,0 0,4	20,0 12,5
АЧС-6	9,0	4,0	9,0
АЧВ-1	1,5 20,0	10,0 1,0	12,0 20,0
АЧВ-2	1,0 12,0	5,0 1,0	3,0 12,0
АЧК-1	20,0	2,0	20,0
АЧК-2	0,5 12,0	5,0 1,0	2,5 12,0

Примечание : Приводимые для некоторых марок чугуна два предельных значения для Р и соответственно для V указывают допустимые сочетания каждого

этих из показателей.

6.1. КЛАССИФИКАЦИЯ СТАЛЕЙ

Литейные стали являются многокомпонентными железоуглеродистыми сплавами, содержащими не менее 45 % железа, а содержание углерода в которых находится в диапазоне от 0,1 до 2,14 % . Сталь с содержанием углерода от 0,6 до 2,14 % относится к группе высокоуглеродистых. Для придания сплавам особых физически, физико-химических свойств и для повышения механических характеристик добавляют легирующие элементы: хром, никель, молибден, ванадий, вольфрам, титан, медь и др., а также марганец и кремний в количествах, превышающих потребности раскисления.

Сталь широко применяют для деталей, которые наряду с высокой прочностью должны обладать, пластическими свойствами, быть надежными и долговечными в эксплуатации. Чем ответственнее назначение машины и тяжелее условия, в которых она работает, тем значительнее доля стальных отливок, идущих на ее изготовление.

По структуре стали подразделяются на аустенитную, ферритную, мартенситную, бейнитную и перлитную. В зависимости от того, сколько фаз преобладают в структуре – две или более, сталь разделяют на двухфазную и многофазную.

По химическому составу стали делятся на углеродистые и легированные, в том числе по содержанию углерода на:

- низкоуглеродистые (до 0,25 % C)
- среднеуглеродистые (0,3-0,55 % C);
- высокоуглеродистые (0,6-2,14 % C).

Легированные стали по содержанию легирующих элементов делятся на :

- низколегированные - до 4 % легирующих элементов ;
- среднелегированные – до 11 % легирующих элементов ;
- высоколегированные- свыше 11% легирующих элементов.

Содержание примесей лежит в основе классификации стали по качеству :

- обыкновенного качества;
- качественные;
- высококачественные;
- особо высококачественные.

По назначению стали делятся на множество категорий, таких как конструкционные стали, коррозионно стойкие (нержавеющие) стали, инструментальные стали, жаропрочные стали, криогенные стали. Характеристики стальных отливок, изготавливаемых разными способами, должны соответствовать ГОСТ 977-88 «Оливки стальные».

Для изготовления отливок предусмотрены следующие марки стали :

конструкционные нелегированные :

15Л, 20Л, 25Л, 30Л, 35Л, 40Л, 45Л, 50Л;

конструкционные легированные :

20ГЛ, 35ГЛ, 20ГСЛ, 30ГСЛ, 20Г1ФЛ, 20ФЛ, 30ХГСФЛ, 45ФЛ, 32Х06Л, 40ХЛ, 20ХМЛ, 20ХМФЛ, 20ГНМФЛ, 35ХМЛ, 30ХНМЛ, 35ХГСЛ, 35НГМЛ, 20ДХЛ, 08ГДНФЛ, 13ХНДФТЛ, 12ДН2ФЛ, 12ДХН1МФЛ, 23ХГС2МФЛ, 12Х7ГЗСЛ, 25Х2ГНМФЛ, 27Х5ГСМЛ, 30Х3СЗГМЛ, 03Н12Х5МЗТЛ, 03Н12Х5МЗТЮЛ;

конструкционные легированные, применяемые в договорно-правовых отношениях между странами- членами СЭВ :

89

15ГЛ, 30ГЛ, 45ГЛ, 70ГЛ, 55СЛ, 40Г1, 5ФЛ, 15ФЛ, 30ХЛ, 25ХГЛ, 35ХГЛ, 50ХГЛ, 60ХГЛ, 70Х2ГЛ, 35ХГФЛ, 40ХФЛ, 30ХМЛ, 40ХМЛ, 40ХНЛ, 40ХН2Л, 30ХГ1, 5МФРЛ, 75ХНМФЛ, 40ГТЛ, 20ГНМЮЛ;

Легированные со специальными свойствами :

а) мартенситного класса

20Х13Л, 08Х14НДЛ, 09Х16Н4БЛ, 10Х12НДЛ – коррозионностойкие ;
20Х5МЛ, 20Х8ВЛ, 40Х9С2Л – жаростойкие ; 20Х12ВНМФЛ- жаропрочная;
85Х4М5Ф2В6Л (Р6М5Л), 90Х4М4Ф2В6Л (Р6М4Ф2Л) – быстрорежущие ;

б) мартенситно-ферритного класса

15Х13Л – коррозионностойкая ;

в) ферритного класса

15Х25ТЛ – коррозионностойкая ;

г) аустенитно-мартенситного класса

08Х15Н4ДМЛ, 08Х14Н7МЛ, 14Х18Н4Г4Л- коррозионностойкие;

д) аустенитно-ферритного класса

12Х25Н5ТМФЛ, 16Х18Н12С4ТЮЛ, 10Х18Н3Г3Д2Л-
коррозионностойкие; 35Х23Н7СЛ, 40Х24Н12СЛ, 20Х20Н14С2Л –
жаростойкие;

е) аустенитного класса

10Х18Н9Л, 12Х18Н9ТЛ, 10Х18Н11БЛ, 07Х17Н16ТЛ, 12Х18Н12Б3ТЛ –
коррозионностойкие; 55Х18Г14С2ТЛ, 15Х23Н18Л, 20Х25Н19С2Л,
18Х25Н19СЛ, 45Х17Г13Н3ЮЛ - жаростойкие; 35Х18Н24С2Л,
31Х19Н9БВБТЛ, 12Х18Н12БЛ, 08Х17Н34В5Т3Ю2РЛ, 15Х18Н22В6М2РЛ –
жаропрочные; 110Г13Л, 110Г13Х2БРЛ, 110Г13ФТЛ, 130Г14ХмФАЛ,
120Г10ФЛ - износостойкие;

Сталь должна выплавляться в печах с основной футеровкой.

Допускается выплавка стали в печах с кислой футеровкой при условии выполнения требований ГОСТ 977-88.

6.2. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КОНСТРУКЦИОННЫХ НЕЛЕГИРОВАННЫХ И ЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ

Конструкционные стали - стали, которые применяются при изготовлении деталей механизмов и конструкций в машиностроении, строительстве и других отраслях промышленности. В зависимости от области применения конструкционные стали обладают определенными механическими, физическими и химическими свойствами, которые зависят от ее химического состава и термической обработки.

Химический состав конструкционной нелегированной и легированной стали приведен в табл 105. ГОСТ 977-88).

Таблица 105

Марка стали	Массовая доля элемента, %												
	угл е ро	мар- га нец	кре м ний	фос фор	се ра	хр ом	ни ке ль	мо либ ден	ва на дий	Ме дь	ти тан	бо р	алю ми ний

	Д												
Стали конструкционные нелегированные													
15Л	0,1 2- 0,2 0	0,45 - 0,90	0,2 0- 0,5 2	по таб л 89	по таб л 89	-	-	-	-	-	-	-	-
20Л	0,1 7- 0,2 5	0,45 - 0,90	0,2 0- 0,5 2	То же	То же	-	-	-	-	-	-	-	-
25Л	0,2 2- 0,3 0	0,45 0,90	0,2 0- 0,5 2	То же	То же	-	-	-	-	-	-	-	-
30Л	0,2 7- 0,3 5	0,45 - 0,90	0,2 0- 0,5 2	То же	То же	-	-	-	-	-	-	-	-
35Л	0,3 2- 0,4 0	0,45 - 0,90	0,2 0- 0,5 2	То же	То же	-	-	-	-	-	-	-	-
40Л	0,3 7- 0,4 5	0,45 - 0,9*	0,2 0- 0,5 2	То же	То же	-	-	-	-	-	-	-	-
45Л	0,4 2- 0,5 0	0,45 - 0,90	0,2 0- 0,5 2	То же	То же	-	-	-	-	-	-	-	-
50Л	0,4 7- 0,5 5	0,45 - 0,90	0,2 0- 0,5 2	То же	То же	-	-	-	-	-	-	-	-
Стали конструкционные легированные													
20ГЛ	0,1 5- 0,2 5	1,2 0- 1,6 0	0,20 - 0,40	0,0 4	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-
35ГЛ	0,3 0- 0,4 0	1,2 0- 1,6 0	0,20 - 0,40	0,0 4	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-
20ГСЛ	0,1 6- 0,2 2	1,0 0- 1,3 0	0,60 - 0,80	0,0 3	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-
30ГСЛ	0,2 5- 0,3 5	1,1 0- 1,4 0	0,60 - 0,80	0,0 4	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-
20Г1Ф Л	0,1 6- 0,2 5	0,9 0- 1,4 0	0,20 - 0,50	0,0 5	0,05	-	-	-	0,06 0,12	-	0,0 5 -	-	-

20ФЛ	0,1 4- 0,2 5	0,7 0- 1,2 0	0,20 - 0,52	0,0 5	0,05	-	-	-	0,06 - 0,12	-	-	-	-
30ХГС ФЛ	0,2 5- 0,3 5	1,0 0- 1,5 0	0,40 - 0,60	0,6 0	0,05	-	-	-	0,06 - 0,12	-	-	-	-
45ФЛ	0,4 2- 0,5 0	0,4 0- 0,9 0	0,20 - 0,52	по таб л 89	по таб л 89	-	-	-	0,05 -0,1	-	0,0 3	-	-
32Х06 Л	0,2 5- 0,3 5	0,4 0- 0,9 0	0,20 - 0,40	0,0 5	0,05	0,5 - 0,8	-	-	-	-	-	-	-
40ХЛ	0,3 5- 0,4 5	0,4 0- 0,9 0	0,20 - 0,40	0,0 4	0,04	0,8 - 1,1	-	-	-	-	-	-	-
20ХМ Л	0,1 5- 0,2 5	0,4 0- 0,9 0	0,20 - 0,42	0,0 4	0,04	0,4 - 0,7	-	0,4- 0,6	-	-	-	-	-
20ХМ ФЛ	0,1 8- 0,2 5	0,6 0- 0,9 0	0,20 - 0,40	0,0 25	0,02 5	0,9 - 1,2	-	0,5- 0,7	0,2- 0,3	-	-	-	-
20ГН МФЛ	0,1 4- 0,2 2	0,7 0- 1,2	0,20 - 0,40	0,0 4	0,04	0,3	0,7 - 1,0	0,1 5- 0,2 5	0,06 - 0,12	-	-	-	-
30ХН МЛ	0,2 5- 0,3 5	0,3 0- 0,4 0	0,20 - 0,40	0,0 4	0,04	1,3 - 1,6	1,3 - 1,6	-	-	-	-	-	-
35ХГС Л	0,3 0- 0,4 0	1,0 0- 1,3 0	0,60 - 0,80	0,0 4	0,04	0,6 - 0,9	-	-	-	-	-	-	-
35НГ МЛ	0,3 2- 0,4 2	0,8 0- 1,2 0	0,20 - 0,40	0,0 4	0,04	-	0,8 - 1,2	0,1 5- 1,2 0	-	-	-	-	-
20ДХ Л	0,1 5- 0,2 5	0,5 0- 0,8 0	0,20 - 0,40	0,0 4	0,04	0,8 - 1,1	-	-	-	1,4- 1,6	-	-	-
08ГД НФЛ	0,1 0	0,6 0- 1,0 0	1,15 - 0,40	0,0 35	0,03 5	-	1,1 5- 1,5 5	-	0,10	0,8- 1,2	-	-	-
13ХН ДФТЛ	0,1 6	0,4 0- 0,9 0	0,20 - 0,40	0,0 30	0,03 0	0,1 5- 0,4 0	1,2 - 1,6	-	0,06 - 0,12	0,6 5- 0,9 0	0,0 4- 0,1 0	-	-

12ДН 2ФЛ	0,0 8- 0,1 6	0,4 0- 0,9 0	0,20 - 0,40	0,0 35	0,03 5	-	1,8 - 2,2	-	0,03 - 0,15	1,2- 1,5	-	-	-
12ДХ Н1МФ Л	0,1 0- 0,1 8	0,3 0- 0,5 5	0,40 - 0,90	0,0 30	0,03 0	1,2 - 1,7	1,4 - 1,8	0,2 0- 0,3 0	0,08 - 0,15	0,4 0- 0,6 5	-	-	-
23ХГС 2МФЛ	0,1 8- 0,2 4	0,5 0- 0,8 0	1,8- 2,0	0,0 25	0,02 5	0,6 - 0,6	-	0,2 5- 0,3 0	0,10 - 0,15	-	-	-	-
12Х7Г ЗСЛ	0,1 0- 0,1 5	3,0 0- 3,5 0	0,80 - 1,20	0,0 20	0,02 0	7,0 - 7,5	-	-	-	-	-	-	-
25Х2Г НМФЛ	0,2 2- 0,3 0	0,7 0- 1,1 0	0,30 - 0,70	0,0 25	0,02 5	1,4 - 2,0	0,3 0- 0,9 0	0,2 0- 0,5 0	0,04 - 0,20	-	-	-	-
27Х5Г СМЛ	0,2 4- 0,2 8	0,9 0- 1,2 0	0,90 - 1,20	0,0 20	0,02 0	5,0 - 5,5	-	0,5 5- 0,6 0	-	-	-	-	-
30Х3С ЗГМЛ	0,2 9- 0,3 3	0,7 0- 1,2 0	2,80 - 3,20	0,0 20	0,02 0	2,8 - 3,2	-	0,5 0- 0,6 0	-	-	-	-	-
03Н12 Х5МЗ ТЛ	0,0 1- 0,0 4	0,2 0	0,20	0,0 15	0,01 5	4,5 - 5,0	12, 0- 12, 5	2,5 0- 3,0 0	-	-	0,7 0- 0,9 0	-	-
03Н12 Х5МЗТ ЮЛ	0,0 1- 0,0 4	0,2 0	0,20	0,0 15	0,01 5	4,5 - 5,0	12, 0- 12, 5	2,5 0- 3,0 0	-	-	0,7 0- 0,9 0	-	0,2 5- 0,4 5

Примечания:

1. При выплавке легированных сталей в печах с кислой футеровкой допустимая массовая доля фосфора и серы может быть увеличена на 0,010 % каждого при условии обеспечения остальных требований ГОСТ 977-88.
2. Для стали марки 40ХНЛ допускается введение титана до 0,15% с целью повышения ее механических свойств.

Допускаемые отклонения легирующих элементов конструкционных легированных сталей приведены в табл. 106. (ГОСТ 977-88).

Таблица 106 Допускаемые отклонения легирующих элементов конструкционных

легированных сталей (ГОСТ 977-88)

Химический элемент	Массовая доля элемента , %	Допускаемое отклонение, %	
		для нижнего пре-дела содержания	для верхнего предела содержания

Углерод	До 0,25 Св.0,25 до 0,50 Св. 0,50	- 0,02 -0,03 - 0,04	+ 0,01 + 0,02 + 0,03
Кремний	До 0,50 Св. 0,50 до 0,90 Св. 0,90 до 1,30 Св. 1,30	- 0,05 - 0,08 - 0,15 - 0,15	+ 0,01 + 0,15 + 0,20 + 0,25
Марганец	До 0,50 Св. 0,50 до 0,90 Св. 0,90	- 0,07 - 0,10 - 0,12	+ 0,10 + 0,18 + 0,25
Хром	До 1,00 Св.1,00 до 2,00 Св. 2,00	- 0,07 - 0,10 - 0,15	+ 0,10 + 0,15 + 0,20
Никель	До 1,00 Св.1,00 до 2,00 Св. 2,00	- 0,10 - 0,15 - 0,20	+ 0,15 + 0,20 + 0,25
Молибден	До 0,20 Св.0,20	-0,03 - 0,05	+ 0,03 + 0,05
Ванадий	До 0,20 Св.0,20	-0,03 -0,05	+ 0,03 + 0,05
Медь	Для всех содержаний элемента	- 0,10	+ 0,10
Титан	Для всех содержаний элемента	- 0,02	+ 0,02
Алюминий	Для всех содержаний элемента	- 0,01	+ 0,01

6.3. ЛЕГИРОВАННЫЕ СТАЛИ СО СПЕЦИАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ (ГОСТ 977-88)

Легированная сталь - стали, содержащие кроме железа специальные химические элементы, которые изменяют их механические, физические или химические свойства. Целью может служить повышение прочности, пластичности, ударной вязкости, прокаливаемости сталей, повышение тепловой или коррозионной стойкости (нержавеющая сталь), придание сплаву магнитных свойств или повышенной твердости (быстрорежущие стали).

В качестве легирующих элементов применяют хром, никель, кремний, марганец, молибден, вольфрам, ниобий, бор, медь, азот, ванадий, титан. Содержание легирующих элементов в стали может быть до 2,5 % (низколегированные), от 2,5 до 10,0 % (среднелегированные) и более 10,0 % (высоколегированные).

Химический состав легированных сталей со специальными свойствами приведен в табл. 107 (90).

Таблица 107. Химический состав легированных сталей со специальными свойствами
(ГОСТ 977-88)

Класс стали	Марка стали	Массовая доля элемента, %							
		углерод	кремний	марганец	хром	никель	молибден	ванадий	вольфрам
Мартенситный	20Х13Л	0,16-0,25	0,20-0,80	0,30-0,80	12,0-14,0	-	-	-	-
	08Х14НДЛ	не более 0,08	не более 0,40	0,50-0,80	13,0-14,5	1,20-1,60	-	-	-
	09Х16Н4БЛ	0,05-0,13	0,20-0,60	0,30-0,60	15,0-17,0	3,50-4,50	-	-	-
	09Х17Н3СЛ	0,05-0,12	0,80-1,50	0,30-0,80	15,0-18,0	2,80-3,80	-	-	-
	20Х5МЛ	0,15-0,25	0,35-0,70	0,40-0,60	4,0-6,5	-	0,40-0,65	-	-
	20Х8ВЛ	0,15-0,25	0,30-0,60	0,30-0,50	7,5-9,0	-	-	-	1,25-1,75
	40Х9С2Л	0,35-0,50	2,00-3,00	0,30-0,70	8,0-10,0	-	-	-	-
	20Х12ВНМФЛ	0,17-0,23	0,20-0,60	0,50-0,90	10,5-12,5	0,50-0,90	0,50-0,70	0,15-0,30	0,70-1,10
	10Х12НДЛ	не более 0,10	0,17-0,40	0,20-0,60	12,0-13,0	1,00-1,50	-	-	-
Мартенситно-ферритный	15Х13Л	не более 0,15	0,20-0,80	0,30-0,80	12,0-14,0	-	-	-	-
Ферритный	15Х25ТЛ	0,10-0,20	0,50-1,20	0,50-1,80	23,0-27,0	-	-	-	-
Аустенитно-мартенситный	08Х15Н4ДМЛ	не более 0,08	не более 0,40	1,00-1,50	14,0-16,0	3,50-3,90	0,30-0,45	-	-
	08Х14Н7МЛ	не более 0,08	0,20-0,75	0,30-0,90	13,0-15,0	6,00-8,50	0,50-1,00	-	-
	14Х18Н4Г4Л	не более	0,20-1,00	4,0-5,0	16,0-20,0	4,0-5,0	-	-	-

		0,14							
Аустенитно-ферритный	12Х25Н5ТМ ФЛ	не более 0,12	0,20-1,00	0,30-0,80	23,5-26,0	5,0-6,50	0,06-0,12	0,07-0,15	-
	16Х18Н12С4 ТЮЛ	0,13-0,19	3,80-4,50	0,50-1,00	17,0-19,0	11,0-13,0	-	-	-
	35Х23Н7СЛ	не более 0,35	0,50-1,20	0,50-0,85	21,0-25,0	6,00-8,00	-	-	-
	20Х20Н14С2 Л	не более 0,20	2,00-3,00	не более 1,5	19,0-22,0	12,0-15,0	-	-	-
	40Х24Н12С2 Л	не более 0,40	0,50-1,50	0,30-0,80	22,0-26,0	11,0-13,0	-	-	-
	10Х18Н3ГЗД 2Л	не более 0,10	не более 0,60	2,30-3,00	13,0-19,0	3,0-3,50	-	-	-
Аустенитный	10Х18Н9Л	не более 0,14	0,20-1,00	1,00-2,00	17,0-20,0	8,00-11,00	-	-	-
	12Х18Н9ТЛ	не более 0,12	0,20-1,00	1,00-2,00	17,0-20,0	8,00-11,00	-	-	-
	10Х18Н11БЛ	не более 0,10	0,20-1,00	1,00-2,00	17,0-20,0	8,00-12,00			
	07Х17Н16ТЛ	0,04-0,10	0,20-0,60	1,00-2,00	16,0-18,0	15,0-17,0	-	-	-
	12Х18Н12М 3ТЛ	не более 0,12	0,20-1,00	1,00-2,00	16,0-19,0	11,0-13,0	-	-	
	55Х18Г14С2 ТЛ	0,35-0,65	1,50-2,50	12,0-16,0	16,0-19,0	-	-	-	-
	15Х23Н18Л	0,10-0,20	0,20-1,00	1,00-2,00	22,0-25,0	17,0-20,0	-	-	-
	20Х25Н19С2 Л	не более 0,20	2,00-3,00	0,50-1,50	23,0-27,0	18,0-20,0	-	-	-
	18Х25Н19СЛ	не более 0,18	0,80-2,00	0,70-1,50	22,0-26,0	17,0-21,0	-	-	-
	45Х17Г13Н3 ЮЛ	0,40-0,50	0,80-1,50	12,0-15,0	16,0-18,0	2,50-3,50	-	-	-
	35Х18Н24С2	0,30-	2,00-	не	17,0-	23,0-	-	-	-

	Л	0,40	3,00	более 1,5	20,0	25,0			
	31X19H9MB БТЛ	0,26- 0,35	не бо- лее 0,80	0,80- 1,50	18,0- 20,0	8,0- 10,0	1,00- 1,50	-	1,00 - 1,50
	12X18H12БЛ	не бо- лее 0,12	не бо- лее 0,55	0,50- 1,00	17,0- 19,0	11,0- 13,0	-	-	-
	08X17H34Б5 ТЗЮ2РЛ	не бо- лее 0,08	0,20- 0,50	0,30- 0,60	15,0- 18,0	32,0- 35,0	-	-	4,50 - 5,50
	15X18H22B6 М2РЛ	0,10- 0,20	0,20- 0,60	0,30- 0,60	16,0- 18,0	20,0- 24,0	2,00- 3,00	-	5,00 - 7,00
	20X21H46B8 РЛ	0,10- 0,25	0,20- 0,80	0,30- 0,80	19,0- 22,0	43,0- 48,0	-	-	7,00 - 9,00
	110Г13Л	0,90- 1,50	0,30- 1,00	11,50- 15,00	не бо- лее 1,0	-	-	-	-
	110Г13Х2БР Л	0,90- 1,50	0,30- 1,00	11,50- 14,50	1,00- 2,00	не бо- лее 0,50	-	-	-
	110Г13ФТЛ	0,90- 1,30	0,40- 0,90	11,50- 14,50	-	-	-	0,10- 0,30	-
	130Г14ХМФ АЛ	1,20- 1,40	не бо- лее 0,60	12,50- 15,00	1,00- 1,50	не бо- лее 1,0	0,20- 0,30	0,08- 0,12	-
	120Г10ФЛ	0,90- 1,40	0,20- 0,90	8,50- 12,00	не бо- лее 1,0	не бо- лее 1,0	-	0,03- 0,12	-
Марте- нитны й	85X4М5Ф2В 6Л (Р6М5Л)	0,82- 0,90	не бо- лее 0,50	не бо- лее 0,50	3,80- 4,40	не бо- лее 0,40	4,80- 5,30	1,70- 2,10	5,50 - 6,50
	90X4М4Ф2В 6Л (Р6М4Ф2Л)	0,85- 0,95	0,20- 0,40	0,40- 0,70	3,00- 4,00	-	3,00- 4,00	2,00- 2,60	5,00 - 7,00

Продолжение табл. 107 Стали легированные со специальными свойствами (ГОСТ 977-88)

Клас с стал и	Марка стали	Массовая доля элемента, %								
		Угле- род	Крем - ний	Мар га нец	Хро м	Ни-- кел ь	Мо либ ден	Азо т	Сера	Фос фор
									Не более	
Мар тен-	15X14НЛ	Не бо	Не бо	0,4 0-	12, 0-	0,7 0-	-	-	0,035	0,045

ситн о- фер рит ный		лее 0,15	лее 0,60	0,9 0	15, 0	1,2 0				
	08X12H4ГСМ Л	Не бо лее 0,08	Не бо лее 1,0	Не бо лее 1,5	11, 5- 13, 5	3,5- 5,0	Не бо лее 1,0		0,035	0,035
Ауст е- нитн о- фер рит- ный	12X21H5Г2СЛ	Не бо лее 0,12	Не бо лее 1,5	Не бо лее 2,0	20, 0- 22, 0	4,5 0- 6,0 0	-	-	0,035	0,045
	12X21H5Г2СТ Л	Не бо лее 0,12	Не бо лее 1,5	Не бо лее 2,0	20, 0- 22, 0	4,5 0- 6,0 0			0,035	0,045
	12X21H5Г2СМ 2Л	Не бо лее 0,12	Не бо лее 1,5	Не бо лее 2,0	20, 0- 22, 0	4,5 0- 6,0 0	1,8 0- 2,2 0		0,035	0,045
	12X19H7Г2СА Л	Не бо лее 0,12	Не бо лее 1,5	Не бо лее 2,0	18, 0- 20, 0	6,0 0 8,0 0		0,1 0- 0,2 0	0,040	0,040
	12X21H5Г2СА Л	Не бо лее 0,12	Не бо лее 1,5	Не бо лее 2,0	20, 0- 22, 0	4,0 0 6,0 0		0,1 0- 0,2 0	0,040	0,040
	07X18H10Г2С 2 М2Л	Не бо лее 0,07	Не бо лее 2,0	Не бо лее 2,0	17, 0- 19, 0	9,0- 12, 0	2,0 0- 2,5 0		0,040	0,040
	15X18H10Г2С 2 М2Л	Не бо лее 0,15	Не бо лее 2,0	Не бо лее 2,0	17, 0- 19, 0	9,0- 12, 0	2,0 0- 2,5 0		0,040	0,040
	15X18H10Г2С 2 М2ТЛ	Не бо лее 0,15	Не бо лее 2,0	Не бо лее 2,0	17, 0- 19, 0	9,0- 12, 0	2,0 0- 2,5 0		0,040	0,040

Примечания:

1. Наличие элементов, не являющихся легирующими, их допустимое содержание и необходимость контроля устанавливают в КД или НТД.
2. В стали марки
Х5МЛ молибден может быть заменен титаном в количестве не более 0,1 % при условии работы деталей при температуре не более 425 С.
3. В стали марки 10X18H9Л при необходимости обеспечения большей стойкости против межкристаллитной коррозии содержание углерода может быть установлено не более 0,07 %.
4. В стали марки 20X13Л допускается при выплавке в индукционной печи повышение массовой доли серы до 0,030 %.
5. В стали марки 12X18H12БЛ допускается при выплавке в индукционной печи повышение массовой доли серы до 0,040 %.

6. В стали марок 12Х21Н5Г2СТЛ и 15Х18Н10Г2С2М2ТЛ допускается для стабилизации вместо титана использовать ниобий с танталом в количестве от (8 х С) до 1,20 %.

7. В стали марок 08Х17Н34В5Т3Ю2РЛ, 15Х18Н22В6М2РЛ, 20Х21Н46В8РЛ содержание и необходимость контроля бора и церия устанавливается в КД и НТД.

В обозначении марок стали первая цифра указывает среднюю или максимальную

(при отсутствии нижнего предела) массовую долю углерода в сотых долях процента;

Буквы за цифрами означают : А – азот, Б- ниобий, В- вольфрам, Г – марганец, Д- медь, М – молибден, Н – никель, Р- бор, С- кремний, Т- титан, Ф – ванадий, Х – хром, Ю-алюминий, Л- литейная.

97

Предельные отклонения легирующих элементов от норм химического состава легированных сталей со специальными свойствами не должны превышать значений, указанных в табл. 108 (ГОСТ 977-88).

Таблица 108 Предельные отклонения легирующих элементов легированных сталей со специальными свойствами

Химический элемент	Массовая доля элемента, %	Допустимые отклонения, %%	
		для нижнего предела содержания	для верхнего предела содержания
Углерод	До 0,12 Св. 0,12	- - 0,02	+ 0,01 + 0,02
Марганец	До 0,90 Св. 0,90 до 8,00 Св.8,00	- 0,10 - 0,12 - 0,50	+ 0,10 + 0,20 + 0,50
Кремний	До 0,90 Св. 0,90	- 0,10 - 0,10	+ 0,10 + 0,20
Хром	До 5,00 Св. 5,00 до 20,00 Св.20,00	- 0,20 - 0,50 - 1,00	+ 0,20 + 0,50 + 1,00
Никель	До 1,00 Св. 1,00 до 2,00 Св. 2,00 до 3,00 Св. 3,00 до 6,00 Св. 6,00	- 0,10 - 0,15 - 0,20 - 0,25 - 0,50	+ 0,10 + 0,10 + 0,20 + 0,20 + 0,50
Молибден	Для всех содержаний элемента	- 0,02	+ 0,02
Титан	До 0,50 Св. 0,50 до 1,00 Св. 1,00	- 0,03 - 0,05 - 0,10	+ 0,03 + 0,05 + 0,10
Ванадий	Для всех содержаний элемента	- 0,02	+ 0,03
Вольфрам	Для всех содержаний элемента	- 0,05	+ 0,03
Ниобий	Для всех содержаний элемента	- 0,05	+ 0,02

Медь	Для всех содержаний элемента	- 0,10	+ 0,10
------	------------------------------	--------	--------

Примечания:

1. Для стали марки 85Х4М5Ф2В6Л (Р6М5Л) допускается отклонение по массовой доле ванадия +(-) 0,1 %.
2. Для стали марки 90Х4МФ2В6Л (Р6М4Ф2Л) допускаются отклонения по массовой доле ванадия - минус 0,2; плюс 0,1 %.,

98

6.4. ПРИМЕСИ В СТАЛЬНЫХ ОТЛИВКАХ

В зависимости от назначения и требований, предъявляемых к деталям, отливки разделяются на три группы в соответствии с табл. 109 (ГОСТ 977-88).

Таблица 109

Группа отливок	Назначение	Характеристика отливок	Перечень контролируемых показателей качества
1	Отливки общего назначения	Отливки для деталей, конфигурация и размеры которых определяются только конструктивными и технологическими соображениями	Внешний вид, размеры, химический состав
2	Отливки ответственного назначения	Отливки для деталей, рассчитываемых на прочность и работающих при статических нагрузках	Внешний вид, размеры, химический состав, механические свойства; предел текучести или временное сопротивление и относительное удлинение
3	Отливки особо ответственного назначения	Отливки для деталей, рассчитываемых на прочность и работающих при циклических и	Внешний вид, размеры, химический состав, механические свойства;

		динамических нагрузках	предел текучести или временное сопротивление, относи- тельное удлинение и ударная вязкость
--	--	------------------------	---

Массовая доля примесей для групп отливок должна соответствовать данным табл. 110) (ГОСТ 977-88).

Таблица 110 Массовая доля примесей для групп отливок

Группа отливок	Массовая доля примесей в стали, % не более					
	основн ой	кислой	основной мартенов- ской	основной	кислой	основной мартено в- ской
	сера			фосфор		
1	0,040	0,060	0,050	0,040	0,060	0,050
2	0,035	0,060	0,045	0,035	0,060	0,040
3	0,030	0,050	0,045	0,030	0,050	0,040

99

Отливки должны подвергаться термической обработке. Режимы термической обработки конструкционной нелегированной и легированной стали приведены, а также легированной стали со специальными свойствами приведены в табл. 94 и табл. 95.

По согласованию изготовителя с потребителем допускается не производить термообработку отливок 1-й группы из конструкционных нелегированных и легированных сталей и отливок 1-3 групп из легированных сталей со специальными свойствами при обеспечении механических и специальных свойств стали технологией выплавки и формообразования. Число допустимых полных термических обработок отливок не должно быть более трех, а для отливок из аустенитных и аустенитно-ферритных легированных сталей со специальными свойствами – не более двух.

Таблица 110 Массовая доля примесей для групп отливок

Группа отливок	Массовая доля примесей в стали, % не более					
	основн ой	кислой	основной мартенов- ской	основной	кислой	основной мартено в- ской
	сера			фосфор		
1	0,040	0,060	0,050	0,040	0,060	0,050

2	0,035	0,060	0,045	0,035	0,060	0,040
3	0,030	0,050	0,045	0,030	0,050	0,040

Отливки должны подвергаться термической обработке. Режимы термической обработки конструкционной нелегированной и легированной стали приведены, а также легированной стали со специальными свойствами приведены в табл. 94 и табл. 95.

По согласованию изготовителя с потребителем допускается не производить термообработку отливок 1-й группы из конструкционных нелегированных и легированных сталей и отливок 1-3 групп из легированных сталей со специальными свойствами при обеспечении механических и специальных свойств стали технологией выплавки и формообразования. Число допустимых полных термических обработок отливок не должно быть более трех, а для отливок из аустенитных и аустенитно-ферритных легированных сталей со специальными свойствами – не более двух.

6.5.РЕЖИМЫ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СТАЛЬНЫХ ОТЛИВОК

Отливки должны подвергаться термической обработке. Режимы термической обработки конструкционной нелегированной и легированной стали, а также легированной стали со специальными свойствами приведены в табл.111 и табл. 112.

По согласованию изготовителя с потребителем допускается не производить термообработку отливок 1-й группы из конструкционных нелегированных и легированных сталей и отливок 1-3 групп из легированных сталей со специальными свойствами при

100

обеспечении механических и специальных свойств стали технологией выплавки и формообразования. Число допустимых полных термических обработок отливок не должно быть более трех, а для отливок из аустенитных и аустенитно-ферритных легированных сталей со специальными свойствами – не более двух.

Таблица 111 Режимы термической обработки конструкционной нелегированной и легированной стали (Приложение 3 ГОСТ 977-88)

Марка стали	Режим термической обработки			
	Нормализация и отпуск		Закалка и отпуск	
	отпуск		закалка	отпуск
	нормализация			
Температура, °С				

15Л	910 - 930 или 910 - 930	- 670 - 690	- -	- -
20Л	880 - 900 или 880 - 900	- 630 - 650	- -	- -
25Л	880 - 900	610 - 630	870 - 890	610 - 630
30Л	880 - 900	610 - 630	860 - 880	610 - 630
35Л	860 - 880	600 - 630	860 - 880	600 - 630
40Л	860 - 880	600 - 630	860 - 880	600 - 630
45Л	860 - 880	600 - 630	860 - 880	600 - 630
50Л	860 - 880	600 - 630	860 - 880	600 - 630
20ГЛ	880 - 900	600 - 650	870 - 890	620 - 650
35ГЛ	880 - 900	600 - 650	850 - 860	600 - 650
20ГСЛ	870 - 890	570 - 600	-	-
30ГСЛ	870 - 890	570 - 600	920 - 950	570 - 650
20Г1Ф	930 - 970	600 - 650	-	-
20ФЛ	920 - 960	600 - 650	-	-
30ХГСФЛ	900 - 930	600 - 650	900 - 920	630 - 670
45ФЛ	880 - 920	600 - 650	880 - 920	600 - 650
32Х06Л	-	-	890 - 910	620 - 660
40ХЛ	-	-	850 - 870	600 - 650
20ХМЛ	880 - 890	600 - 650	-	-
20ХМФЛ	970 - 1000 и 960 - 980	710 - 740	-	-
20ГНМФЛ	910 - 930	600 - 650	910 - 930	640 - 660
35ХМЛ	860 - 880	600 - 650	860 - 870	600 - 650
30ХНМЛ	860 - 880	600 - 650	860 - 870	600 - 650
35ХГСЛ	870 - 890	570 - 600	870 - 880	630 - 670
35НГМЛ	-	-	860 - 880	600 - 650
20ДХЛ	880 - 890	560 - 600	880 - 890	560 - 600
08ГДНФЛ	920 - 950 или 920 - 950	- 590 - 650	- -	- -
13ХНДФТЛ	950 - 970 или 900 - 920	- 530 - 560	- -	- -
12ДН2ФЛ	910 - 930	530 - 560 или	-	-
	Предварительная обработка 940 - 950		Окончательная обработка 890 - 910 560 - 600	
12ДХН1МФЛ	940 - 960 или 890 - 910	- 520 - 630	- 890 - 910	- 520 - 630
23ХГС2МФЛ	Предварительная обработка 1000 - 1040 720 - 740		Окончательная обработка 1000 - 1020 180 - 220	
12Х7ГЗСЛ	Предварительная обработка 940 - 960 650 - 720		Окончательная обработка 880 - 900 200 - 250	
25Х2ГНМФЛ 1)	Предварительная обработка 900 - 950 650 - 700		Окончательная обработка 880 - 920 630 - 700	

25Х2ГНМФЛ 2)	Предварительная обработка 900 – 950 660 - 680	Окончательная обработка 900 – 950 260 - 300
27Х5ГСМЛ	Предварительная обработка 970 – 990 700 - 720	Окончательная обработка 980 – 1000 200 - 220
30Х3СЗГЬЛ	Предварительная обработка 970 – 990 700 - 720	Окончательная обработка 980 – 1000 200 - 220

1), 2) – Режимы термической обработки, обеспечивающие получение уровня механических свойств, указанных в табл. 113.

Примечания :

1. Для стали марки 40ХФЛ допускается применять отпуск после нормализации.
2. Для стали марки 23ХГС2МФЛ приведенные режимы предварительной термической обработки могут заменяться закалкой с отпуском, отжигом или отпуском.

Таблица 112. Режимы термической обработки легированной стали со специальными

свойствами (ГОСТ 977 – 88)

Класс стали	Марка стали	Рекомендуемый режим термической обработки
Мартенситный	20Х5МЛ	Отжиг при 940-960 С, нормализация при 940 -960 С, охлаждение на воздухе; отпуск при 680 – 720 С, охлаждение на воздухе
	20Х8ВЛ	То же
	20Х13Л	Отжиг при 940-960 С; закалка с 1040-1060 С, охлаждение в масле или на воздухе; отпуск при 740 – 760 С, охлаждение на воздухе
	08Х14НДЛ	Закалка с 1000 -1200 С, охлаждение на воздухе; отпуск при 660 – 700 С, охлаждение на воздухе
	09Х16Н4БЛ 1)	Нормализация при 1040 - 1060 С, охлаждение на воздухе; отпуск при 600 – 620 С, охлаждение на воздухе; закалка с 950 – 1050 С, охлаждение в масле или на воздухе; отпуск при 600-620 С, охлаждение на воздухе
	09Х16Н4БЛ 2)	Нормализация при 1040 - 1060 С, охлаждение на воздухе; отпуск при 600 – 620 С, охлаждение на воздухе; закалка с 950 -1050 С, охлаждение в масле ; отпуск при 290-310 С, охлаждение на воздухе
	09Х17Н3СЛ 1)	Отжиг при 660-670 С, закалка с 1040 -1060 С, охлаждение в масле; отпуск при 300 - 350 С, охлаждение на воздухе
	09Х17Н3СЛ 2)	Закалка с 1040 -1060 С, охлаждение в масле; отпуск при 540 - 560 С, охлаждение на воздухе
	09Х17Н3СЛ 3)	Отпуск при 670-690 С, охлаждение на воздухе

	40X9C2Л	Без термической обработки
	10X12НДЛ	Нормализация при 940 - 960 С, охлаждение на воздухе; отпуск при 600 – 620 С, охлаждение на воздухе или закалка с 950 – 1050 С, охлаждение со скоростью 30 С/час ; отпуск при 650- 680 С
	20X12ВНМФЛ	Отжиг, отпуск при 710 - 730 С, 10-15 ч, охлаждение с печью до 200 С ; двойная нормализация :1100 и1050 С, охлаждение со скоростью не менее 300 С/ час, обдувка воздухом ; отпуск при 710 – 730 С, 10 -15 ч, охлаждение с печью до 200 С. Мелкие отливки (толщина стенки до 5 мм) могут подвергаться одной нормализации при температуре 1070 – 1090 С.
Мартенситно-ферритный	15X13Л	Отжиг при 940 -960 С ; закалка с 1040 – 1060 С, охлаждение в воде, масле или на воздухе; отпуск при 740 – 760 С, охлаждение на воздухе
Ферритный	15X25ТЛ	Без термической обработки
Аустенитно-мартенситный	08X15Н4ДМЛ	Закалка с 1030 -1050 С, охлаждение на воздухе; отпуск при 600 - 620 С, охлаждение на воздухе
	08X14Н7МЛ	Закалка с 1090 -1110 С, нагрев в защитной среде, охлаждение на воздухе; обработка холодом при минус 50 – 70 С ; отпуск при 250 - 350 С, охлаждение на воздухе
	14X18Н4Г4Л	Закалка с 1020 -1070 С, охлаждение в воде
Аустенитно-ферритный	12X25Н5ТМФЛ	Закалка с 1140 -1160 С, охлаждение с печью до 970 -990 С, далее в масле
	35X23Н7СЛ	Без термической обработки
	40X24Н12СЛ	Закалка с 1140 -1160 С, охлаждение на воздухе
	16X18Н12С4ТЮЛ	Закалка с 1150 -1200 С, охлаждение на воздухе
	10X18Н3ГЗД2Л	Нормализация при 1070 - 1100 С, охлаждение на воздухе; отпуск первый при 790 - 810 С, охлаждение на воздухе или закалка с 950 –1050 С, охлаждение до 20 С; отпуск второй при 590- 610 С
Аустенитный	10X18Н9Л	Закалка с 1050 -1100 С, охлаждение в воде, масле или на воздухе
	07X17Н16ТЛ	Закалка с 1050 -1100 охлаждение в воде
	12X18Н9ТЛ	Закалка с 1050 -1100 С, охлаждение в воде, масле или на воздухе
Аустенитный	10X18Н11БЛ	Закалка с 1100 -1150 С, охлаждение в воде
	12X18Н12М3ТЛ	Закалка с 1100 -1150 С, охлаждение в воде
	55X18Г14С2ТЛ	Без термической обработки
	15X23Н18Л	Закалка с 1100 -1150 С, охлаждение в воде
	20X25Н19С2Л	Закалка с 1090 -1110 С, охлаждение в воде, масле или на воздухе
	18X25Н19СЛ	Закалка с 1090 -1110 С, охлаждение в воде,

		масле или на воздухе
	45X17Г13Н3ЮЛ	Без термической обработки
	15X18Н22В6М2РЛ	Старение при 790 -810 С, 12 - 16 ч, охлаждение на воздухе
	08Х17Н34В5Т3Ю2РЛ	Закалка с 1140 -1160 С, охлаждение на воздухе; Старение при 740 - 760 С 32 ч, охлаждение на воздухе
	20Х21Н46В8РЛ	Старение при 890 -910 С, 5 ч, охлаждение на воздухе
	35Х18Н24С2Л	Закалка с 1140 -1160 С, охлаждение в воде
	31Х19Н9МВБТЛ	Закалка с 1140 -1160 С, охлаждение в воде; Старение при 700 - 800 С
	12Х18Н12БЛ	Закалка с 1170 -1190 С, охлаждение на воздухе; Двойное старение : 790 - 810 С 10 ч, и 740 - 760 С, 16 ч
	110Г13Х2БРЛ	Закалка с 1050 -1100 С, охлаждение в воде
	110Г13ФТЛ	Закалка с 1050 -1100 С, охлаждение в воде
	130Г14ХМФАЛ	Закалка с 1120 -1150 С, охлаждение в воде
	120Г10ФЛ	Закалка с 1050 -1100 С, охлаждение в воде
	110Г13Л	Закалка с 1050 -1100 С, охлаждение в воде
Мартенситный	85Х4М5Ф2В6Л (Р6М5Л)	Отжиг при 860 -880 С, выдержка, охлаждение с печью до 740 -760 С, выдержка, охлаждение с печью до 500 С, охлаждение на воздухе
	90Х4М4Ф2В6Л (Р6М4Ф2Л)	Отжиг при 860 -880 С, выдержка, охлаждение с печью до 740 -760 С, выдержка, охлаждение с печью до 500 С, охлаждение на воздухе

6.7. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СТАЛЬНЫХ ОТЛИВОК

Таблица 115. Область применения конструкционной легированной стали(ГОСТ 977-88).

Марка стали	Область применения
20ГЛ	Диски, звездочки, зубчатые венцы, барабаны и др.детали, к которым предъявляются требования по прочности и вязкости, работающие под действием статических и динамических нагрузок
35ГЛ	Диски, звездочки, зубчатые венцы, барабаны, шкивы и др. тяжелонагруженные детали экскаваторов, крышки подшипников, цапфы
20ГСЛ	Корпусные детали гидротурбин, работающие при температуре до 450 С
30ГСЛ	Зубчатые колеса, ролики, обоймы, зубчатые венцы, рычаги, фланцы, шкивы, сектора, колонны, ходовые колеса и другие детали
20Г1ФЛ	Рамы, балки, корпуса и др. детали вагонов

20ФЛ	Литые детали вагонов, металлургического и горнодобывающего оборудования
30ХГСФЛ	Литые детали экскаваторов
45ФЛ	Износостойкие литые детали для тракторов и металлургического оборудования
32Х06Л	Кронштейны, балансиры, катки, другие ответственные детали со стенкой толщиной до 50 мм и общей массой детали до 80 кг
40ХЛ	Детали повышенной прочности, а также работающие на износ
20ХМЛ	Шестерни, крестовины, втулки, зубчатые колеса, цилиндры, обоймы и другие корпусные детали, работающие при температуре до 500 С

20ХМФЛ	Детали арматуры: корпусные детали, цилиндры, работающие при температуре до 540 С
20ГНМФЛ	Сварные конструкции больших сечений, бандажи цементных печей
35ХМЛ	Шестерни, крестовины, втулки, зубчатые колеса, печные детали и другие ответственные детали, к которым предъявляются требования высокой прочности и вязкости, работающие под действием статических и динамических нагрузок
30ХНМЛ	Ответственные нагруженные детали, к которым предъявляются требования высокой прочности и достаточной вязкости, работающие под действием статических и динамических нагрузок при температуре до 400 С
35ХГСЛ	Зубчатые колеса, звездочки, оси, валы, муфты и др. ответственные детали, от которых требуется повышенная износостойкость
35НГМЛ	Ответственные нагруженные детали, к которым предъявляются требования высокой прочности и достаточной вязкости, работающие под действием статических и динамических нагрузок
20ДХЛ	То же
08ГДНФЛ	Сварные конструкции, ответственные детали со стенкой до 700 мм, к которым предъявляются требования высокой вязкости и достаточной прочности, работающие при температурах не более 350 С
13ХНДФТЛ	Сварные конструкции, ответственные нагруженные детали, к которым предъявляются требования достаточной прочности и вязкости, работающие под действием статических и динамических нагрузок при температуре до 500 С
12ДН2ФЛ	Сварные конструкции, ответственные нагруженные детали, к которым предъявляются требования достаточной прочности и вязкости, работающие под действием статических и динамических нагрузок при температуре до 400 С
12ДХН1МФЛ	Сварные конструкции, ответственные нагруженные детали, к которым предъявляются требования достаточной прочности и вязкости, работающие под действием статических и динамических нагрузок
23ХГС2МФЛ	Детали ответственного назначения со стенкой толщиной до 30 мм, работающие в условиях циклических и ударных нагрузок и в условиях ударно-абразивного износа
12Х7ГЗСЛ	Ответственные высоко нагруженные детали со стенкой толщиной до 100 мм, работающие в условиях статических и динамических нагрузок
25Х2ГНМФ	Детали ответственного назначения со стенкой толщиной до 50

Л	мм, работающие в условиях статических и динамических нагрузок
27Х5ГСМЛ	Высоконагруженные детали ответственного назначения со стенкой толщиной до 50 мм, работающие в условиях ударных нагрузок и ударно-абразивного износа
30Х3СЗГМЛ	Высоконагруженные детали ответственного назначения со стенкой толщиной до 30 мм, к которым предъявляются требования высокой прочности и достаточной вязкости
03Н12Х5МЗТЛ	Высоко нагруженные детали ответственного назначения со стенкой толщиной 200 мм
03Н12Х5МЗТЮЛ	Высоко нагруженные детали ответственного назначения со стенкой толщиной 200 мм

Таблица 116 Область применения легированной стали со специальными свойствами (ГОСТ 977 – 88)

Класс	Марка стали	Основное свойство	Область применения
Легированные со специальными свойствами			
Мартен - ситный	20Х13Л	Несколько менее коррозионностойкая в атмосферных условиях по сравнению со сталью 15Х13Л	Детали, подвергающиеся ударным нагрузкам (турбинные лопатки, клапаны гидравлических прессов, арматура крекинг-установок, сегменты сопел, формы для стекла, рамы садовых окон, предметы домашнего обихода и др.), а также изделия, подвергающиеся действию относительно слабых агрессивных сред (атмосферные осадки, влажный пар, водные растворы солей органических кислот при комнатной температуре)
	08Х14НДЛ	Коррозионностойкая в морской воде и атмосферных условиях. Коррозионная стойкость выше, чем у стали марок 15Х13Л и 20Х13Л	Детали, работающие в морской воде (гребные винты и другие)
	09Х16Н4БЛ	Коррозионностойкая. Высокопрочная при нормальной	Детали повышенной прочности для авиационной, химической и других

		температуре, устойчива против окисления в атмосферных условиях при температуре до 500С	отраслей промышленности
	09Х17Н3СЛ	Коррозионностойкая сталь. Высокопрочная при нормальной температуре	Детали повышенной прочности для авиационной, химической и других отраслей промышленности, работающие в средах средней агрессивности (азотная и слабые органические кислоты, растворы солей органических и неорганических кислот)

Мартен - ситный	20Х5МЛ	Жаростойкая в горячих нефтяных средах, содержащих сернистые соединения. Жаростойкость до 600 С	Детали арматуры нефтеперерабатывающих установок, печные двойники, корпуса насосов, др. детали, работающие в нефтяных средах под давлением при температуре до 550 С
	20Х8ВЛ	Жаростойкая в более агрессивных сернистых средах по сравнению со сталью 20Х5МЛ. Жаростойкость до 600	Те же детали, работающие в условиях сильно сернистых нефтяных сред под давлением при температуре до 575 С
	40Х9С2Л	Жаростойкая при температуре до 800С, жаропрочная при температуре до 700 С	Детали, работающие длительное время под нагрузкой при температуре до 700 С (клапаны моторов, колосники, крепежные детали)
	10Х12НДЛ	Кавитационностойкая. Коррозионностойкая и эрозияностойкая в условиях проточной воды. Сталь не склонна к отпускной хрупкости , не флокено-	Элементы сварных конструкций рабочих колес гидротурбин, детали гидротурбин (лопатки, детали проточной части), работающие в условиях кавитаци-

	20X12ВНМФЛ	чувствительна Коррозионностойкая, жаропрочная до 650 С	онного разрушения Литые детали турбин (цилиндры сопла, диафрагмы и арматура) с рабочей температурой до 600 С
Мартен - ситно – феррит - ный	15X13Л	Коррозионностойкая в ат- мосферных условиях, в речной и водопроводной воде. Наивысшая коррози- онная стойкость достига- ется термической обра- боткой и полировкой	Детали с повышенной пластич- ностью,подвергающиеся удар- ным нагрузкам (турбинные лопатки, клапаны гидравличе- ских прессов, арматуры крекинг-установок и другие), а также изделия, подвергающи- еся действию относительно слабых агрессивных сред (ат- мосферные осадки, влажный пар, водные растворы солей органических кислот при ком- натной температуре)

Феррит - ный	15X25ТЛ	Коррозионностойкая, жа- ростойкая при температуре до 1100 С, обладает удо- влетворительной сопро- тивляемостью межкристал- литной коррозии	Детали, не подвергающиеся действиям постоянных и пере- менных нагрузок (аппаратура для дымящихся азотной или фосфорной кислот), многие де- тали химического машиностро- ения, в том числе работающие в условиях контакта с мочеви- ной ; печная арматура, плиты и другие
Аусте- нитно- мартен- ситный	08X15Н4ДМЛ	Коррозионностойкая в морской воде и атмосфер- ных условиях. По сравне- нию с 08X14НДЛ менее	Детали, работающие в морской воде (тяжелонагруженные гребные винты ледоколов и др.)

		чувствительна к концент- раторам напряжений	
	08X14H7МЛ	Коррозионнотойкая	Детали изделий, работающих при комнатных и низких (до минус 196 С) температурах
	14X18H4Г4Л	Коррозионнотойкая. Обла- дает большей, чем сталь марки 10X18H9Л склон ностью к межкристаллит- ной коррозии	Арматура для химической про- мышленности, коллекторы выхлопных систем, детали печной арматуры и др.
Аусте- нитно- феррит - ный	12X25H5ТМФЛ	Коррозионнотойкая, жа- ростойкая при температуре до 600 С, обладает удо-	Арматура химической про- мышленности, детали авиаци- онной и других отраслей про- мышленности, а также детали, работающие под высоким давлением до 300 атм (30 Мпа)
	16X18H12C4Т ЮЛ	Коррозионнотойкая	Сварные изделия, работающие в агрессивных средах, в частности для концентрирован- ной азотной кислоты при температуре 105 С
	35X23H7СЛ	Коррозионнотойкая в сер- нистых средах, жаростой- кая при температуре до 1000 С	Детали трубчатых печей нефте- заводов и другие детали, ра- ботающие при температуре до 1000 С. Рекомендуются взамен стали марки 40X24H12СЛ
	40X24H12СЛ	Коррозионнотойкая, жа- Ростойкая при температуре До 1000 С, жаропрочная	Детали, работающие при высо- кой температуре и давлении (лопатки компрессоров и сопло- вых аппаратов, печные конвей- еры,шнеки, крепежные детали
Аусте- нитно- феррит	20X20H14C2Л	Сталь жаростойкая до 1000-1050 С, устойчива к науглероживающей	Печные конвейеры, шнеки для цементации и другие детали, работающие при

- ный		среде	высоких тем- пературах в нагруженном состоянии
	10X18H3ГЗД2 Л	Кавитационнотойкая, имеет повышенную стойкость от песчаной эрозии по сравнению со сталью марки 10X12НДЛ	Литые лопатки и сварные детали рабочей части гидро- турбин, работающих при на- по- рах, не превышающих 80 л/ч в сечениях до 300 мм
Аустен ит- ный	10X18H9Л	Коррозионнотойкая, жа- ростойкая до 750 С. Не стойкая в сернистых сре- дах. При содержании углерода в стали не более 0,07% стойкая против меж- кристаллитной коррозии	Арматура для химической про- мышленности, коллекторы вых- лопных систем, детали печной арматуры, плиты для травиль- ных корзин и другие детали, работающие при температуре до 400 С
	12X18H9ТЛ	Коррозионнотойкая, жа- ростойкая до 750 С, жаро- прочная при температуре до 600 С. Обладает высо- кой стойкостью против га- зовой и межкристаллит- ной коррозии	Арматура для химической про- мышленности, коллекторы вых- лопных систем, детали печной арматуры, ящики и крышки для травильных корзин и другие детали
	10X18H11БЛ	Коррозионнотойкая, жаропрочная при температуре до 800 С. нечувствительна к меж- кристаллитной коррозии	Те же детали, а также детали газовых турбин разного назна- чения, детали турбокомпрессо- ров, работающих при малых нагрузках. Детали аппаратов целлюлозной, азотной, пище- вой и мыловаренной промыш- ленности
	07X17H16ТЛ	Коррозионнотойкая. Об- ладает малой магнитной восприимчивостью,	Литые фасонные детали ответ- ственного назначения, к кото- рым предъявляются

		высокой стойкостью против газовой и межкристаллитной коррозии, хорошей обрабатываемостью резанием	требования по малой магнитной восприимчивости, высокой коррозионной стойкости и хорошей обрабатываемости резанием
--	--	---	---

Аустенитный	12X18H12M3TЛ	Коррозионностойкая, жаропрочная, не подвержена межкристаллитной коррозии при температуре до 800 С	Детали, устойчивые при воздействии сернистой кипящей, фосфорной, муравьиной, уксусной и других кислот, а также детали, длительное время работающие под нагрузкой при температуре до 800 С
	55X18Г14С2ТЛ	Коррозионностойкая сталь, жаростойкая до температуры 950 С. В среде сернистой кислоты нестойкая	Те же детали, которые изготовляют из стали марки 40Х24Н12СЛ
	15Х23Н18Л	Жаропрочная до 900 С. При температуре 600-800 С склонна к охрупчиванию из-за образования сигма-фазы	Детали установок для химической, нефтяной и автомобильной промышленности; газопроводы, камеры сгорания сопловых аппаратов. Детали печной арматуры, не требующие высокой механической прочности (может применяться для нагревательных элементов сопротивления)
	20Х25Н19С2Л	Коррозионностойкая, жаростойкая при температуре до 1100 С	Реторты для отжига, части печей и ящики для цементации
	18Х25Н19СЛ	Коррозионностойкая, кислотоупорная, жаростойкая	Детали паровых и газовых турбин, котельных

			установок, лопаток и венцов компрессоров и сопловых аппаратов турбин и другие детали, работающие при высоких температурах
	45X17Г13Н3ЮЛ	Коррозионностойкая, стойкая против коррозии в сернистых средах. Жаростойкая при температуре до 900 С, жаропрочная	Детали отпусковых, закалочных и цементационных печей, по- довые плиты, коробка, тигли для соляных ванн и другие детали, работающие при высоких температурах. Рекомен- дуется как заменитель стали марки 40Х24Н12С Л
	35Х18Н24С2Л	Коррозионностойкая, жаростойкая при температуре до 1100-1200 С, жаропрочная	Детали, работающие при высоких температурах в сильно-нагруженном состоянии (печные конвейеры, шнеки, крепежные детали)

Аустенитный	31Х19Н9МВБТЛ	Сталь жаропрочная	Рабочие колеса турбины турбо-компрессоров, турбинные и направляющие аппараты
	12Х18Н12БЛ	Коррозионностойкая, жаропрочная до температуры 650 С.	Литые детали энергоустановок с длительным сроком работы при 600-650 С и ограниченным При 700 С
	08Х17Н34В5Т3Ю2РЛ	Жаростойкая при температуре до 1000 С	Сопловые и рабочие лопатки газовых турбин, цельнолитые роторы и другие детали, работающие при температуре до 800 С
	15Х18Н22В6М2РЛ	Жаростойкая при температуре до 1000 С, жаропроч-	Детали двигателей авиационной промышленности (рабо-

		ная при температуре до 800 С	чие и сопловые лопатки газовых турбин и другие)
	20Х21Н46В8РЛ	Жаростойкая при температуре до 1000 С, жаропрочная при температуре до 800 С	Детали двигателей авиационной промышленности (рабочие и сопловые лопатки газовых турбин и другие
	110Г13Л	Высокое сопротивление износу при одновременном воздействии высоких давлений или ударных нагрузок	Корпуса вихревых и шаровых мельниц, щеки дробилок, трамвайные и железнодорожные стрелки и крестовины, гусеничные траки, звездочки, зубья ковшей экскаваторов и другие детали, работающие на ударный износ
	10Г13ФТЛ	Высокое сопротивление ударно-абразивному изнашиванию, высокая хладостойкость	Корпуса вихревых и шаровых мельниц, щеки дробилок, трамвайные и железнодорожные стрелки и крестовины, гусеничные траки, звездочки, зубья ковшей экскаваторов и другие детали, работающие на ударный износ; детали металлургического и горнообогатительного оборудован

Аустенитный	130Г14ХМФАЛ	Высокое сопротивление износу при одновременном воздействии высоких давлений или ударных нагрузок. Высокая стойкость против абразивного изнашивания, высокая хладостойкость. Сохраняет высокое	Корпуса вихревых и шаровых мельниц, щеки дробилок, трамвайные и железнодорожные стрелки и крестовины, гусеничные траки, звездочки, зубья ковшей экскаваторов и другие детали,
-------------	-------------	---	---

		значение ударной вязкости в упрочненном состоянии (в процессе эксплуатации деталей)	работающие на ударный износ
	120Г10ФЛ	Высокое сопротивление абразивному износу	Звенья гусениц, тракторов и другие детали, работающие в условиях абразивного износа
	110Г13Х2БРЛ	Высокое сопротивление износу при одновременном воздействии высоких давлений или ударных нагрузок	Для спецпродукции
Мартенситный	85Х4М5Ф2В6Л (Р6М5Л)	Высокая износоустойчивость, теплостойкая	Литые заготовки для инструмента, получаемого последующим методом горячей пластической деформации (ковка, горячее выдавливание) и для литого металлорежущего инструмента (применяется для отливок 1-ой группы)
	90Х4М4Ф2В6Л (Р6М4Ф2Л)	Высокая износоустойчивость, теплостойкая	То же

ГЛАВА 7. ДОПУСКИ РАЗМЕРОВ И МАССЫ, ПРИПУСКИ НА МЕХАНИЧЕСКУЮ ОБРАБОТКУ ОТЛИВОК

7.1. ДОПУСКИ РАЗМЕРОВ И МАССЫ ОТЛИВОК

Основные припуски на механическую обработку отливок устанавливают в соответствии с ГОСТ 26645-85 **Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку.**

Номинальный размер отливки следует принимать равным номинальному размеру детали для необрабатываемых поверхностей и сумме общего размера детали и общего припуска на обработку – для обрабатываемых поверхностей. При определении номинального размера отливок учитывают технологические напуски.

Номинальную массу отливки следует принимать равной массе отливки с номинальными размерами. Методика определения номинальной массы устанавливается в отраслевой научно-технической документации.

Технологические напуски устанавливает изготовитель и указывает в чертежах отливки или детали с указанием размера отливки.

Нормы точности устанавливают на отливку в целом, ее отдельные поверхности и размеры.

Точность отливки в целом характеризуют классом размерной точности отливки, степенью коробления, степенью точности поверхности, классом точности массы.

Обязательному применению подлежат классы размерной точности и точности массы отливок. Использование других показателей точности отливок, а при необходимости и специфические требования к точности литых деталей в зависимости от их назначения и условий эксплуатации, регламентируется в отраслевой нормативно-технической документации.

Нормы точности отливок: классы размерной точности, степень коробления, степень точности поверхностей, классы точности масс, а также ряды припусков на обработку для различных технологических процессов и условий изготовления и обработки отливок приведены в табл. **122 — 127.**

На чертеже отливки (или чертеже детали с нанесенными размерами отливки) следует указывать измерительные базы (базы разметки) и базы первоначальной обработки поверхностей.

Допуски линейных размеров отливок, изменяемых и неизменяемых обработкой, должны соответствовать указанным в табл. 117. Для конических и фасонных поверхностей, заданных координатами от одной базы или поверхности, допускается устанавливать допуски на номинальное значение большего из размеров.

Таблица 117. (ГОСТ 26645 - 85). Допуски линейных размеров отливок

Интервал но- минальных размеров, мм	Д										
	1	2	3т	3	4	5т	5	6	7т	7	8
До 4	0,0 6	0,0 8	0,10	0,12	0,16	0,20	0,24	0,32	0,4 0	0,5 0	0,6 4
Св. 4 до 6	0,0 7	0,0 9	0,11	0,14	0,18	0,22	0,28	0,36	0,4 4	0,5 6	0,7 0
Св. 6 до 10	0,0 8	0,1 0	0,12	0,16	0,20	0,24	0,32	0,40	0,5 0	0,6 4	0,8 0
Св. 10 до 16	0,0 9	0,1 1	0,14	0,18	0,22	0,28	0,36	0,44	0,5 6	0,7 0	0,9 0
Св. 16 до 25	0,1 0	0,1 2	0,16	0,20	0,24	0,32	0,40	0,50	0,6 4	0,8 0	1,0 0
Св. 25 до 40	0,1 1	0,1 4	0,18	0,22	0,28	0,36	0,44	0,56	0,7 0	0,9 0	1,1 0
Св. 40 до 63	0,1 2	0,1 6	0,20	0,24	0,32	0,40	0,50	0,64	0,8 0	1,0 0	1,2 0
Св. 63 до	0,1	0,1	0,22	0,28	0,36	0,44	0,56	0,70	0,9	1,1	1,4

100	4	8							0	0	0
Св. 100 до 160	0,16	0,20	0,24	0,32	0,40	0,50	0,64	0,80	1,00	1,20	1,60
Св. 160 до 250	-	-	0,28	0,36	0,44	0,56	0,70	0,90	1,10	1,40	1,80
Св. 250 до 400	-	-	0,32	0,40	0,50	0,64	0,80	1,00	1,20	1,60	2,00
Св. 400 до 630	-	-	-	-	0,56	0,70	0,90	1,10	1,40	1,80	2,20
Св. 630 до 1000	-	-	-	-	-	0,80	1,00	1,20	1,60	2,00	2,40
Св. 1000 до 1600	-	-	-	-	-	-	-	1,40	1,80	2,20	2,80
Св. 1600 до 2500	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	2,40	3,20
Св. 2500 до 4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Св. 4000 до 6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Св. 6300 до 10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Св. 10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Продолжение табл. 117

Интервал номинальных размеров, мм	Допуски размеров отливок, мм, не более, для классов точности										
	9т	9	10	11т	11	12	13т	13	14	15	16
До 4	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	-	-	-	-	-	-
Св. 4 до 6	0,9	1,1	1,4	1,8	2,2	2,8	-	-	-	-	-
Св. 6 до 10	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	-	-	-
Св. 10 до 16	1,1	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	4,4	5,6	7	-	-
Св. 16 до 25	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8	10	12
Св. 25 до 40	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	4,4	5,6	7,0	9	11	14
Св. 40 до 63	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10	12	16
Св. 63 до 100	1,8	2,2	2,8	3,6	4,4	5,6	7,0	9,0	11	14	18
Св. 100 до 160	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10,0	12	16	20
Св. 160 до 250	2,2	2,8	3,6	4,4	5,6	7,0	9,0	11,0	14	18	22
Св. 250 до 400	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10,0	12,0	16	20	24
Св. 400 до 630	2,8	3,6	4,4	5,6	7,0	9,0	11,0	14,0	18	22	28
Св. 630 до 1000	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10,0	12,0	16,0	20	24	32

Св. 1000 до 1600	3,6	4,4	5,6	7,0	9,0	11,0	14,0	18,0	22	28	36
Св. 1600 до 2500	4,0	5,0	6,4	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0	24	32	40
Св. 2500 до 4000	4,4	5,6	7,0	9,0	11,0	14,0	18,0	22,0	28	36	44
Св. 4000 до 6300	5,0	6,4	8,0	10,	12,0	16,0	20,0	24,0	32	40	50
Св. 6300 до 10000	-	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0	24,0	32,0	40	50	64
Св. 10000	-		12,0	16,0	20,0	24,0	32,0	40,0	50	64	80

112

Допуски размеров элементов отливок, образованных двумя полужормами или полужормой и стержнем, устанавливают соответствующими классу размерной точности

отливки. Допуски размеров, образованных одной частью литейной формы или одним стержнем устанавливают на 1, 2 класса точнее. Допуски размеров, образованных тремя и более частями литейной формы, несколькими стержнями или подвижными элементами формы, а также допуски толщины стенок, образованных двумя и более частями формы или формой и стержнем, устанавливают на 1,2 класса грубее.

Допуски размеров отливок от предварительно обработанной поверхности до литой поверхности должны соответствовать данным табл.117. Классы их точности и обозначения на чертежах устанавливаются отраслевыми нормативно-техническими документами.

Допуски угловых размеров в пересчете на линейные не должны превышать значений, установленных в табл.117 для линейных размеров соответствующих классов точности.

Допуски формы и расположения поверхностей отливок (отклонения от прямолинейности, плоскостности, параллельности, перпендикулярности, заданного профиля) в диаметральном выражении должны соответствовать указанным в табл.118.

Таблица 118 Допуски формы и распоожения поверхности

Номинальн ый размер нор мируемого участка отливки, мм	Допуск формы и расположения элементов отливок, мм, не более, для степеней коробления элементов отливки										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
До 125	0,1 2	0,16	0,20	0,24	0,32	0,4 0	0,5 0	0,6 4	0,8 0	1,0 0	1,20
Св. 125 до 160	0,1 6	0,20	0,24	0,32	0,40	0,5 0	0,6 4	0,8 0	1,0 0	1,2 0	1,60
Св. 160 до 200	0,2 0	0,24	0,32	0,40	0,50	0,6 4	0,8 0	1,0 0	1,2 0	1,6 0	2,00
Св. 200 до	0,2	0,32	0,40	0,50	0,64	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,40

250	4					0	0	0	0	0	
Св. 250 до 315	0,3 2	0,40	0,50	0,64	0,80	1,0 0	1,2 0	1,6 0	2,0 0	2,4 0	3,20
Св. 315 до 400	0,4 0	0,50	0,64	0,80	1,00	1,2 0	1,6 0	2,0 0	2,4 0	3,2 0	4,00
Св. 400 до 500	0,5 0	0,64	0,80	1,00	1,20	1,6 0	2,0 0	2,4 0	3,2 0	4,0 0	5,00
Св. 500 до 630	0,6 4	0,80	1,00	1,20	1,60	2,0 0	2,4 0	3,2 0	4,0 0	5,0 0	6,40
Св. 630 до 800	0,8 0	1,00	1,20	1,60	2,00	2,4 0	3,2 0	4,0 0	5,0 0	6,4 0	8,00
Св. 800 до 1000	1,0 0	1,20	1,60	2,00	2,40	3,2 0	4,0 0	5,0 0	6,4 0	8,0 0	10,0
Св. 1000 до 1200	1,2 0	1,60	2,00	2,40	3,20	4,0 0	5,0 0	6,4 0	8,0 0	10, 0	12,0
Св. 1200 до 1600	1,6 0	2,00	2,40	3,20	4,00	5,0 0	6,4 0	8,0 0	10, 0	12, 0	16,0
Св. 1600 до 2000	2,0 0	2,40	3,20	4,00	5,00	6,4 0	8,0 0	10, 0	12, 0	16, 0	20,0
Св. 2000 до 2500	2,4 0	3,20	4,00	5,00	6,40	8,0 0	10, 0	12, 0	16, 0	20, 0	24,0
Св. 2500 до 3150	3,2 0	4,00	5,00	6,40	8,00	10, 0	12, 0	16, 0	20, 0	24, 0	32,0
Св. 3150 до 4000	4,0 0	5,00	6,40	8,00	10,0	12, 0	16, 0	20, 0	24, 0	32, 0	40,0
Св. 4000 до 5000	5,0 0	6,40	8,00	10,0	12,0	16, 0	20, 0	24, 0	32, 0	40, 0	50,0
Св. 5000 до 6300	6,4 0	8,00	10,0	12,0	16,0	20, 0	24, 0	32, 0	40, 0	50, 0	64,0
Св. 6300 до 8000	8,0 0	10,0	12,0	16,0	20,0	24, 0	32, 0	40, 0	50, 0	64, 0	80,0
Св. 8000 до 10000	10, 0	12,0	16,0	20,0	24,0	32, 0	40, 0	50, 0	64, 0	80, 0	-
Св. 10000	12, 0	16,0	20,0	24,0	32,0	40, 0	50, 0	64, 0	80, 0	-	-

Примечание : За номинальный диаметр нормируемого участка при определении допусков, формы и расположения следует принимать наибольший из размеров нормируемого участка элемента отливки, для которого регламентируются отклонения формы и расположения поверхности.

Допуски формы и расположения, приведенные в табл.118, не учитывают формовочные уклоны, назначаемые по ГОСТ 3212- 88 .

Допуски круглости, соосности, симметричности, пересечения осей, позиционные допуски в диаметральном выражении не должны превышать допусков на размеры, установленных в табл.117.

Допуск смещения отливки по плоскости разъема в диаметральном выражении устанавливают по табл.117 на уровне класса размерной точности отливки по номинальному размеру наиболее тонкой из стенок отливки, выходящих за разъем или пересекающих его.

Допуски неровностей поверхностей отливок должны соответствовать приведенным в табл.119 (ГОСТ 26645-85).

Допуск неровностей поверхностей отливки, мм, не более , для степеней точности										
поверхностей										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,05	0,06	0,08	0,10	0,12	0,16	0,20	0,24	0,32	0,40	0,50

Допуск неровностей поверхностей отливки, мм, не более , для степеней точности										
поверхностей										
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
0,64	0,80	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4

Таблица 120 Допуски массы отливок

[illegible]

Продолжение табл.120

Номинальная масса отливки, кг	Допуск массы отливок, %, не более для классов точности массы отливок										
	9т	9	10	11т	11	12	13т	13	14	15	16
До 0,1	20,0	24,0	32,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Св.01 до 0,4	16,0	20,0	24,0	32,0	-	-	-	-	-	-	-
Св.0,4 до 1,0	12,0	16,0	20,0	24,0	32,0	-	-	-	-	-	-
Св.1,0 до 4,0	10,0	12,0	16,0	20,0	24,0	32,0	-	-	-	-	-
Св.4,0 до 10,0	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0	24,0	32,0	-	-	-	-
Св.10,0 до 40,0	6,4	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0	24,0	32,0	-	-	-
Св.40,0 до 100,0	5,0	6,4	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0	24,0	32,0	-	-
Св.100,0 до 400,0	4,0	5,0	6,4	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0	24,0	32,0	-
Св.400,0 до 1000,0	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0	24,0	32,0
Св.1000,0 до 4000,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0	24,0
Св.4000,0 до 10000,0	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0
Св.10000,0 до 40000	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10,0	12,0	16,0
Св.40000 до 100000,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10,0	12,0
Св.100000,0	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10,0

Примечание : Допуски массы отливок приведены в процентах от номинальной массы отливок. Установлено симметричное расположение поля допуска массы относительно номинальной массы.

7.2. ПРИПУСКИ НА МЕХАНИЧЕСКУЮ ОБРАБОТКУ ОТЛИВОК

Припуски на обработку отливок назначают дифференциально на каждую обрабатываемую поверхность отливки. Минимальный литейный припуск на обработку отливки назначают в соответствии с табл. 121 (ГОСЬ 26645-85) для устранения неровностей и дефектов литой поверхности и уменьшения шероховатости поверхности при

отсутствии необходимости в повышении точности размеров, формы и расположения обрабатываемой поверхности.

Таблица 121. Минимальный литейный припуск

Ряд припуска отливки	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Минимальный литейный припуск на сторону, мм, не более	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2

Продолжение табл.121

Ряд припуска отливки	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Минимальный литейный припуск на сторону, мм, не более	1,6	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0

Общий припуск устанавливают в соответствии с табл .122 (ГОСТ 26645-85) для устранения погрешностей размеров , формы и расположения, неровностей и дефектов обрабатываемой поверхности, формирующихся при изготовлении отливки и последовательных переходах ее обработки, в целях повышения точности обрабатываемого элемента отливки.

Таблица 122. Общий припуск на механическую обработку отливок

Общий допуск элемента поверхности, мм	Вид окончательной механической обработки	Общий припуск на сторону, мм, не более, для ряда припуска отливки								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
До 0,10	Черновая	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	-	-
	Чистовая	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	-	-
	Тонкая	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	1,0	-	-
Св.0,10 До 0,11	Черновая	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	-	-
	Получистовая	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	-	-
		0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	1,0	-	-
		0,3	0,4	0,4	0,6	0,6	0,8	0,9	-	-
Св.0,11 До 0,12	Черновая	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,1	-
	Получистовая	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,3	-
		0,3	0,3	0,5	0,5	0,7	0,8	1,0	1,3	-
		0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,3	-
Св.0,12 До 0,14	Черновая	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,1	-
	Получистовая	0,3	0,3	0,5	0,5	0,7	0,8	1,0	1,3	-
		0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,3	-
		0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,3	-

Св.0,14 До 0,16	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,1	1,3
		0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,3	1,4
		0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,3	1,5
		0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,3	1,5
Св.0,16 До 0,18	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,2	1,4
		0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,3	1,5
		0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,3	1,5
		0,3	0,5	0,5	0,7	0,8	0,9	1,1	1,4	1,6
Св.0,18 До 0,20	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	1,0	1,2	1,4
		0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,3	1,5
		0,3	0,5	0,5	0,7	0,8	0,9	1,1	1,4	1,6
		0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,4	1,6
Св.0,20 До 0,22	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	0,3	0,4	0,4	0,6	0,6	0,8	1,9	1,1	1,4
		0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,1	1,4	1,6
		0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,4	1,6
		0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,4	1,6
Св.0,22 До 0,24	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1	1,4
		0,4	0,4	0,6	0,6	0,8	0,8	1,1	1,4	1,6
		0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,4	1,6
		0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,2	1,5	1,7
Св.0,24 До 0,28	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4
		0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,4	1,6
		0,5	0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5	1,7
		0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5	1,7
Св.0,28 До 0,32	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4
		0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,2	1,5	1,7
		0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5	1,7
		0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,6	1,8

Общий допуск эlemen та поверх ности, мм	Вид оконча- тельной меха- нической обработки	Общий припуск на сторону, мм, не более, для ряда припуска								
		отливки								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Св.0,32 До 0,36	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	0,3	0,5	0,5	0,7	0,8	0,9	1,1	1,3	1,5
		0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5	1,7
		0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,6	1,8
		0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,6	1,8
Св.0,36 До 0,40	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,3	1,5
		0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5	1,7
		0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,6	1,8
		0,6	0,8	0,8	0,9	1,1	1,1	1,4	1,6	1,9
Св.0,40 До 0,44	Черновая Получистов ая	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,3	1,5
		0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,5	1,8
		0,6	0,7	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,6	1,9

	Чистовая Тонкая	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,6	1,9
Св.0,44 До 0,50	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	0,5	0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6
		0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,6	1,8
		0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,7	1,9
		0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,8	2,0
Св.0,50 До 0,56	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6
		0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,7	1,9
		0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,8	2,0
		0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,9	2,1
Св.0,56 До 0,64	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,3	1,5	1,7
		0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,8	2,0
		0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,9	2,1
		1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	2,0	2,2
Св.0,64 До 0,70	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7
		0,8	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,9	2,1
		0,9	1,1	1,1	1,3	1,4	1,4	1,6	1,9	2,2
		1,1	1,1	1,3	1,4	1,4	1,6	1,8	2,1	2,3
Св.0,70 До 0,80	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	0,6	0,8	0,8	0,9	1,1	1,1	1,4	1,6	1,8
		0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	2,0	2,1
		1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	2,1	2,3
		1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,2	2,4
Св.0,80 До 0,90	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,6	1,8
		1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	2,1	2,3
		1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,2	2,4
		1,4	1,4	1,6	1,6	1,8	1,9	2,1	2,4	2,4
Св.0,90 До 1,00	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,7	1,9
		1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,1	2,4
		1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0	2,3	2,5
		1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2	2,5	2,7
Св.1,00 До 1,10	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	0,8	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,8	2,0
		1,1	1,3	1,4	1,6	1,6	1,6	1,9	2,2	2,4
		1,4	1,4	1,6	1,7	1,8	1,9	2,1	2,4	2,6
		1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,3	2,5	2,7
Общий допуск элемент а поверх ности, мм	Вид оконча- тельной меха- нической обработки	Общий припуск на сторону, мм, не более, для ряда припуска								
		отливки								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Св.1,10 до 1,20	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,8	2,0
		1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0	2,3	2,5
		1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2	2,5	2,7
		1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,1	2,4	2,7	2,8
Св.1,20 до 1,40	Черновая Получистов	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	2,0	2,1
		1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2	2,5	2,7

	ая Чистовая Тонкая	1,8	1,9	1,9	2,1	2,2	2,3	2,5	2,8	3,0
		1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,6	2,9	3,2
Св.1,40 до 1,60	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,1	2,3
		1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,4	2,7	2,9
		1,9	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	3,0	3,1
		2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1	3,4
Св.1,60 до 1,80	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,1	2,3
		1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,5	2,8	3,0
		2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,8	3,1	3,3
		2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	3,0	3,4	3,6
Св.1,80 до 2,00	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4
		1,9	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	3,0	3,1
		2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	3,0	3,4	3,6
		2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,3	3,6	3,8
Св.2,00 до 2,20	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2	2,4	2,6
		2,1	2,3	2,4	2,4	2,5	2,7	2,8	3,2	3,4
		2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,3	3,6	3,8
		2,9	3,0	3,1	3,1	3,3	3,4	3,6	3,9	4,1
Св.2,20 до 2,40	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,3	2,5	2,7
		2,4	2,5	2,6	2,6	2,8	2,9	3,1	3,4	3,6
		2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	3,3	3,5	3,8	3,9
		3,1	3,1	3,3	3,4	3,4	3,6	3,8	4,1	4,3
Св.2,40 до 2,80	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	1,8	1,9	1,9	2,1	2,2	2,3	2,5	2,6	2,9
		2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,3	3,6	3,8
		3,0	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,8	4,0	4,3
		3,5	3,6	3,7	3,8	3,8	3,9	4,1	4,4	4,6
Св.2,80 до 3,20	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	1,9	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,9	3,1
		3,0	3,1	3,1	3,3	3,4	3,4	3,6	4,0	4,1
		3,4	3,6	3,6	3,8	3,9	4,0	4,1	4,5	4,6
		3,8	3,9	4,0	4,1	4,3	4,3	4,5	4,8	5,0
Св.3,20 до 3,60	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1	3,3
		3,3	3,4	3,4	3,6	3,6	3,8	4,0	4,3	4,5
		3,9	4,0	4,1	4,3	4,3	4,4	4,6	4,9	5,2
		4,3	4,4	4,4	4,5	4,6	4,8	4,9	5,3	5,5
Св.3,60 до 4,00	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,2	3,4	3,6
		3,6	3,8	3,9	4,0	4,1	4,3	4,4	4,8	4,9
		4,3	4,4	4,4	4,5	4,6	4,8	4,9	5,3	5,5
		4,8	4,9	5,0	5,2	5,1	5,3	5,4	5,8	6,0
Св.4,00 до 4,40	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,3	3,5	3,7
		3,8	3,9	4,0	4,1	4,3	4,3	4,5	4,8	5,0
		4,5	4,6	4,8	4,8	4,9	5,0	5,1	5,4	5,8
		4,9	5,0	5,2	5,3	5,3	5,5	5,6	6,0	6,2
Св.4,40 до 5,00	Черновая Получистов ая	2,9	3,0	3,1	3,1	3,3	3,4	3,8	3,8	4,0
		4,3	4,4	4,4	4,5	4,6	4,8	4,9	5,3	5,5
		5,0	5,1	5,3	5,3	5,4	5,6	5,8	6,0	6,3

	Чистовая Тонкая	5,6	5,8	5,8	6,0	6,0	6,2	6,3	6,7	6,9
Св.5,00 до 5,60	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	-	3,3	3,4	3,4	3,6,	3,6	3,9	4,1	4,3
		-	4,9	5,0	5,2	5,1	5,3	5,4	5,8	6,0
		-	5,8	5,8	6,0	6,0	6,2	6,3	6,7	6,9
		-	6,3	6,5	6,5	6,7	6,7	6,9	7,3	7,5
Св.5,60 до 6,40	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	-	3,8	3,9	4,0	4,1	4,3	4,4	4,6	4,8
		-	5,1	5,3	5,3	5,4	5,6	5,8	6,0	6,3
		-	6,1	6,3	6,3	6,5	6,5	6,7	7,1	7,3
		-	6,9	7,1	7,1	7,3	7,3	7,5	7,8	8,0
Св.6,40 до 7,00	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	-	-	4,3	4,3	4,4	4,5	4,8	4,9	5,2
		-	-	5,8	6,0	6,0	6,2	6,3	6,7	6,9
		-	-	6,9	7,1	7,1	7,3	7,5	7,8	8,0
		-	-	7,8	7,8	7,8	8,0	8,3	8,5	8,8
Св.7,00 до 8,00	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	-	-	4,8	4,8	4,9	5,0	5,1	5,5	5,6
		-	-	6,5	6,5	6,7	6,7	6,9	7,3	7,5
		-	-	8,0	8,0	8,0	8,3	8,5	8,8	9,0
		-	-	8,5	8,8	8,8	8,8	9,0	9,3	9,5
Св.8,00 до 9,00	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	-	-	-	5,3	5,4	5,6	5,8	6,0	6,1
		-	-	-	7,3	7,5	7,5	7,8	8,0	8,3
		-	-	-	9,0	9,0	9,3	9,3	9,8	9,8
		-	-	-	9,8	9,8	9,8	10, 0	10, 5	10,5
Св.9,00 До 10,00	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	-	-	-	6,0	6,0	6,2	6,3	6,5	6,7
		-	-	-	8,3	8,3	8,5	8,5	9,0	9,0
		-	-	-	9,8	9,8	9,8	10, 0	10, 5	10,5
		-	-	-	11, 0	11,0	11,0	11, 5	11, 5	12,0
Св.10,0 0 До 11,00	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	-	-	-	-	6,5	6,5	6,7	6,9	7,1
		-	-	-	-	8,5	8,8	8,8	9,3	9,3
		-	-	-	-	10,0	10,0	10, 5	10, 5	11,0
		-	-	-	-	11,0	11,5	11, 5	12, 0	12,0
Св.11,0 0 до 12,00	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	-	-	-	-	7,1	7,3	7,5	7,5	7,8
		-	-	-	-	9,3	9,5	9,5	9,8	10,0
		-	-	-	-	11,0	11,0	11, 5	11, 5	12,0
		-	-	-	-	12,5	12,5	13, 0	13, 0	13,5
Св.12,0 0 до 14,00	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	-	-	-	-	-	8,5	8,5	8,8	9,0
		-	-	-	-	-	11,0	11, 5	11, 5	12,0
		-	-	-	-	-	12,5	13, 0	13, 0	13,5
		-	-	-	-	-	14,5	14, 5	15, 0	15,0
Св.14,00 до 16,00	Черновая Получисто вая	-	-	-	-	-	9,5	9,5	9,8	10,0
		-	-	-	-	-	12,0	12, 5	12, 5	13,0

[illegible]

Св.40,00 до 44,00	Черновая Получисто вая Чистовая Тонкая	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Св.44,00 до 50,00	Черновая Получисто вая	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Чистовая	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Св.50,00 до 56,00	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Св.56,00 до 64,00	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Св.64,00 до 70,00	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Св.70,00 до 80,00	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-

Продолжение табл 122 (ряд припусков 10-18)

[illegible]

	Тонкая									
Св.0,14 до 0,16	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Св.0,16 до 0,18	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Св.0,18 до 0,20	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-
		1,9	-	-	-	-	-	-	-	-
		2,1	-	-	-	-	-	-	-	-
		2,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Св.0,20 до 0,22	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-
		2,0	-	-	-	-	-	-	-	-
		2,1	-	-	-	-	-	-	-	-
		2,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Св.0,22 до 0,24	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	1,8	2,2	2,6	-	-	-	-	-	-
		1,9	2,4	3,0	-	-	-	-	-	-
		2,1	2,5	3,1	-	-	-	-	-	-
		2,1	2,5	3,3	-	-	-	-	-	-
Св.0,24 до 0,28	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	1,8	2,2	2,7	-	-	-	-	-	-
		2,0	2,4	3,0	-	-	-	-	-	-
		2,1	2,5	3,2	-	-	-	-	-	-
		2,2	2,6	3,3	-	-	-	-	-	-
Св.0,28 до 0,32	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	1,8	2,2	2,7	3,3	-	-	-	-	-
		2,1	2,4	3,1	3,6	-	-	-	-	-
		2,2	2,6	3,1	3,6	-	-	-	-	-
		2,3	2,7	3,4	3,9	-	-	-	-	-
Св.0,32 до 0,36	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	1,9	2,3	2,7	3,3	-	-	-	-	-
		2,1	2,5	3,1	3,6	-	-	-	-	-
		2,3	2,7	3,3	3,8	-	-	-	-	-
		2,3	2,7	3,4	3,9	-	-	-	-	-
Св.0,36 до 0,40	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	1,9	2,3	2,8	3,3	4,3	-	-	-	-
		2,1	2,5	3,2	3,7	4,8	-	-	-	-
		2,3	2,7	3,3	3,8	5,0	-	-	-	-
		2,4	2,8	3,4	4,0	5,1	-	-	-	-
Св.0,40 до 0,44	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	1,9	2,3	2,8	3,4	4,3	-	-	-	-
		2,2	2,6	3,1	3,6	4,8	-	-	-	-
		2,4	2,7	3,4	3,9	5,0	-	-	-	-
		2,4	2,8	3,4	4,0	5,1	-	-	-	-
Св.0,44 до 0,50	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	2,0	2,4	2,8	3,4	4,4	5,3	-	-	-
		2,2	2,6	3,3	3,8	4,8	5,8	-	-	-
		2,4	2,8	3,5	3,9	5,2	6,2	-	-	-
		2,5	2,9	3,6	4,1	5,3	6,3	-	-	-

Общий допуск элемента поверхности, мм	Вид окончательной механической обработки	Общий припуск на сторону, мм, не более, для ряда припуска								
		отливки								
		10	11	12	13	14	15	16	17	18
Св.0,50 до 0,56	Черновая Получистовая Чистовая Тонкая	2,0	2,4	2,9	3,4	4,4	5,5	-	-	-
		2,3	2,7	3,3	3,8	4,9	5,8	-	-	-
		2,5	2,9	3,4	4,0	5,1	6,1	-	-	-
		2,6	3,0	3,6	4,3	5,5	6,3	-	-	-
Св. 0,56 до 0,64	Черновая Получистовая Чистовая Тонкая	2,1	2,4	2,9	3,5	4,4	5,5	6,5	-	-
		2,4	2,8	3,4	3,9	5,0	6,0	7,1	-	-
		2,6	3,0	3,6	4,1	5,3	6,3	7,3	-	-
		2,7	3,1	3,8	4,3	5,4	6,5	7,5	-	-
Св.0,64 до 0,70	Черновая Получистовая Чистовая Тонкая	2,1	2,5	3,0	3,4	4,5	5,4	6,5	8,5	-
		2,4	2,8	3,5	3,9	5,0	6,0	7,1	9,3	-
		2,6	3,1	3,6	4,1	5,3	6,3	7,5	9,8	-
		2,8	3,1	3,9	4,4	5,6	6,5	7,8	9,8	-
Св.0,70 до 0,80	Черновая Получистовая Чистовая Тонкая	2,2	2,6	3,1	3,6	4,6	5,6	6,5	8,5	-
		2,5	2,9	3,6	4,0	5,2	6,2	7,3	9,3	-
		2,8	3,1	3,8	4,3	5,4	6,5	7,5	9,8	-
		2,9	3,4	4,0	4,5	5,8	6,7	7,8	10,0	-
Св.0,80 до 0,90	Черновая Получистовая Чистовая Тонкая	2,2	2,6	3,2	3,7	4,6	5,6	6,7	8,5	10,5
		2,7	3,1	3,7	4,1	5,3	6,3	7,3	9,5	11,5
		2,9	3,4	3,9	4,4	5,6	6,7	7,8	9,8	12,0
		3,1	3,4	4,1	4,6	5,8	6,9	8,0	10,5	12,5
Св.0,90 до 1,10	Черновая Получистовая Чистовая Тонкая	2,4	2,7	3,3	3,8	4,8	5,8	6,7	8,8	10,5
		2,8	3,1	3,8	4,3	5,3	6,3	7,5	9,5	11,5
		3,1	3,4	4,1	4,6	5,8	6,7	7,8	10,0	12,5
		3,3	3,7	4,4	4,9	6,0	7,1	8,3	10,5	12,5
Св.1,10 До 1,20	Черновая Получистовая Чистовая Тонкая	2,4	2,8	3,4	3,8	4,8	5,8	6,9	8,8	11,0
		2,9	3,4	3,9	4,4	5,4	6,5	7,5	9,8	12,0
		3,1	3,6	4,3	4,8	5,8	6,9	8,0	10,0	12,5
		3,4	3,8	4,4	4,9	6,2	7,1	8,3	10,5	12,5
Св. 1,20 до 1,40	Черновая Получистовая Чистовая Тонкая	2,5	2,9	3,5	3,9	4,9	6,0	6,9	9,0	11,0
		3,1	3,4	4,1	4,6	5,6	7,0	7,8	9,8	12,0
		3,4	3,9	4,5	5,0	6,1	7,1	8,3	10,5	12,5
		3,7	4,0	4,8	5,1	6,5	7,5	8,5	11,0	13,0
Св. 1,40 до 1,60	Черновая Получистовая Чистовая Тонкая	2,7	3,1	3,6	4,0	5,0	6,0	7,1	9,0	11,0
		3,3	3,6	4,3	4,8	5,8	6,9	8,0	10,0	12,0
		3,6	4,1	4,6	5,1	6,3	7,3	8,5	10,5	13,0
		3,9	4,3	5,0	5,4	6,7	7,8	8,8	11,0	13,5

Св.1,60 до 1,80	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	2,7	3,2	3,7	4,1	5,2	6,2	7,1	9,0	11,0
		3,5	3,8	4,4	4,9	6,0	7,1	8,0	10, 0	12,5
		3,8	4,3	4,8	5,3	6,5	7,5	8,5	11, 0	13,0
		4,0	4,4	5,2	5,6	6,9	7,8	9,0	11,0	13,5
Св. 1,80 До 2,00	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	2,8	3,3	3,8	4,3	5,1	6,1	7,3	9,3	11,0
		3,6	4,0	4,6	5,0	6,1	7,1	8,3	10, 5	12,5
		4,0	4,4	5,0	5,4	6,7	7,8	8,8	11, 0	13,0
		4,3	4,8	5,5	5,8	7,1	8,0	9,3	11,5	13,5

Св.2,00 до 2,20	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	3,0	3,4	3,9	4,4	5,5	6,3	7,3	9,5	11,5
		3,8	4,1	4,8	5,1	6,3	7,3	8,5	10,5	12,5
		4,3	4,6	5,1	5,8	6,9	8,0	9,0	11,0	13,5
		4,6	5,0	5,6	6,1	7,3	8,3	9,5	12,0	14,0
Вс.2,20 до 2,40	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	3,1	3,4	4,0	4,5	5,4	6,5	7,5	9,5	11,5
		4,0	4,4	5,0	5,4	6,5	7,5	8,8	11,0	13,0
		4,4	4,9	5,5	6,0	7,1	8,3	9,3	11,5	13,5
		4,8	5,1	5,8	6,3	7,5	8,5	9,8	12,0	14,0
Св.2,40 до 2,80	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	3,3	3,6	4,1	4,6	5,6	6,7	7,8	9,8	11,5
		4,3	4,6	5,1	5,6	6,7	7,8	9,0	11,0	13,0
		4,8	5,2	5,8	6,1	7,5	8,5	9,5	11,5	14,0
		5,2	5,4	6,1	6,7	8,0	9,0	10,0	12,5	14,5
Св.2,80 до 3,20	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	3,4	3,9	4,4	4,9	5,8	6,9	7,8	9,8	12,0
		4,6	5,0	5,6	6,0	7,1	8,3	9,3	11,5	13,5
		5,1	5,6	6,1	6,7	7,8	8,8	9,8	12,0	14,5
		5,4	5,8	6,5	7,1	8,3	9,3	10,5	12,5	15,0
Св.3,20 до 3,60	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	3,6	4,1	4,6	5,2	6,2	7,1	8,0	10,0	12,0
		4,9	5,3	5,8	6,3	7,5	8,5	9,5	11,5	14,0
		5,6	6,0	6,5	7,1	8,3	9,3	10,5	12,5	15,0
		6,0	6,3	7,1	7,5	8,8	9,8	11,0	13,0	15,5
Св. 3,60 до 4,00	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	3,9	4,3	4,8	5,3	6,3	7,3	8,3	10,5	12,5
		5,3	5,6	6,3	6,7	8,0	9,0	9,8	12,0	14,0
		6,0	6,3	6,9	7,5	8,8	9,8	10,5	13,0	15,0
		6,5	6,9	7,5	8,0	9,3	10, 5	11,5	13,5	16,0
Св. 4,00 до 4,40	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	4,0	4,4	4,9	5,5	6,5	7,5	8,5	10,5	12,5
		5,5	5,8	6,3	6,9	8,0	9,0	10,0	12,0	14,5
		6,1	6,7	7,3	7,8	9,0	9,8	11,0	13,0	15,5
		6,7	7,1	7,8	8,3	9,5	10, 5	11,5	14,0	16,0
Св.4,00 до 5,00	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	4,4	4,8	5,3	5,8	6,7	7,8	8,8	11,0	13,0
		5,8	6,3	6,9	7,3	8,5	9,5	10,5	12,5	14,5
		6,7	7,1	7,8	8,3	9,5	10, 5	11,5	14,0	16,0
		7,3	7,8	8,5	9,0	10,0	11, 0	12,0	14,5	16,5
Св.5,00	Черновая	4,8	5,2	5,6	6,2	7,1	8,0	9,0	11,0	13,0

до 5,60	Получистов ая Чистовая Тонкая	6,3	6,7	7,3	8,0	9,0	9,8	11,0	13,0	15,5
		7,3	7,8	8,3	8,8	10,0	11,0	12,0	14,5	16,5
		8,0	8,3	9,0	9,5	11,0	12,0	13,0	15,0	17,5
Св.5,60 до 6,40	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	5,1	5,6	6,2	6,5	7,5	8,5	9,5	11,5	13,5
		6,7	7,1	7,8	8,3	9,3	10,5	11,5	13,5	15,5
		7,8	8,3	8,8	9,3	10,5	11,5	12,5	15,0	17,0
		8,5	9,0	9,8	10,0	11,5	12,5	13,5	16,0	18,0
Св.6,40 до 7,00	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	5,4	6,0	6,5	6,9	8,0	9,0	9,8	12,0	14,0
		7,3	7,5	8,3	8,8	9,8	11,0	12,0	14,0	16,0
		8,5	8,8	9,5	9,8	11,0	12,0	13,0	15,5	17,5
		9,3	9,5	10,5	11,0	12,0	13,0	14,0	16,5	18,5

Св.7,00 до 8,00	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	6,0	6,5	6,9	7,5	8,5	9,5	10,5	12,5	14,5
		7,8	8,3	8,8	9,3	10,5	11,5	12,5	14,5	17,0
		9,5	9,8	10,5	11,0	12,0	13,0	14,0	16,5	18,5
		10,0	10,5	11,0	11,5	13,0	14,0	15,0	17,5	19,5
Св. 8,00 до 9,00	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	6,5	6,9	7,5	8,0	9,0	9,8	11,0	13,0	15,0
		8,8	9,0	9,8	10,0	11,0	12,0	13,5	15,5	17,5
		10,5	10,5	11,5	12,0	13,0	14,0	15,0	17,5	19,5
		11,0	11,5	12,5	13,0	14,0	15,0	16,0	18,5	20,5
Св.9,00 До 10,00	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	7,1	7,5	8,0	8,5	9,5	10,5	11,5	13,5	15,5
		9,5	9,8	10,5	11,0	12,0	13,0	14,0	16,5	18,5
		11,0	11,5	12,0	12,5	14,0	15,0	16,0	18,0	20,5
		12,5	12,5	13,5	14,0	15,0	16,0	17,0	19,5	22,0
Св.10,0 до 11,00	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	7,5	8,0	8,5	9,0	9,8	11,0	12,0	14,0	16,0
		9,8	10,0	10,5	11,0	12,5	13,5	14,5	16,5	18,5
		11,5	12,0	12,5	13,0	14,0	15,0	16,0	18,5	20,5
		12,5	13,0	13,5	14,0	15,5	16,5	17,5	19,5	22,0
Св. 11,00 до 12,00	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	8,3	8,5	9,0	9,5	10,5	11,5	12,5	14,5	16,5
		10,5	11,0	11,5	12,0	13,0	14,0	15,0	17,5	19,5
		12,5	12,5	13,5	14,0	15,0	16,0	17,0	19,5	21,0

					0	0	0			
		14,0	14,5	15,0	15,5	16,5	17,5	19,0	21,0	23,5
Св.12,0 0 до 14,00	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	9,5	9,8	10,5	11, 0	12, 0	13, 0	14,0	16,	18,0
		12,0	12,5	13,0	13, 5	15, 0	16, 0	17,0	19,0	21,0
		14,0	14,5	15,0	15, 5	16, 5	17, 5	18,5	21,0	23,0
		15,5	16,0	16,5	17,0	18,5	19, 5	20,5	23,0	25,0
Св.14,0 0 до 16,00	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	10,5	11,0	11,5	12, 0	13, 0	14, 0	15,0	17,0	19,0
		13,5	13,5	14,5	15, 0	16, 0	17, 0	18,0	20,0	22,0
		16,0	16,5	17,0	17, 5	19, 0	20, 0	21,0	23,0	25,0
		18,0	18,0	19,0	19, 5	20, 5	22, 0	22,5	23,0	27,0
Св.16,00 до 18,00	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	11,5	12,0	12,5	13, 0	14, 0	15, 0	16,0	18,0	20,0
		14,5	15,0	15,5	16, 0	17, 0	18, 0	19,0	21,0	23,5
		16,5	17,0	17,5	18, 0	19, 5	20, 5	21,0	23,5	26,0
		19,0	19,5	20,0	20,5	22,0	22, 5	24,0	26,0	28,0
Св.18,0 0 до 20,00	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	12,5	12,5	13,5	13, 5	14, 5	15, 5	16,5	18,5	20,5
		15,5	16,0	16,5	17, 0	18, 0	19, 0	20,0	22,5	24,0
		18,5	18,5	19,5	20, 0	21,0	22, 0	23,0	25,0	28,0
		20,5	21,0	22,0	22,0	23,5	24, 0	25,0	28,0	30,0
Св. 20,00 до 22,00	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	13,5	14,0	14,5	15, 0	16, 0	17, 0	18,0	20,0	22,0
		17,0	17,5	18,0	18, 5	19, 5	20, 5	22,0	24,0	26,0
		20,0	20,5	21,0	21, 0	22, 5	23, 5	25,0	27,0	29,0
		22,0	22,5	23,5	24,0	25,0	26, 0	27,0	29,0	31,5
Св. 22,00 до 24,00	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	15,0	15,0	15,5	16, 0	17, 0	18, 0	19,0	21,0	23,0
		18,0	18,5	19,0	19, 5	21, 0	22, 0	23,0	25,0	27,0
		22,0	22,0	22,5	23, 0	24, 0	25, 0	26,5	29,0	30,5
		24,0	25,0	25,0	26,0	27,0	28, 0	29,0	31,5	33,5

Общий допуск элемен та	Вид оконча- тельной меха- нической	Общий припуск на сторону, мм, не более, для ряда припуска								
		отливки								
		10	11	12	13	14	15			18

поверх ности, мм	обработки							16	17	
Св. 24,00 до 28,00	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	17,0	17,5	18,0	18,5	19,5	20,5	21, 0	23, 5	25, 0
		21,0	21,0	22,0	22,5	23,5	25,0	26, 0	28, 0	30, 0
		24,0	24,0	25,0	25,0	26,5	28,0	29, 0	30, 5	33, 5
		26,5	27,0	28,0	28,0	29,0	30,5	31, 5	33, 5	35, 5
Св.28,0 0 до 32,00	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	19,0	19,0	20,0	20,5	22,0	22,5	23, 5	26, 0	28, 0
		23,5	24,0	25,0	25,0	26,5	27,0	28, 0	30, 5	32, 5
		26,5	27,0	28,0	28,0	29,0	30,5	31, 5	33, 5	35, 5
		30,5	30,5	31,5	32,5	33,5	34,5	35, 5	37, 5	40, 0
Св.32,0 0 до 36,00	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	21,0	22,0	22,5	23,0	24,0	25,0	26, 0	28, 0	30, 0
		26,0	27,0	27,0	28,0	29,0	30,0	31, 5	33, 5	35, 5
		30,5	30,5	31,5	31,5	33,5	34,5	35, 5	37, 5	40, 0
		33,5	34,5	34,5	35,5	36,5	37,5	39, 0	41, 0	42, 5
Св.36,0 0 до 40,00	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	23,5	24,0	25,0	26,0	27,0	27,0	28, 0	30, 0	32, 5
		29,0	30,0	30,5	31,5	32,5	32,5	33, 5	36, 5	37, 5
		32,5	33,5	34,5	35,5	36,5	36,5	37, 5	40, 0	42, 5
		37,5	37,5	39,0	40,0	41,0	41,0	42, 5	45, 0	47, 5
Св.40, 00 до 44,00	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	-	26,0	26,5	27,0	28,0	29,0	30, 0	32, 5	34, 5
		-	32,5	33,5	34,5	35,5	36,5	37, 5	39, 0	41, 0
		-	36,5	37,5	37,5	39,0	40,0	41, 0	44, 0	46,0
		-	39,0	40,0	40,0	41,0	42,5	44, 0	46, 0	47,5
Св.44,00 до 50,00	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	-	30,0	30,0	30,5	31,5	32,5	33,5	35, 5	37, 5
		-	36,5	37,5	37,5	39,0	40,0	41, 0	42, 5	45, 0
		-	41,0	42,5	42,5	44,0	45,0	46, 0	47,5	50, 0
		-	44,0	44,0	45,0	46,0	47,5	47, 5	50, 0	53, 0
Св.50,0 0 до 56,00	Черновая Получистов ая Чистовая	-	-	33,5	33,5	34,5	35,5	36, 5	39, 0	41, 0
		-	-	42,5	42,5	44,0	44,0	45, 0	47, 5	50, 0

	Тонкая	-	-	47,5	47,5	49,0	50,0	50,0	53,0	54,5
		-	-	50,0	50,0	51,5	53,0	53,0	56,0	58,0
Св. 56,00 до 64,00	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	-	-	39,0	39,0	40,0	41,0	42,5	44,0	46,0
		-	-	46,0	46,0	47,5	47,5	49,0	51,5	53,0
		-	-	50,0	50,0	51,5	53,0	53,0	56,0	58,0
		-	-	53,0	53,0	54,5	54,5	56,0	58,0	60,0
Св. 64,00 до 70,00	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	-	-	-	42,5	42,5	44,0	45,0	47,5	49,0
		-	-	-	50,0	51,5	51,5	53,0	56,0	58,0
		-	-	-	56,0	56,0	58,0	58,0	61,5	63,0
		-	-	-	58,0	60,0	60,0	61,5	65,0	67,0
Св. 70,0 до 80,00	Черновая Получистов ая Чистовая Тонкая	-	-	-	47,5	47,5	49,0	50,0	51,5	54,5
		-	-	-	56,0	56,0	58,0	58,0	61,5	63,0
		-	-	-	61,5	63,0	63,0	65,0	67,0	69,0
		-	-	-	65,0	67,0	67,0	69,0	71,0	73,0

Примечание : Для каждого интервала допуска в различных строках приведены суммарные значения общего припуска на все переходы обработки : черновой и получистовой; черновой, получистовой и чистовой ; черновой, получистовой, чистовой и тонкой.

Общие припуски на поверхности вращения и противоположные поверхности, используемые в качестве взаимных баз при их обработке, назначают по половинным значениям общих допусков отливки на соответствующие диаметры или расстояния между противоположными поверхностями отливки.

Общий допуск при назначении припуска определяют на размеры от обрабатываемой поверхности до базы обработки, при этом допуски размеров отливки, изменяемых обработкой, определяют по номинальным размерам детали.

Значения общего припуска для каждого интервала общих допусков, расположенные в разных строчках табл. 121 и соответствующие черновой получистовой, чистовой и тонокой обработке, выбирают в зависимости от соотношения между требуемой точностью обработанной поверхности детали и исходной точностью поверхности отливки, приведенной в табл 122 для погрешностей размеров и в табл 123 для погрешностей формы и расположения поверхностей детали и

отливки, окончательно принимают значение припуска, соответствующее более точной обработке.

126

7.3.КЛАССЫ РАЗМЕРНОЙ ТОЧНОСТИ ОТЛИВОК (ГОСТ 26645-85)

7.3.1. В технических требованиях чертежа отливки или детали с нанесенными размерами отливки должны быть указаны нормы точности отливки. Их приводят в следующем порядке : класс размерной точности, степень коробления, степень точности поверхностей, класс точности массы и допуск смещения отливки.

Пример условного обозначения **точности** отливки 8 класса размерной точности, 5-й степени коробления, 4-й степени точности поверхности, 7-го класса точности массы с допуском смещения 0,8 мм :

Точность отливки 8-5-4-7 См 0,8 ГОСТ 26645-85

Ненормируемые показатели точности отливок заменяют нулями, обозначение смещения опускают, например :

Точность отливки 8-0-0-7 ГОСТ 26645-85.

Таблица 123. Классы размерной точности отливок (ГОСТ 26645 — 85)

Технологический Процесс литья	Наибольший Габаритный Размер отливки, мм	Тип сплава			
		Цветные легкие не- термообра- батываемые сплавы	Нетермообра- батываемые черные и цветные тугоплавкие сплавы и термообра- батываемые цветные легкие сплавы	Термообра- батываемые чугунные и цветные тугоплавкие сплавы	Термообра- батываемые стальные сплавы
		Класс размерной точности отливки			
Литье под давлением в металлические формы и по выжигаемым моделям с применением малотерморасширяющихся огнеупорных ма-	До 100 Св. 100 до 250 Св. 250 до 630	3т - 6 3 - 7т 4 - 7	3 - 7т 4 - 7 5т - 8	4 - 7 5т - 8 5 - 9т	5т - 8 5 - 9т 6 - 9

териалов (плавленного кварца, корунда и т.п.)					
Литье по выжигаемым моделям с примене- нием кварцевых огне упорных материалов	До 100 Св. 100 до 250 Св. 250 до 630	3 - 7 4 - 8 5т -9т	4 - 8 5т -9т 5 - 9	5т -9т 5 - 9 6 - 10	5 - 9 6 - 10 7т - 11т
Литье по выплавляе- мым моделям с при- менением кварцевых огнеупорных материалов	До 100 Св. 100 до 250 Св. 250 до 630	4 - 8 5т -9т 5 - 9	5т -9т 5 - 9 6 - 10	5 - 9 6 - 10 7т - 11т	6 - 10 7т - 11т 7 - 11

127

Технологический процесс литья	Наибольший габаритный размер отливки, мм	Тип сплава			
		Цветные легкие не- термообра- батываемые сплавы	Нетермообра- батываемые черные и цветные тугоплавкие сплавы и термообра- батываемые цветные легкие сплавы	Термообра- батываемые чугунные и цветные тугоплавкие сплавы	Термообра- батываемые стальные сплавы
		Класс размерной точности отливки			
Литье под низким давлением и в кокиль без песчаных стержней	До 100 Св. 100 до 250 Св. 250 до 630 Св 630 до 1600 Св.1600 до 4000	5т -9т 5 - 9 6 - 10 7т - 11т 7 - 11	5 - 9 6 - 10 7т - 11т 7 - 11 8 - 12	6 - 10 7т - 11т 7 - 11 8 - 12 9т -13т	7т - 11т 7 - 11 8 - 12 9т -13 9 - 13
Литье в песчано- глинистые формы из низковлажных	До 100	5 - 10	6 - 11т	7т -11	7 -12
	Св. 100 до 250	6 -11т	7т -11	7 -12	8 - 13т

(до 2,8%) высокопрочных (более 160 кПа или 1,6 кг/см ²), с высоким однородным уплотнением до твердости не ниже 90 единиц. Литье по газифицируемым моделям в песчаные формы. Литье в формы, отверждаемые в контакте с холодной оснасткой. Литье под низким давле нием и в кокиль с песчаными стержнями Литье в облицованный кокиль	Св. 250 до 630	7т - 11	7 -12	8 - 13т	9т - 13
	Св 630 до 1600	7 - 12	8 - 13т	9т - 13	9 - 13
	Св.1600 до 4000	8 -13т	9т - 13	9 - 13	10 - 14
	Св. 4000 до 10000	9т - 13	9 - 13	10 - 14	11т -14
Литье в песчано- глинистые формы из смесей с влажностью от 2,8% до 3,5 % и прочностью от 120 до 160 кПа (от 1,2 до 1,6 кг/см ²), со сред ним уровнем уплот-нения до твердости не ниже 80 единиц. Литье центробежное (внутренние поверхности). Литье в формы, от верждаемые в кон такте с горячей оснасткой. Литье в вакуумно- пленочные песчаные формы	До 100	6 -11т	7т -11	7 -12	8 - 13т
	Св. 100 до 250	7т - 11	7 -12	8 - 13т	9т - 13
	Св. 250 до 630	7 - 12	8 - 13т	9т - 13	9 - 13
	Св 630 до 1600	8 -13т	9т - 13	9 - 13	10 - 14
	Св.1600 до 4000	9т - 13	9 - 13	10 - 14	11т -14
	Св. 4000 до 10000	9 - 13	10 - 14	11т -14	11 -15

Литье в песчано- глинистые	До 100	7т - 11	7 - 12	8 - 13т	9т - 13
	Св. 100 до	7 - 12	8 - 13т	9т - 13	9 - 13

формы из смесей с влажностью от 3,5 % до 4,5 % и прочностью от 60,0 до 120 кПа (от 0,6 до 1,2 кг/см ²), со средним уровнем уплотнения до твердости не ниже 70 единиц. Литье в оболочковые формы из термореактивных смесей. Литье в формы, отверждаемые вне контакта с оснасткой без тепловой сушки. Литье в формы из жидких самотвердеющих смесей. Литье в песчано-глинистые подсушенные и сухие формы	250				
	Св. 250 до 630	8 -13т	9т - 13	9 - 13	10 - 14
	Св. 630 до 1600	9т - 13	9 - 13	10 - 14	11т - 14
	Св.1600 до 4000	9 - 13	10 - 14	11т - 14	11 - 15
	Св. 4000 до 10000	10 - 14	11т - 14	11 - 15	12 -15
Литье в песчано-глинистые формы из высоковлажных (более 4.5 %) низкопрочных (до 60 кПа или до 0,6 кг/см ²) смесей с низким уровнем уплотнения до твердости ниже 70 единиц.	До 100	7 - 12	8 -13т	9т - 13	9 - 13
	Св. 100 до 250	8 -13т	9т - 13	9 - 13	10 - 14
	Св. 250 до 630	9т - 13	9 - 13	10 - 14	11т -14
	Св. 630 до 1600	9 - 13	10 - 14	11т -14	11 -15
	Св.1600 до 4000	10 - 14	11т -14	11 -15	12 - 15
	Св. 4000 до 10000 Св.10000	11т -14 11 -15	11 -15 12 - 15	12 - 15 13т - 16	13т - 16 13 - 16

Примечание:

1. В таблице указаны диапазоны классов размерной точности отливок, обеспечиваемых различными технологическими процессами литья. Меньшие их значения относятся к простым отливкам и условиям массового автоматизированного производства, большие – к сложным отливкам единичного и мелкосерийного производства, средние – к отливкам средней сложности и условиям механизированного серийного производства.

Таблица 124. Степени точности поверхности отливок (ГОСТ 26645-85)

Технологический процесс литья	Наибольший габаритный размер отливки, мм	Тип сплава			
		Цветные легкие не-термообрабатываемые сплавы	Нетермообрабатываемые черные и цветные тугоплавкие сплавы и термоблабатываемые цветные легкие сплавы	Термообрабатываемые чугуны и цветные тугоплавкие сплавы	Термообработываемые стальные сплавы
		Степень точности поверхностей			
Литье под давлением в металлические формы	До 100 Св. 100 до 250 Св. 250 до 630	2 - 6 3 - 7 4 - 8	3 - 7 4 - 8 5 - 9	4 - 8 5 - 9 6 - 10	5 - 9 6 - 10 7 - 11
Литье в керамические формы, литье по выжигаемым и выплавляемым моделям	До 100 Св. 100 до 250 Св. 250 до 630	3 - 8 4 - 9 5 - 10	4 - 9 5 - 10 6 - 11	5 - 10 6 - 11 7 - 12	6 - 11 7 - 12 8 - 13
Литье под низким давлением и в кокиль без песчаных стержней, центробежное литье металлические формы	До 100 Св. 100 до 250 Св. 250 до 630	4 - 9 5 - 10 6 - 11	5 - 10 6 - 11 7 - 12	7 - 11 7 - 12 8 - 13	7 - 12 8 - 13 9 - 14
Литье в оболочковые формы из терморепротивостойких смесей. Литье в облицованный кокиль. Литье в вакуумно-плечные песчаные формы	До 100 Св. 100 до 250 Св. 250 до 630	6 - 12 7 - 13 8 - 14	7 - 13 8 - 14 9 - 15	8 - 14 9 - 15 10 - 16	9 - 15 10 - 16 11 - 17
Литье в песчаноглинистые формы из низкотемпературных	До 100 Св. 100 до 250 Св. 250 до 630	6 - 12 7 - 13 8 - 14	7 - 13 8 - 14 9 - 15	8 - 14 9 - 15 10 - 16	9 - 15 10 - 16 11 - 17

(до 2,8%) высокопрочных (более 160 кПа или 1,6 кг/см ²), с высоким однородным уплотнением до твер- дости не ниже 90 единиц Литье по газифици руемым моделям в песчаные формы. Литье в песчаные отверж денные сухие или под- сушенные формы, окрашенные покрыти- ями на водной основе, нанесенными пульвери- зацией или окунанием. Литье в кокиль с пес- чаными стержнями	630				17
---	-----	--	--	--	----

Литье в песчано- глинистые формы из смесей с влажностью от 3,5% до 4,5 % и прочностью от 60 до 120 кПа (от 0,6 до 1,2 кг/см ²), со средним уровнем уплотнения до твердости не ниже 70 единиц. Литье в песчаные отверж- денные сухие или под- сушенные формы, окра- шенные покрытиями на вод- ной основе, нанесенными кистью	До 100 Св. 100 до 250 Св. 250 до 630 Св 630 до 1600 Св.1600 до 4000 Св.4000 до 10000	9 - 16 10 - 17 11 - 18 12 - 19 13 - 19 14 - 20	10 - 17 10 - 17 12 - 19 13 - 19 14 - 20 15 - 20	11 - 18 11 - 18 13 - 19 14 - 20 15 - 20 16 - 21	12 - 19 12 - 19 14 - 20 15 - 20 16 - 21 17 - 21
--	--	---	--	--	--

Литье в песчано - глинистые формы из высоко влажных (более 4.5 %) низкопрочных (до 60 КПа или до 0,6 кг/см ²) смесей с низким уровнем уплотнения ниже 70 единиц. Литье в песчаные отвержденные сухие или подсушенные неокрашенные формы Литье в формы из жидких самотвердеющих смесей	До 100	10 - 17	11 - 18	12 -	13 -
	Св. 100 до 250	11 - 18	12 - 19	19	19
	Св. 250 до 630	12 - 19	13 - 19	13 -	14 -
	Св. 630 до 1600	13 - 19	14 - 20	19	20
	Св. 1600 до 4000	14 - 20	15 - 20	14 - 20	15 -
	Св. 4000 до 10000	15 - 20	16 - 21	15 - 20	20
	Св. 10000	16 - 21	17 - 21	16 - 21	16 -
				17 - 21	21
				18 - 22	17 -
					21
					18 -
					22
					19 -
					22

Примечание. В таблице указаны диапазоны степеней точности поверхностей отливок, обеспечиваемых различными технологическими процессами литья. Меньшие их значения относятся к простым отливкам и условиям массового автоматизированного производства, большие – к сложным отливкам единичного и мелкосерийного производства, средние – к отливкам средней сложности и условиям механизированного серийного производства.

131

7.5. СТЕПЕНЬ КОРОБЛЕНИЯ ОТЛИВОК (ГОСТ 26645 -85)

Степень коробления отливок определяется как отношение наименьшего размера элемента отливки к наибольшему (толщины или высоты к длине элемента отливки).

Степень коробления отливки, указываемую на чертеже, следует принимать по ее элементу с наибольшей степенью коробления. Значения степеней коробления отливок приведены в табл. 125.

Таблица 125. Степень коробления элементов отливок (ГОСТ 26645 -85)

Отношение наименьшего размера элемента отливки к наибольшему (толщины или высоты к длине элемента отливки)	Степень коробления элемента отливки		
	Многократные формы		Разовые формы
	Нетермообрабатываемые отливки	Термообрабатываемые отливки после правки	Нетермообрабатываемые отливки

Св. 0,200	1 - 4	2 - 5	3 - 6
Св. 0,100 до 0,200	2 - 5	3 - 6	4 - 7
Св. 0,050 до 0,100	3 - 6	4 - 7	5 - 8
Св. 0,025 до 0,050	4 - 7	5 - 8	6 - 9
Св. 0,025	5 - 8	6 - 9	7 - 10

7.6.ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ ОТЛИВОК (ГОСТ 26645-85)

Соответствие шероховатости поверхности степеням точности поверхности отливок приведены в табл. 126.

Таблица 126

Шероховатость поверхности	Значение шероховатости для степеней точности поверхности отливок									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Среднее арифметическое отклонение профиля R_a , мкм, не более	2,0	2,5	3,2	4,0	5,0	6,3	8,0	10,0	12,5	16,0
Высота неровностей профиля R_z , мкм, не более	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Продолжение таблицы 126

Шероховатость поверхности	Значение шероховатости для степеней точности поверхности отливок									
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Среднее арифметическое отклонение профиля R_a , мкм, не более	25,0	32,0	40,0	50,0	63,0	80,0	100,0	-	-	-
Высота неровностей профиля R_z , мкм, не более	-	-	-	-	-	-	-	500	630	800

132

7.7.КЛАССЫ ТОЧНОСТИ МАССЫ ОТЛИВОК(ГОСТ 26645-85)

Таблица 127 Классы точности массы отливок

	Номинальная	Тип сплава		
		Цветные	Нетермообр	Термообр

Технологический процесс литья	масса отливки, кг	легкие не-термообрабатываемые сплавы	абатываемые черные и цветные тугоплавкие сплавы и термомоообрабатываемые цветные легкие сплавы	абатываемые чугунные и цветные тугоплавкие сплавы
		Класс точности массы отливки		
Литье под давлением в металлические формы и по выжигаемым моделям с применением малотерморасширяющихся огнеупорных материалов (плавленого кварца, корунда и т.п)	До 1,0 Св. 1,0 до 10, Св. 10 до 100	1 - 7 2 - 8 3т - 9т	2 - 8 3т - 9т 3 - 9	3т - 9т 3 - 9 4 - 10
Литье по выжигаемым моделям с применением кварцевых огнеупорных материалов	До 1,0 Св. 1,0 до 10, Св. 10 до 100	2 - 9т 3т - 9 3 - 10	3т - 9 3 - 10 4 - 11т	3 - 10 4 - 11т 5т - 11
Литье по выплавляемым моделям с применением кварцевых огнеупорных материалов	До 1,0 Св. 1,0 до 10, Св. 10 до 100	3т - 9 3 - 10 4 - 11т	3 - 10 4 - 11т 5т - 11	4 - 11т 5т - 11 5 - 12
Литье под низким давлением и в кокиль без песчаных стержней	До 1,0 Св. 1,0 до 10, Св. 10 до 100 Св. 100 до 1000 Св.1000 до 10000	3 - 10 4 - 11т 5т - 11 5 - 12 6 - 13т	4 - 11т 5т - 11 5 - 12 6 - 13т 7т - 13	5т - 11 5 - 12 6 - 13т 7т - 13 7 - 14
Литье в песчано-глинистые формы из низковлажных (до 2,8%) высокопрочных (более 160 КПА или 1,6 кг/см ²), с высоким однородным	До 1,0 Св. 1,0 до 10, Св. 10 до 100 Св. 100 до 1000 Св.1000 до 10000 Св.10000 до 100000	4 - 11 5т - 12 5 - 13т 6 - 13 7т - 14 7 -15	5т - 12 5 - 13т 6 - 13 7т - 14 7 -15 8 -15	5 - 13т 6 - 13 7т - 14 7 -15 8 -15 9т -16

уплотнением до твердости не ниже 90 единиц. Литье по газифицируемым моделям в песчаные формы. Литье в формы, отвержденные в контакте с холодной оснасткой. Литье под низким давлением и в кокиль с песчаными стержнями. Литье в облицованный кокиль				
---	--	--	--	--

Литье в песчано-глинистые формы из смесей с влажностью от 2,8% до 3,5 % и прочностью от 120 до 160 кПа (от 1,2 до 1,6 кг/см ²), со средним уровнем уплотнения до твердости не ниже 80 единиц. Литье центробежное (внут-ренние поверхности). Литье в формы, отверждаемые в контакте с горячей оснасткой. Литье в вакуумно-пленочные песчаные формы	До 1,0 Св. 1,0 до 10, Св. 10 до 100 Св.100 до 1000 Св.1000 до 10000 Св. 10000 до 100000	5т -12 5 - 13т 6 - 13 7т - 14 7 - 15 8 - 15	5 - 13т 6 - 13 7т - 14 7 - 15 8 - 15 9т - 16	6 - 13 7т - 14 7 - 15 8 - 15 9т - 16 9 - 16
---	--	--	---	---

Литье в песчано-глинистые формы из смесей с влажностью от 3,5 % до 4,5 % и прочностью от 60,0 до 120 кПа (от 0,6 до 1,2 кг/см ²), со средним уровнем уплотнения до твердости не ниже 70 единиц. Литье в оболочковые формы из термореактивных смесей. Литье в формы, отверждаемые вне контакта с оснасткой без тепловой сушки. Литье в формы из жидких самотвердеющих смесей. Литье в песчано-глинистые подсушенные и сухие формы	До 1,0 Св. 1,0 до 10, Св. 10 до 100 Св.100 до 1000 Св.1000 до 10000 Св. 10000 до 100000	5 - 13т 6 - 13 7т - 14 7 - 15 8 - 15 9т - 16	6 - 13 7т - 14 7 - 15 8 - 15 9т - 16 9 - 16	7т - 14 7 - 15 8 - 15 9т - 16 9 - 16 10 - 16
Литье в песчано-глинистые формы из высоковлажных (более 4.5 %) низкопрочных (до 60 кПа или до 0,6 кг/см ²) смесей с низким уровнем уплотнения до твердости ниже 70 единиц.	До 1,0 Св. 1,0 до 10, Св. 10 до 100 Св.100 до 1000 Св.1000 до 10000 Св. 10000 до 100000 Св.100000	6 - 13 7т - 14 7 - 15 8 - 15 9т - 16 9 - 16 10 - 16		

П р и м е ч а н и е. В таблице указаны диапазоны классов точности массы отливок,

133

обеспечиваемые различными технологическими процессами литья. Меньшие их значения относятся к простым компактным отливкам и условиям массового автоматизированного производства, большие – к сложным крупногабаритным отливкам единичного и мелкосерийного производства, средние – к отливкам средней сложности и условиям механизированного серийного производства.

7.8. ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ И ПРИПУСКИ ОТЛИВОК (ГОСТ 26645-85)

Ряды припусков на обработку отливок приведены в табл.128

Таблица 128 Ряды припусков на обработку отливок (ГОСТ 26645-85)

Степень точности поверхности	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14	15	16
Ряды припусков	1-2	1-3	1-4	2-5	3-6	4-7	5-8	6-9	7-10

Продолжение табл. 127

Степень точности поверхности	17	18	19	20	21	22
Ряды припусков	8 - 11	9 - 12	10 - 13	11 - 17	12 - 15	13 - 16

П р и м е ч а н и я .

1.Меньшие значения рядов припусков из диапазонов их значений следует принимать для термообрабатываемых отливок из цветных легкоплавких сплавов, большие значения – для отливок из ковкого чугуна, средние – для отливок из серого и высокопрочного чугуна, термообрабатываемых отливок из стальных и цветных тугоплавких сплавов.

2.Для верхних при заливке поверхностей отливок единичного и мелкосерийного производства , изготавливаемых в разовых формах, допускается принимать увеличенные на 1-3 единицы значения ряда припуска.

Уровень точности обработки, достигаемый в зависимости от технического уровня технологии механообработки приведен в табл. 129 (ГОСТ 26645-85).

Таблица 129

Характеристика металлообрабатывающего оборудования	Уровень точности обработки при степени точности станков	
	нормальный	высокий
Автоматизированное оборудование, оснащенное устройствами для стабилизации и управления точностью обработки	-	Высокая
Автоматизированное оборудование (агрегатные станки и станки с ЧПУ автоматические линии из агрегатных станков с ЧПУ и гибких производственных модулей и т.п)	Средняя	Повышенная
Неавтоматизированное оборудование (станки с ручным управлением)	Пониженная	Средняя

Общие допуски элементов отливок приведены в табл. 130(ГОСТ 26645 -85).

Таблица 130. Общие допуски элементов отливок, мм

Допуск размера от поверхности до базы	Допуск формы и расположения поверхности	Общий допуск элемента отливки, не более
До 0,01	До 0,01 Св. 0,01 до 0,02	0,02 0,03
Св.0,01 до 0,02	До 0,01 Св. 0,01 до 0,02 Св. 0,02 до 0,03 Св. 0,03 до 0,04	0,02 0,03 0,04 0,05
Св.0,02 до 0,03	До 0,01 Св. 0,01 до 0,02 Св. 0,02 до 0,03 Св. 0,03 до 0,04 Св. 0,04 до 0,05 Св. 0,05 до 0,06	0,03 0,04 0,05 0,06 0,07 0,08
Св. 0,03 до 0,04	До 0,01 Св. 0,01 до 0,03 Св. 0,03 до 0,04 Св. 0,04 до 0,05 Св. 0,05 до 0,06 Св. 0,06 до 0,08	0,04 0,05 0,06 0,07 0,08 0,11
Св. 0,04 до 0,05	До 0,01 Св. 0,01 до 0,03 Св. 0,03 до 0,04 Св. 0,04 до 0,05 Св. 0,05 до 0,06 Св. 0,06 до 0,08 Св.0,08 до 0,10	0,05 0,06 0,07 0,08 0,09 0,11 0,14
Св. 0,05 до 0,06	До 0,01 Св. 0,01 до 0,03 Св. 0,03 до 0,04 Св. 0,04 до 0,05 Св. 0,05 до 0,06 Св. 0,06 до 0,08 Св.0,08 до 0,10 Св.0,10 до 0,12	0,06 0,07 0,08 0,09 0,10 0,12 0,14 0,16
Св. 0,06 до 0,08	До 0,02 Св. 0,02 до 0,04 Св. 0,04 до 0,05 Св. 0,05 до 0,06 Св. 0,06 до 0,08 Св. 0,08 до 0,10 Св.0,10 до 0,12 Св. 0,12 до 0,16	0,08 0,09 0,10 0,11 0,14 0,16 0,18 0,22
Св. 0,08 до	До 0,02	0,10

0,10	Св. 0,02 до 0,04 Св. 0,04 до 0,06 Св. 0,06 до 0,08 Св. 0,08 до 0,10 Св. 0,10 до 0,12 Св.0,14 до 0,16 Св. 0,16 до 0,20	0,11 0,12 0,14 0,16 0,18 0,22 0,28
------	---	--

Св. 0,10 до 0,12	До 0,02 Св. 0,02 до 0,06 Св. 0,06 до 0,08 Св. 0,08 до 0,10 Св. 0,10 до 0,12 Св. 0,12 до 0,16 Св.0,16 до 0,20 Св. 0,20 до 0,24	0,12 0,14 0,16 0,18 0,20 0,24 0,28 0,32
Св. 0,12 до 0,16	До 0,03 Св. 0,03 до 0,06 Св. 0,06 до 0,10 Св. 0,10 до 0,12 Св. 0,12 до 0,16 Св. 0,16 до 0,20 Св.0,20 до 0,24 Св. 0,24 до 0,32	0,16 0,18 0,20 0,22 0,28 0,32 0,36 0,44
Св. 0,16 до 0,20	До 0,03 Св. 0,03 до 0,08 Св. 0,08 до 0,12 Св. 0,12 до 0,16 Св. 0,16 до 0,20 Св. 0,20 до 0,24 Св.0,24 до 0,32 Св. 0,32 до 0,40	0,20 0,22 0,24 0,28 0,32 0,36 0,44 0,56
Св. 0,20 до 0,24	До 0,06 Св. 0,06 до 0,12 Св. 0,12 до 0,16 Св. 0,16 до 0,20 Св. 0,20 до 0,24 Св. 0,24 до 0,32 Св.0,32 до 0,40 Св. 0,40 до 0,48	0,24 0,28 0,32 0,36 0,40 0,50 0,56 0,64
Св. 0,24 до 0,32	До 0,06 Св. 0,06 до 0,12 Св. 0,12 до 0,20 Св. 0,20 до 0,24 Св. 0,24 до 0,32 Св. 0,32 до 0,40 Св.0,40 до 0,50 Св. 0,50 до 0,64	0,32 0,36 0,40 0,44 0,50 0, 56 0,70 0,90

Св. 0,32 до 0,40	До 0,08	0,40
	Св. 0,08 до 0,16	0,44
	Св. 0,16 до 0,24	0,50
	Св. 0,24 до 0,32	0,56
	Св. 0,32 до 0,40	0,64
	Св. 0,40 до 0,50	0,70
	Св. 0,50 до 0,64	0,90
	Св. 0,64 до 0,80	1,10
Св. 0,40 до 0,50	До 0,12	0,50
	Св. 0,12 до 0,24	0,56
	Св. 0,24 до 0,32	0,64
	Св. 0,32 до 0,40	0,70
	Св. 0,40 до 0,50	0,80
	Св. 0,50 до 0,64	0,90
	Св. 0,64 до 0,80	1,10
	Св. 0,80 до 1,00	1,40
Св. 0,50 до 0,64	До 0,12	0,64
	Св. 0,12 до 0,24	0,70
	Св. 0,24 до 0,40	0,80
	Св. 0,40 до 0,50	0,90
	Св. 0,50 до 0,64	1,00
	Св. 0,64 до 0,80	1,20
	Св. 0,80 до 1,00	1,40
	Св. 1,00 до 1,20	1,60
Св. 0,64 до 0,80	Св. 1,20 до 1,28	1,80
	До 0,20	0,80
	Св. 0,20 до 0,40	0,90
	Св. 0,40 до 0,50	1,00
	Св. 0,50 до 0,64	1,10
	Св. 0,64 до 0,80	1,20
	Св. 0,80 до 1,00	1,40
	Св. 1,00 до 1,20	1,80
Св. 0,80 до 1,00	Св. 1,20 до 1,60	2,20
	Св. 1,60 до 2,00	2,80
	До 0,24	1,00
	Св. 0,24 до 0,40	1,10
	Св. 0,40 до 0,64	1,20
	Св. 0,64 до 0,80	1,40
	Св. 0,80 до 1,00	1,60
	Св. 1,00 до 1,20	1,80
Св. 0,80 до 1,20	Св. 1,20 до 1,60	2,20
	Св. 1,60 до 2,00	2,80
	До 0,32	1,20
	Св. 0,32 до 0,64	1,40
	Св. 0,64 до 0,80	1,60
	Св. 0,80 до 1,00	1,80
	Св. 1,00 до 1,20	2,00
	Св. 1,20 до 1,60	2,40
	Св. 1,60 до 2,00	2,80
	Св. 2,00 до 2,40	3,20

Св. 1,20 до 1,60	До 0,40	1,60
	Св. 0,40 до 0,80	1,80
	Св. 0,80 до 1,00	2,00
	Св. 1,00 до 1,20	2,20
	Св. 1,20 до 1,60	2,40
	Св. 1,60 до 2,00	2,80
	Св. 2,00 до 2,40	3,60
	Св. 2,40 до 3,20	4,40
Св. 1,60 до 2,00	До 0,40	2,00
	Св. 0,40 до 0,80	2,20
	Св. 0,80 до 1,20	2,40
	Св. 1,20 до 1,60	2,80
	Св. 1,60 до 2,00	3,20
	Св. 2,00 до 2,40	3,60
	Св. 2,40 до 3,20	4,40
	Св. 3,20 до 4,00	5,60
Св. 2,00 до 2,40	До 0,64	2,40
	Св. 0,64 до 1,20	2,80
	Св. 1,20 до 1,60	3,20
	Св. 1,60 до 2,00	3,60
	Св. 2,00 до 2,40	4,00
	Св. 2,40 до 3,20	4,40
	Св. 3,20 до 4,00	5,60
	Св. 4,00 до 4,80	6,40
Св. 2,40 до 3,20	До 0,80	3,20
	Св. 0,80 до 1,60	3,60
	Св. 1,60 до 2,00	4,00
	Св. 2,00 до 2,40	4,40
	Св. 2,40 до 3,20	5,00
	Св. 3,20 до 4,00	5,60
	Св. 4,00 до 5,00	7,00
	Св. 5,00 до 6,40	9,00
Св. 3,20 до 4,00	До 1,00	4,00
	Св. 1,00 до 1,60	4,40
	Св. 1,60 до 2,40	5,00
	Св. 2,40 до 3,20	5,60
	Св. 3,20 до 4,00	7,00
	Св. 4,00 до 5,00	9,00
	Св. 5,00 до 6,40	11,00
Св. 4,00 до 5,00	До 1,20	5,00
	Св. 1,20 до 2,40	5,60
	Св. 2,40 до 3,20	6,40
	Св. 3,20 до 4,00	7,00
	Св. 4,00 до 5,00	8,00
	Св. 5,00 до 6,40	9,00
	Св. 6,40 до 8,00	11,00
	Св. 8,00 до 10,00	14,00

Св. 5,00 до 6,40	До 1,20 Св. 1,20 до 2,40 Св. 2,40 до 4,00 Св. 4,00 до 5,00 Св. 5,00 до 6,40 Св. 6,40 до 8,00 Св. 8,00 до 10,00 Св. 10,00 до 12,00 Св. 12,00 до 12,80	6,40 7,00 8,00 9,00 10,00 12,00 14,00 16,00 18,00
Св. 6,40 до 8,00	До 2,0 Св. 2,00 до 4,00 Св. 4,00 до 5,00 Св. 5,00 до 6,40 Св. 6,40 до 8,00 Св. 8,00 до 10,00 Св. 10,00 до 12,00 Св. 12,00 до 16,00	8,00 9,00 10,00 11,00 12,00 14,00 18,00 22,00
Св. 8,00 до 10,00	До 2,40 Св. 2,40 до 4,00 Св. 4,00 до 6,40 Св. 6,40 до 8,00 Св. 8,00 до 10,00 Св. 10,00 до 12,00 Св. 12,00 до 16,00 Св. 16,00 до 20,00	10,00 11,00 12,00 14,00 16,00 18,00 22,00 28,00
Св. 10,00 до 12,00	До 3,20 Св. 3,20 до 1,60 Св. 6,40 до 8,00 Св. 8,00 до 10,00 Св. 10,00 до 12,00 Св. 12,00 до 16,00 Св. 16,00 до 20,00 Св. 20,00 до 24,00	12,00 14,00 16,00 18,00 20,00 24,00 28,00 32,00
Св. 12,00 до 16,00	До 4,00 Св. 4,00 до 8,00,60 Св. 8,00 до 10,00 Св. 10,00 до 12,00 Св. 12,00 до 16,00 Св. 16,00 до 20,00 Св. 20,00 до 24,00 Св. 24,00 до 32,00	16,00 18,00 20,00 22,00 24,00 28,00 36,00 44,00

Св.16,00 до 20,00	До 5,00	20,00
	Св. 5,00 до 8,00	22,00
	Св. 8,00 до 12,00	24,00
	Св. 12,00 до 16,00	28,00
	Св. 16,00 до 20,00	32,00
	Св. 20,00 до 24,00	36,00
	Св.24,00 до 32,00	44,00
	Св. 32,00 до 40,00	56,00
Св. 20,00 до 24,00	До 6,40	24,00
	Св. 6,40 до 12,00	28,00
	Св. 12,00 до 16,00	32,00
	Св. 16,00 до 20,00	36,00
	Св. 20,00 до 24,00	40,00
	Св.24,00 до 32,00	44,00
	Св. 32,00 до 40,00	56,00
	Св. 40,00 до 48,00	64,00
Св.24,00 до 32,00	До 8,00	32,00
	Св. 8,00 до 16,00	36,00
	Св. 16,00 до 20,00	40,00
	Св. 20,00 до 24,00	44,00
	Св.24,00 до 32,00	50,00
	Св. 32,00 до 40,00	56,00
	Св. 40,00 до 50,00	70,00
	Св. 50,00 до 64,00	90,00
Св. 32,00 до 40,00	До 10,00	40,00
	Св. 10,00 до 16,00	44,00
	Св. 16,00 до 24,00	50,00
	Св. 24,00 до 32,00	56,00
	Св. 32,00 до 40,00	64,00
	Св. 40,00 до 50,00	70,00
	Св. 50,00 до 64,00	90,00
	Св. 64,00 до 80,00	110,00
Св. 40,00 до 50,00	До 12,00	50,00
	Св. 12,00 до 24,00	56,00
	Св. 24,00 до 32,00	64,00
	Св. 32,00 до 40,00	70,00
	Св. 40,00 до 50,00	80,00
	Св. 50,00 до 64,00	90,00
	Св. 64,00 до 80,00	110,00
	Св. 80,00 до 100,00	140,00

Св. 50,00 до 64,00	До 12,00	64,00
	Св. 12,00 до 24,00	70,00
	Св. 24,00 до 40,00	80,00
	Св. 40,00 до 50,00	90,00
	Св. 50,00 до 64,00	100,00
	Св. 64,00 до 80,00	120,00
	Св. 80,00 до 100,00	140,00
	Св. 100,00 до 120,00	160,00
	Св. 120,00 до 128,00	180,00

Св. 64,00 до 80,00	До 20,00	80,00
	Св. 20,00 до 40,00	90,00
	Св. 40,00 до 50,00	100,00
	Св. 50,00 до 64,00	110,00
	Св. 64,00 до 80,00	120,00
	Св. 80,00 до 100,00	140,00
	Св. 100,00 до 120,00	180,00
	Св. 120,00 до 160,00	220,00

ГЛАВА 8. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

8.1. Обозначение разъемов модели, формы и положение отливки при заливке .

В основе проектирования технологического процесса получения отливок лежит задача

получения качественной заготовки высокой степени точности с минимальными припусками на механическую обработку при наименьших затратах средств, времени и труда.

Выбор технологии изготовления отливки зависит от ее массы, серийности, класса точности поверхности, сплава и предъявляемых эксплуатационных свойств.

Отливки по массе делятся на 4 группы : I – мелкие, массой до 20,0 кг, II-средние, массой от 20,0 до 1000,0 кг, III – крупные, массой от 1000,0 до 5000,0 кг и IV – очень крупные, массой свыше 5000,0 кг.

Серийность или объем партии продукции влияют на выбор материалов, технологического оборудования, что определяет себестоимость производства

Важным этапом является проверка технологичности конструкции отливки. Конструкция литой детали считается технологичной, если она обеспечивает простоту изготовления модели, формы и стержней, технологическую возможность обрубки и очистки отливки, механическую обработку детали. Основные требования к конструкции литой детали это: простота, равные по толщине стенки отливки, плавные сопряжения стенок; возможность разъема модели в одной плоскости; при наличии на модели выступающих частей они должны быть отъемными; удобное крепление стержней, не препятствующее свободной усадке металла при затвердевании. Конструкция литой детали должна обеспечивать направленное затвердевание отливки.

Графическое изображение элементов литейных форм и отливок выполняют в соответствии с ГОСТ 3.1125-88.

Разъем модели и формы показывают отрезком или ломаной штрихпунктирной линией, заканчивающейся знаком X- X , над которой указывается буквенное обозначение МФ.

Направление разъема показывают сплошной основной линией, ограниченной стрелками и перпендикулярной к линии разъема МФ (рис. 19,20).

Направление разъема показывают сплошной основной линией, ограниченной стрелками и перпендикулярной к линии разъема (рис. 19,20)

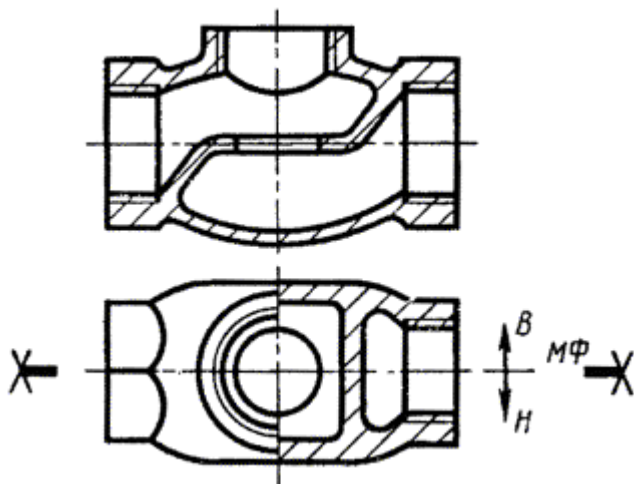


Рис. 20

142

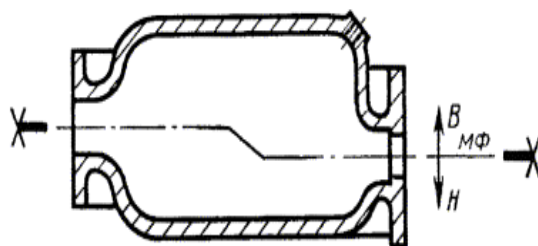


Рис. 19

При применении неразъемных моделей указывают только разъем формы Ф.(Рис.21,22).

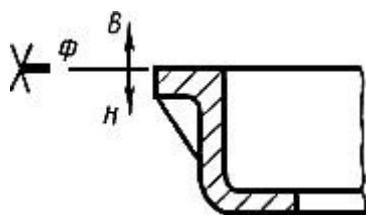


Рис. 21

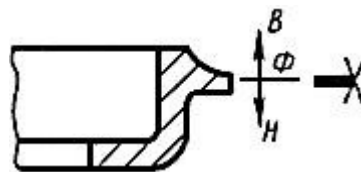


Рис. 22

Разъем формы и модели сложных отливок показывают на минимально необходимом числе изображений, достаточном для определения разъема.

При нескольких разъемах модели и формы каждый разъем показывают отдельно (Рис. 23)

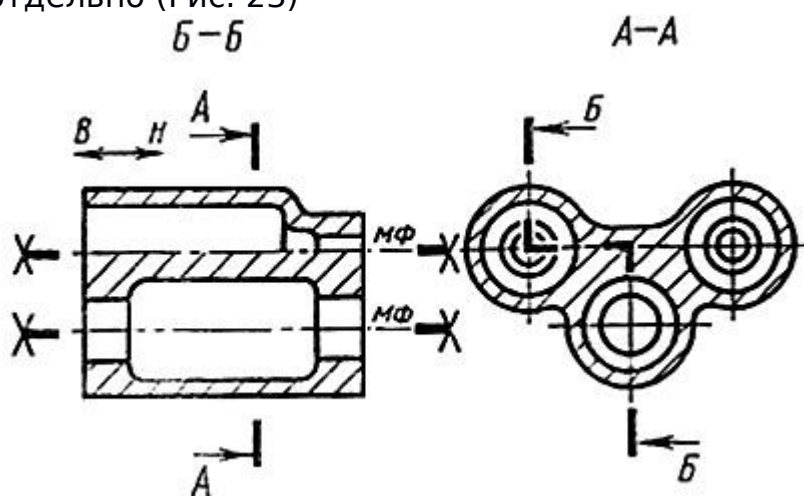


Рис.23

Положение отливок в форме при заливке обозначают буквами В (верх) и Н (низ). Буквы проставляют у стрелок, показывающих направление разъема формы (Рис. 19-23).

Если отливка формируется в горизонтальном положении, а заливается в вертикальном, то буквенное обозначение верха и низа отливки у стрелок не ставится, а параллельно заливке проводится сплошная основная линия, ограниченная стрелками. У стрелок ставится буквенное обозначение верха и низа (рис. 23).

8.2. ИЗОБРАЖЕНИЕ ПРИПУСКОВ

Припуски на механическую обработку изображают сплошной тонкой линией. Допускается выполнять линию припуска красным цветом.

Величину припуска на механическую обработку указывают цифрой перед знаком шероховатости поверхности детали или величиной уклона и линейными размерами (рис.24).

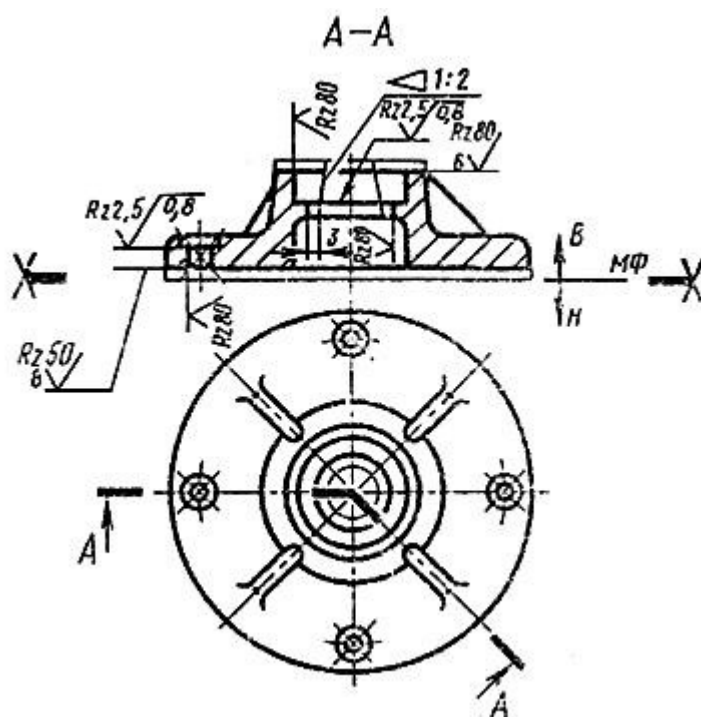


Рис.24

Технологический припуск указывают цифрой со знаком (+) или (-) и буквой **T** (технологический припуск) и проставляют на полке линии-выноски или на продолжении размерной линии (рис. 25).

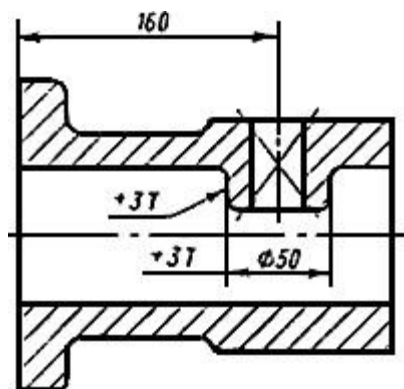


Рис.25

Допускается при несложных отливках припуски на механическую обработку не изображать, а указывать только величину припуска цифрой (рис. 26).

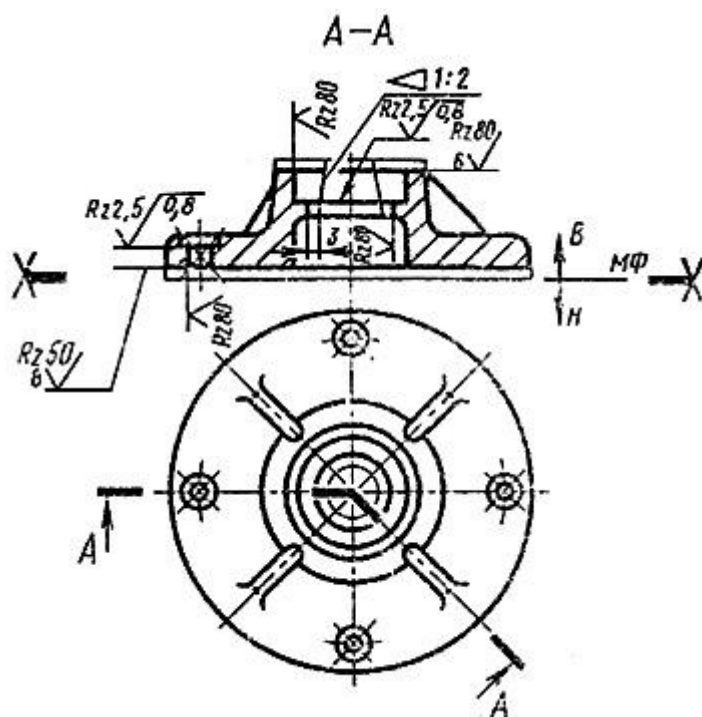


Рис.26

Отверстия, впадины и т. п. элементы, не выполняемые при отливке детали, зачеркивают сплошной тонкой линией, которую допускается выполнять красным цветом.

8.3.ИЗОБРАЖЕНИЕ И ОБОЗНАЧЕНИЕ СТЕРЖНЕЙ

Стержни, их знаки и фиксаторы, стержни-перемычки, разделительные диафрагмы легкоотделяемых прибылей и знаки модели изображают в масштабе чертежа сплошной тонкой линией рис. 27,28,29,30,31, которую допускается выполнять **синим цветом**.

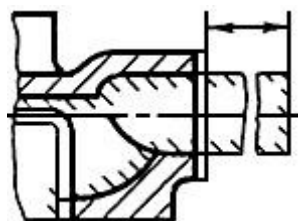


Рис.27
Рис.28
145

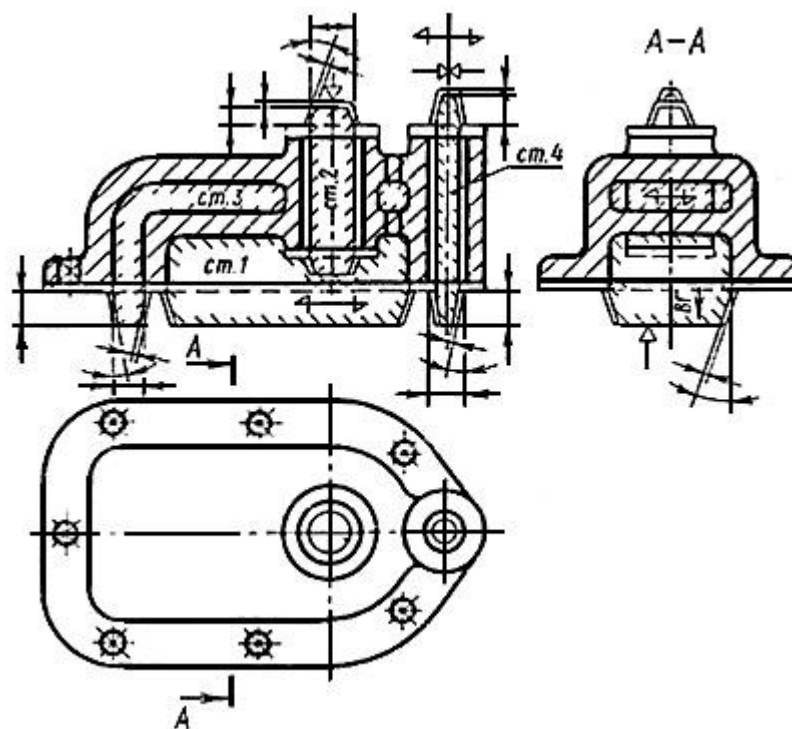
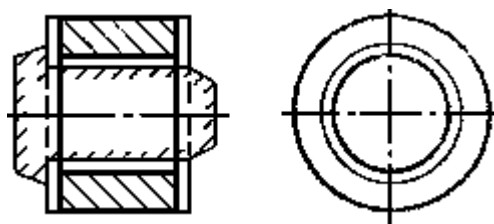


Рис.29



Рис. 30



Рис. 31

8.4. ИЗОБРАЖЕНИЕ И ОБОЗНАЧЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ЛИТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ

Литниковую систему выполняют в масштабе изображения детали сплошной тонкой линией (Рис. 33,34) и ее допускается выполнять красным цветом.

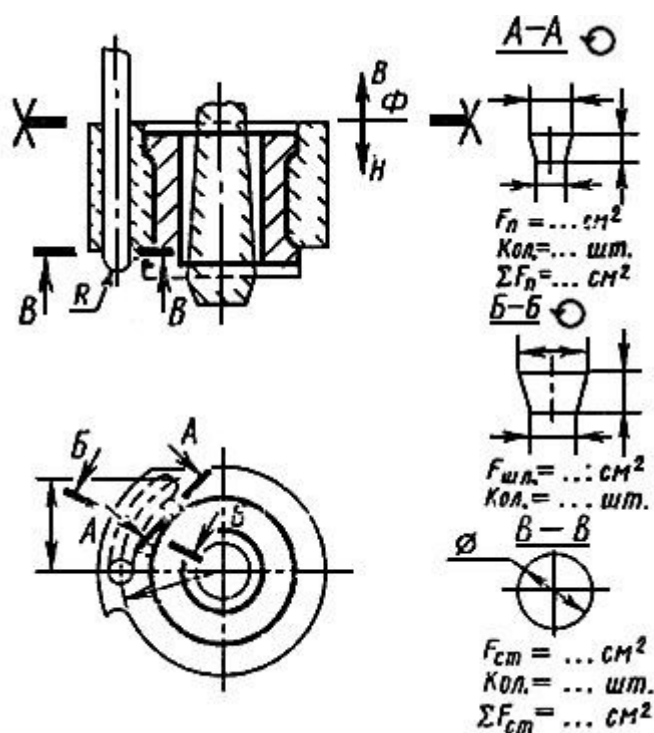
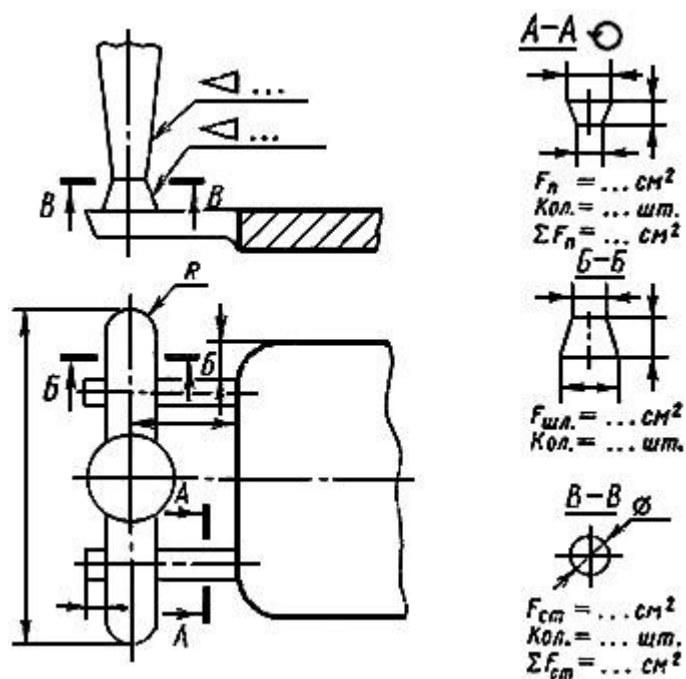


Рис. 33



147

Прибыль обозначают порядковым номером на полке линии-выноски, перед которым ставят слово «Прибыль». Если на отливке устанавливают несколько одинаковых прибылей, то им присваивают одинаковые номера и на полке линии — выноски после номера прибыли указывают общее количество устанавливаемых на отливке прибылей этого номера (Рис. 35).

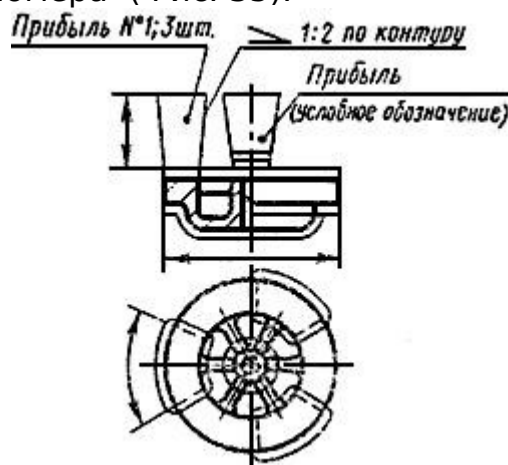


Рис.35

Прибыль изображают сплошной тонкой линией, которую допускается выполнять красным цветом.

Места установки газообразующих патронов указывают надписью на полке линии-выноски «Газообр. патрон».(Рис 36).

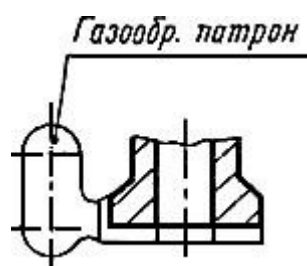


Рис.36

Холодильники изображают в масштабе изображения детали сплошной тонкой линией, которую допускается выполнять зеленым цветом.

В сечениях холодильники штрихуют. Рис. 37,38.

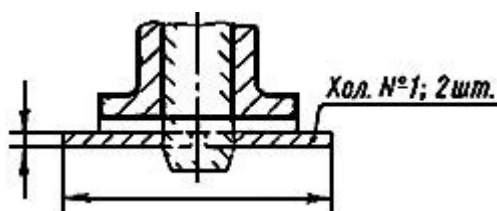


Рис. 37

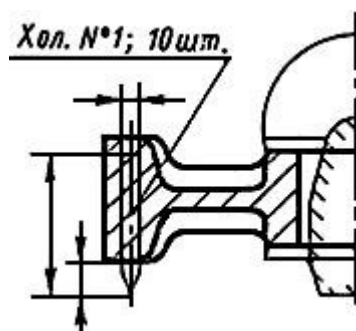


Рис. 38

Обозначение холодильника состоит из слова «Хол», порядкового номера, количества холодильников, которые проставляют на полке линии-выноски(Рис. 37,38).

8.5.ГРАФИЧЕСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ ОТЛИВОК

Графическое изображение отливки должно быть выполнено на карте эскизов в соответствии с требованиями ГОСТ 3.1125-88.

При вычерчивании отливки следует учитывать все припуски с указанием их величин.

(Рис . 39)

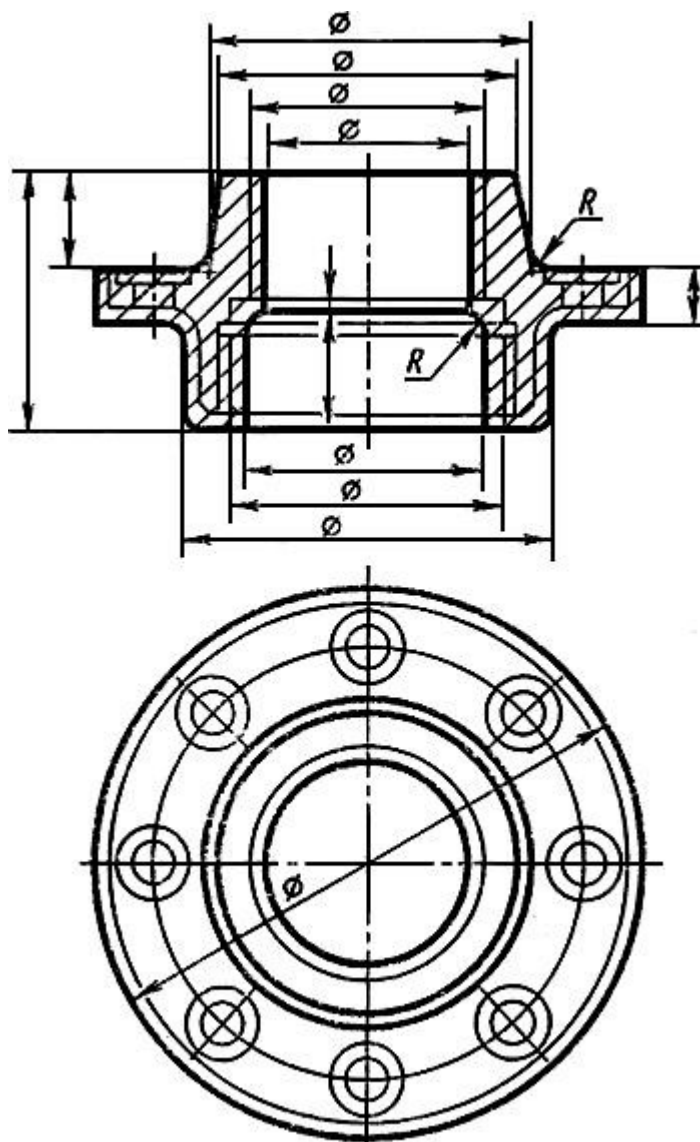


Рис. 39

Внутренний контур обрабатываемых поверхностей, а также отверстий, впадин и выточек, не выполняемых в литье, изображают сплошной тонкой линией. Рис 39.

Остатки питателей, выпоров, промывников, стяжек и прибылей выполняют на изображении отливки. Линия отрезки должна соответствовать способу отрезки: при отрезке резцом, дисковой фрезой, пилой и т. п. ее выполняют сплошной тонкой линией, при огневой резке или обламывании — сплошной волнистой линией (Рис. 40).

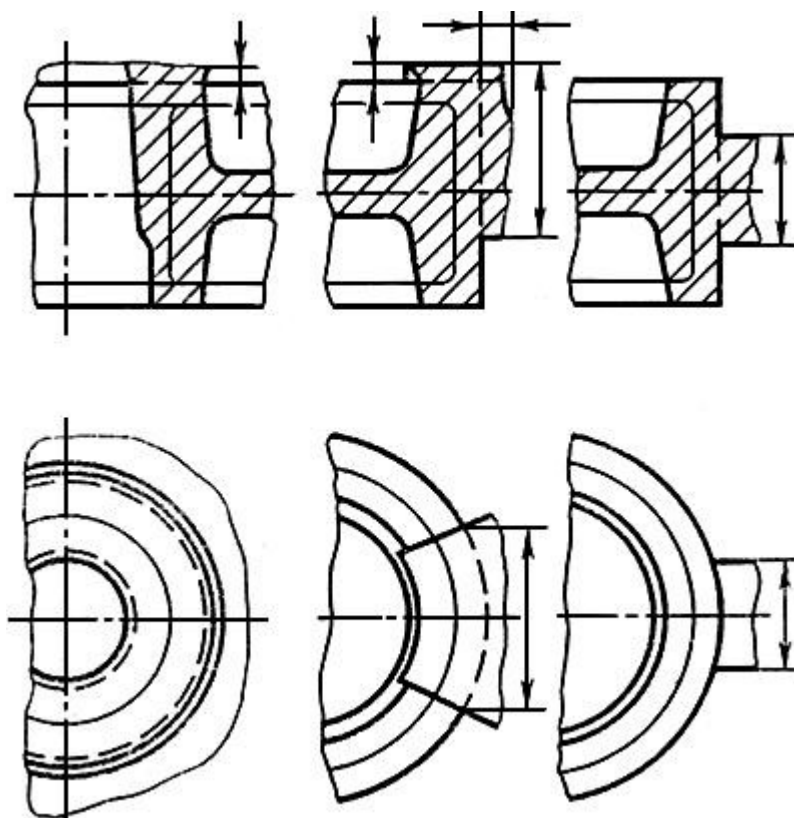


Рис.40

Усадочные ребра, стяжки, технологические приливы, пробы для испытаний выполняют на изображении отливки полностью сплошной основной линией (Рис. 41,42,43,44).



Рис.41

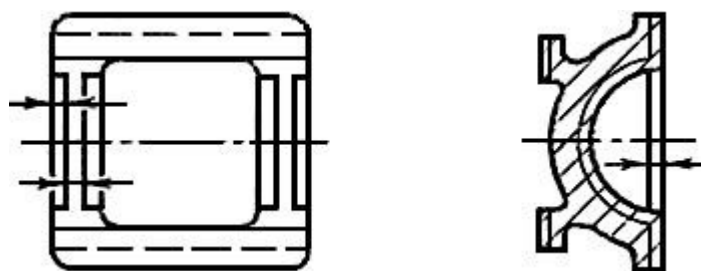


Рис. 42



Рис.43

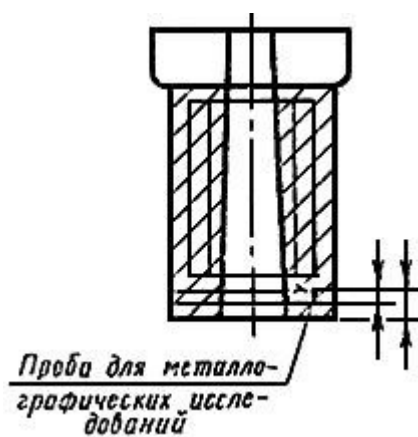


Рис. 44

Для проб, вырезаемых из тела отливки, указывают размеры, определяющие их место (Рис 44).

Назначение пробы указывают на полке линии- выноски (Рис. 43,44)

8.7.ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ ЛИТЫХ ДЕТАЛЕЙ

Конструкция литой детали должна удовлетворять следующим требованиям :

- функциональному назначению и качественным показателям (прочность, точность, жесткость, надежность, эластичность и др.) ;
- возможности получения детали в литом состоянии с наименьшими экономическими затратами ;
- удобству механической обработки ;
- простоте и удобству сборки, монтажа машины, изделия.

Основные принципы проектирования литых деталей сводится к следующему :

1. Литая деталь должна при минимальной массе обладать требуемой прочностью, которая зависит от сплава отливки и ее конструкции.

2. Базовой поверхностью литой детали должна служить та часть отливки, которая связана с наиболее ответственными элементами конструкции детали. Не рекомендуется использовать в качестве базы для разметки места расположения прибылей, плоскости, склонные к короблению, а также плоскости, располагающиеся по обе стороны линии разъема форм.

3. При проектировании литой детали необходимо стремиться к ее равностенности с плавными переходами от тонких сечений к толстым сечениям без острых углов и местных скоплений металла. Переход от одного сечения к другому должен оформляться галтелью.

4. В литых деталях должен соблюдаться принцип направленного затвердевания сплава. Принцип направленного затвердевания в отливке проверяется методом вписанных окружностей, диаметр которых увеличивается снизу вверх.

5. Технологичность литой детали повышается при уменьшении внутренних полостей, поднутрений, а также при уменьшении количества выступов и бобышек.

6. Литые детали, полости которых оформляются стержнями, должны иметь достаточное количество окон требуемого размера для установки стержней в форме и очистки полученных полостей.

Чертеж элементов литейно формы оформляется на копии чертежа детали в соответствии с «Правилами оформления чертежей литейной формы и отливки»

ГОСТ 3.1125-88. Основные работы и технологические указания, выполняемые при разработке такого чертежа, следующие :

- определить и указать плоскость разъема модели и формы и положение отливки при заливке ;
- указать припуски на механическую обработку ;
- указать припуск на усадку сплава ;
- нанести литейные уклоны ;
- изобразить контуры стержней, их знаки и фиксаторы с необходимыми уклонами и зазорами ;
- показать направление набивки и плоскость разъема стержневого

- указать места установки жеребеек ;

153

- показать отъемные части модели ;
- показать холодильники, их размеры и количество ;
- указать усадочные ребра, стяжки, пробы для механических и других испытаний, технологические приливы ;
- показать литниковую систему, сечение ее элементов с указанием площадей и количества .

8.7.1.СОПРЯЖЕНИЕ СТЕНОК

Для равномерного затвердевания сплава толщину внутренних стенок рекомендуется делать $0,8 S$, S - толщина наружных стенок.

Переходы от стенки к стенке следует выполнять с галтелями. На рис. 45 показаны типовые угловые сопряжения стенок.

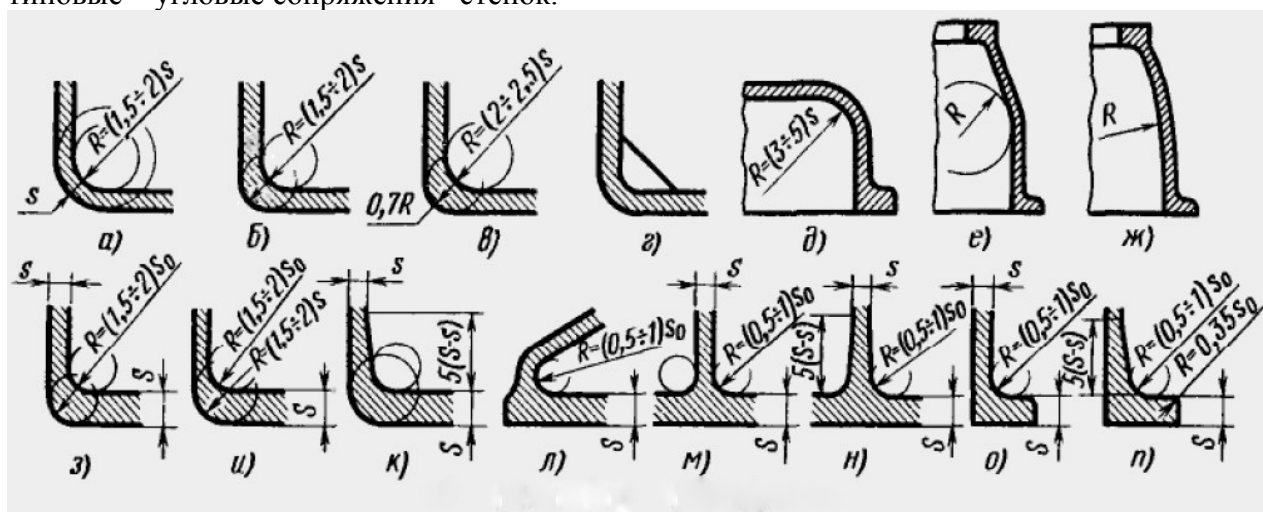


рис. 45 типовые угловые сопряжения стенок

Следует избегать соединения под острым углом (вид л). Если это неизбежно, то радиус сопряжения R принимают равным не менее $0,5-1,0S_0$

T-образные сопряжения показаны на видах м и н. Сопряжения стенок с фланцами показаны на видах о и п.

Стенки деталей с переменным сечением по высоте следует соединять клиновыми переходами с уклоном в соотношении от 1:5 до 1:10 (рис. 467 вид б и в). Участки такого перехода целесообразно усиливать ребрами (вид г).

Бобышки соединяют со стенками радиусами $R = 2s$ (рис. 46 виды д, и) или уклонами от 1:1 до 1:5 (рис. 467 виды е, ж, к, л) с усилением ребрами (рис. 46, виды з, м). В плановой проекции сопряжения выполняют радиусами $R = 3-5 S$ (виды н — р).

Преобладающий радиус переходов на чертеже детали обычно не проставляют, указывая его на поле чертежа (в технических требованиях) надписью «Неуказанные радиусы 6 мм».

Для закругленных внешних углов преобладающий радиус указывают надписью «Неуказанные наружные галтели R3».

154

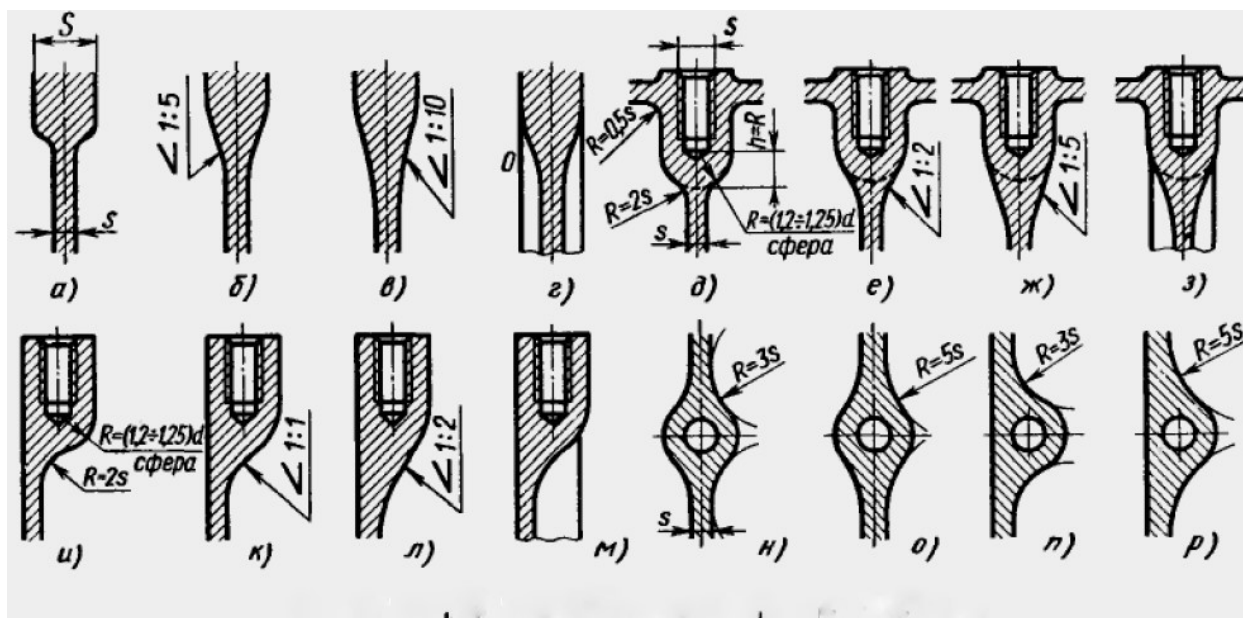


Рис. 46 Сопряжение участков отливок различной толщины

Преобладающий радиус переходов на чертеже детали обычно не проставляют, указывая его на поле чертежа (в технических требованиях) надписью «Неуказанные радиусы 6 мм».

Для закругленных внешних углов преобладающий радиус указывают надписью «Неуказанные наружные галтели R3».

8.7.2. УСТРАНЕНИЕ МАССИВОВ

В конструкции литых деталей следует избегать местных скоплений металла, утолщений, массивов, образующих горячие узлы.

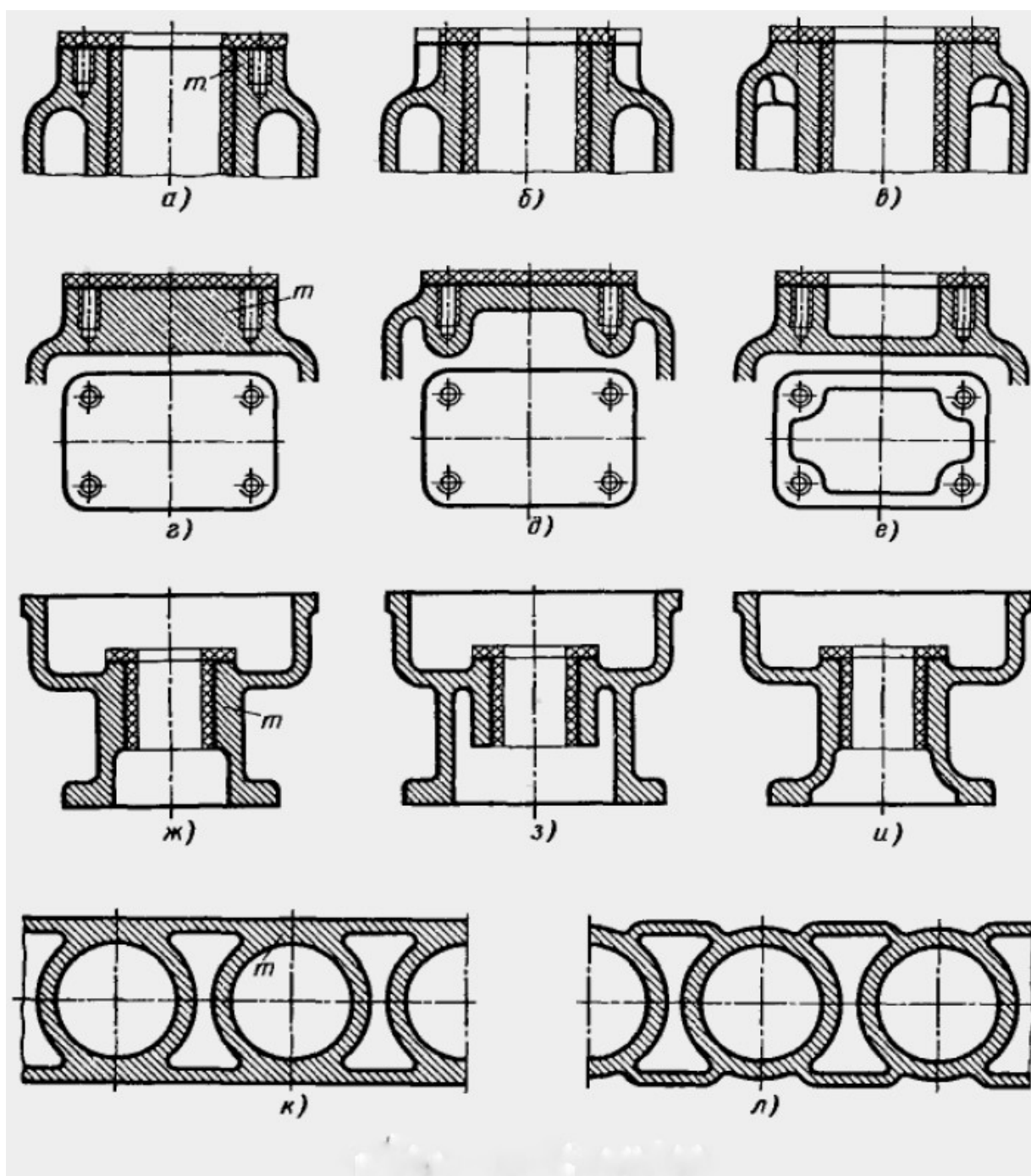


Рис. 47 Примеры конструктивного устранения массивов

На рис. 47 приведены примеры устранения массивов (помечены буквой *м*) на крепежных фланцах (виды а- в), платиках (виды г — е), в корпусной детали (виды ж — и), в отливках блочной рубашки двигателя (виды к, л).

156

На участках, где массивы неизбежны, следует технологически обеспечить ускоренное охлаждение.

Для улучшения заполнения формы следует усиливать связь массивных элементов с ближайшими стенками с помощью галтелей (рис. 48, вид а), клиновых переходов (вид б), раструбов (вид в) и ребер (виды г и д). Целесообразно применять гофрированные (вид е) и коробчатые (вид ж) стенки.

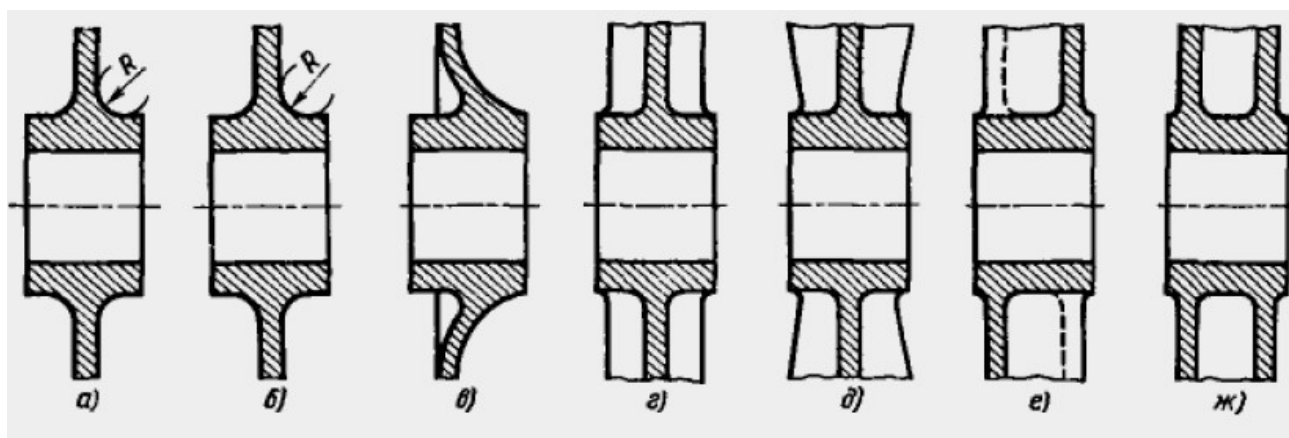


Рис. 48 Усиление участков сопряжений с бобышками с помощью галтелей

Помимо улучшения условий литья эти сопряжения увеличивают жесткость и прочность отливки.

8.7.3. УМЕНЬШЕНИЕ УСАДОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ

Форма отливки должна облегчать усадку. На рис. 49 показано зубчатое колесо большого диаметра, обод которого соединен со ступицей спицами.

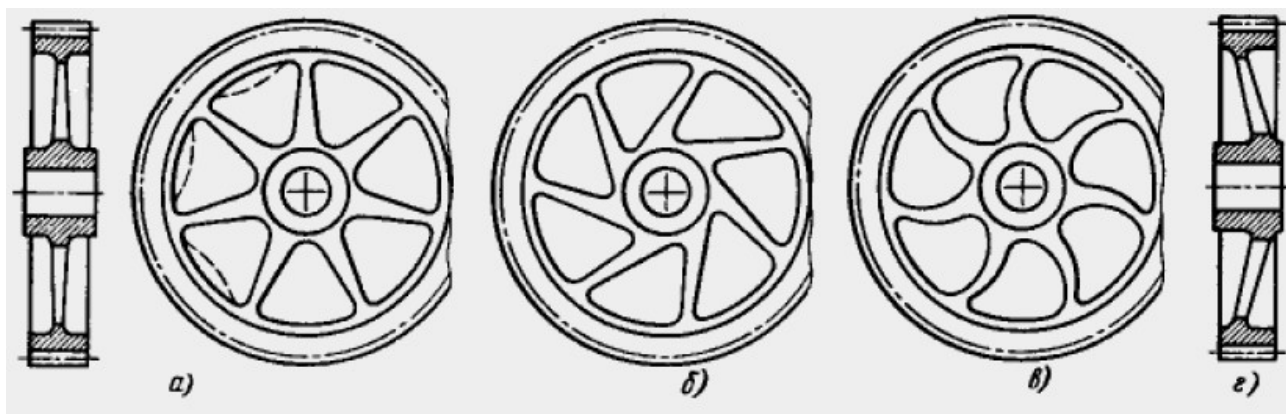


Рис.49. Увеличение податливости спиц зубчатых

колес

Конструкция (вид а) неправильна, так как спицы, остывающие раньше, тормозят усадку обода, который вследствие этого подвергается волнообразной деформации(штриховая линия). Внутренние напряжения в таких конструкциях часто вызывают поломку обода. 157

Целесообразно применять податливые спицы : тангенциальные (вид б), спиральные (вид в), расположенные по конусу (вид г).

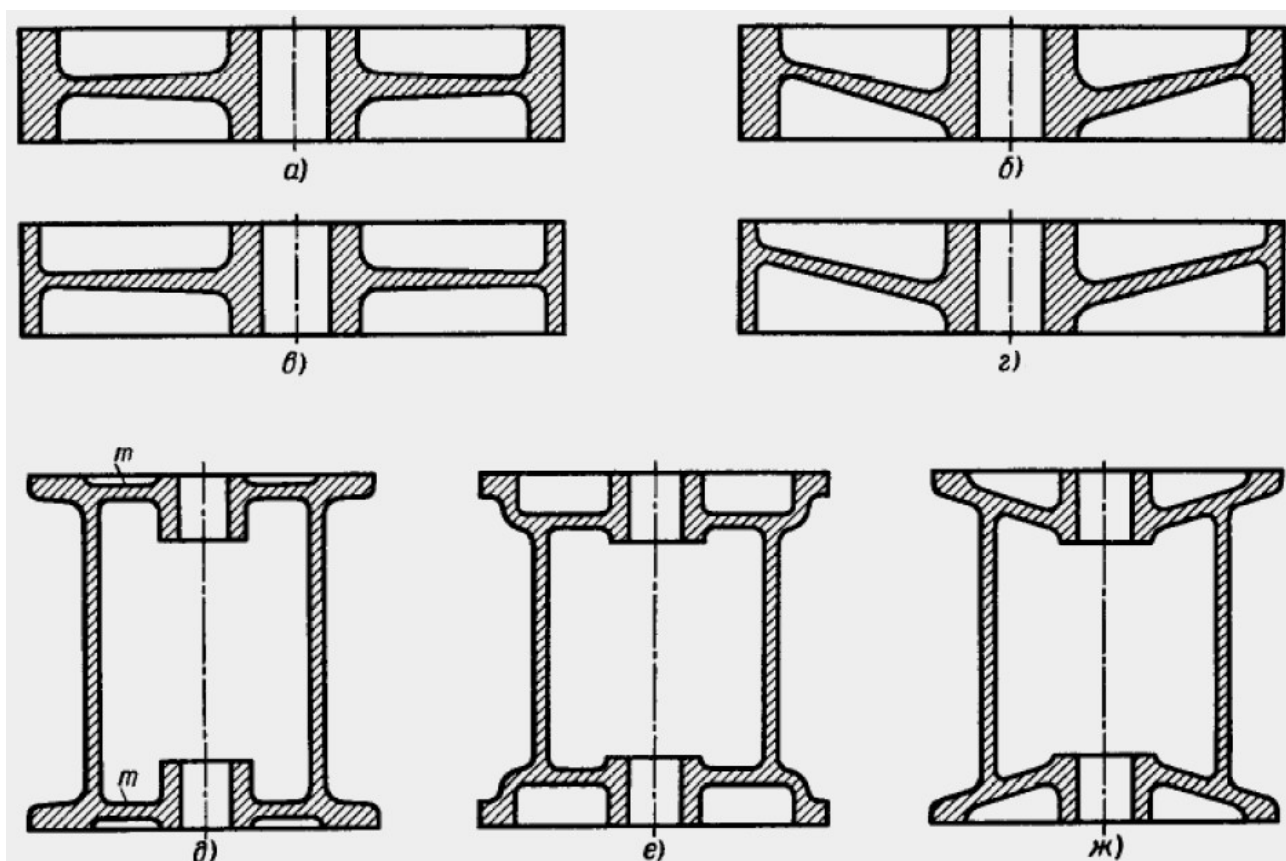


Рис. 50. Увеличение податливости отливок

В дисковом шкиве (Рис. 50, вид а) диск застывает раньше обода и тормозит усадку обода; в диске развиваются напряжения сжатия, в ободу - напряжения растяжения. Если раньше остывает обод (вид в), то диск при усадке подвергается растяжению, а в ободу возникают напряжения сжатия. Для уменьшения усадочных

напряжений целесообразно в том и другом случае придать диску коническую форму (виды б, г). В литой корпусной детали (вид д) перегородки m , расположенные в одной плоскости с массивными фланцами, тормозят усадку последних. Смещение перегородок с плоскости расположения фланцев (вид е) несколько улучшает условия усадки. Целесообразнее всего придать перегородкам коническую (вид ж) или сферическую форму.

Сводчатые, арочные, выпуклые, коробчатые формы уменьшают усадочные напряжения, улучшают условия затвердевания отливки и увеличивают прочность деталей вследствие увеличения моментов сопротивления сечений. Повышается жесткость конструкций, что особенно важно для отливок из сплавов с низким модулем упругости (серые чугуны, сплавы цветных металлов).

158

8.7.4. ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ГАЗОВЫХ РАКОВИН

Форма отливки должна обеспечивать всплывание неметаллических включений и выход газов, выделяющихся при застывании отливки. На Рис. 51 приведены примеры конструктивного решения проблемы вывода газов.

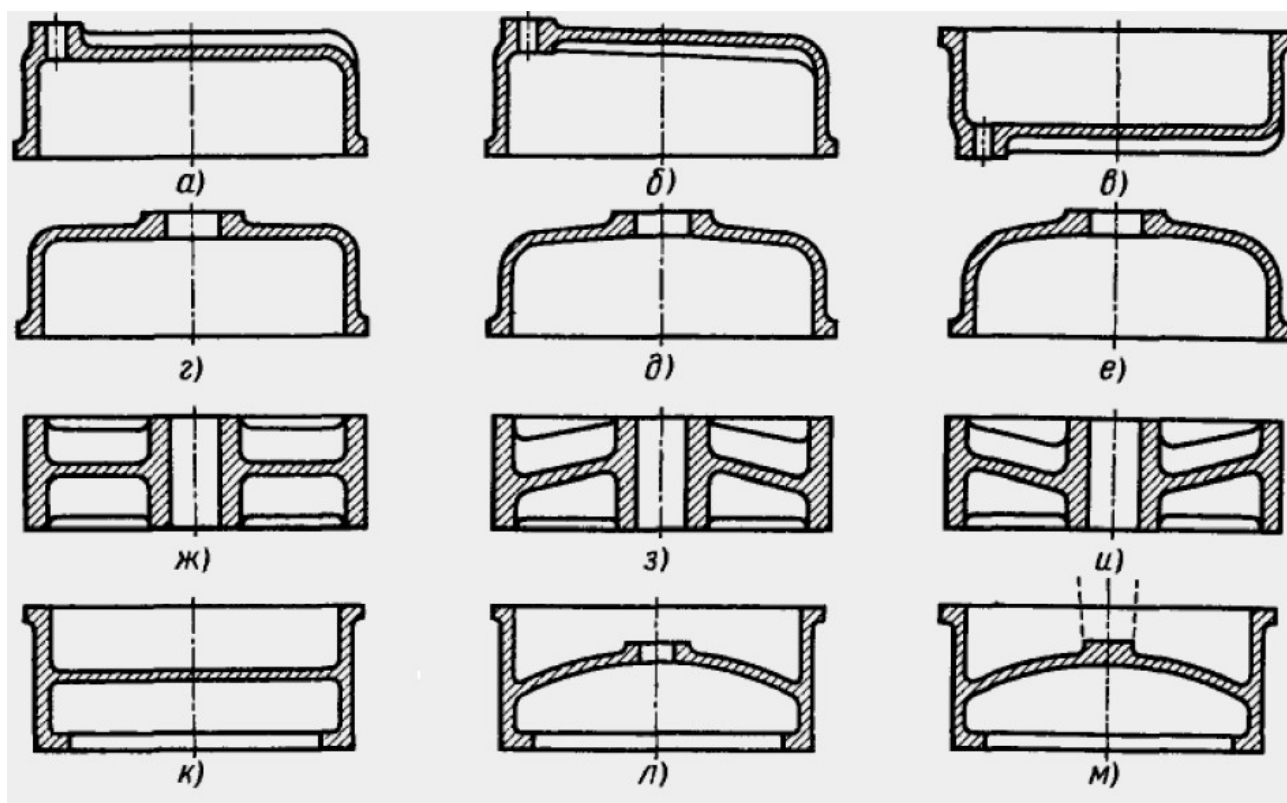


Рис. 51. Обеспечение вывода газов

При отливке литого поддона днищем вверх (рис 51, вид а) газовые пузырьки скапливаются в верхней части ребер, что резко ослабляет их прочность. Лучше придать днищу конструктивный уклон и перенести ребра на внутреннюю поверхность (вид б). Рекомендуется отливать такие детали ребрами вниз (вид в). В этом случае газовая пористость будет сосредотачиваться в прибыли на фланце, удаляемой при последующей механической обработке.

У цилиндрических деталей (вид г) целесообразно делать верхние стенки коническими (вид д) или слегка сферическими (вид е).

В дисковых деталях (Рис.51, ж) диски и ребра следует выполнять по конусу (виды з, и).

Внутренние перегородки (Рис. 51, вид к) рекомендуется делать сводчатыми. Для отвода газовых пузырьков и неметаллических включений целесообразно предусматривать в верхней части перегородок бобышки (вид л) или бонки (вид м) или устанавливать выпоры (штриховые линии).

8.7.5. РАНТЫ

Внешние обводы литых деталей рекомендуется снабжать рантами. На рис 52 приведены примеры окантовки кромок рантами.

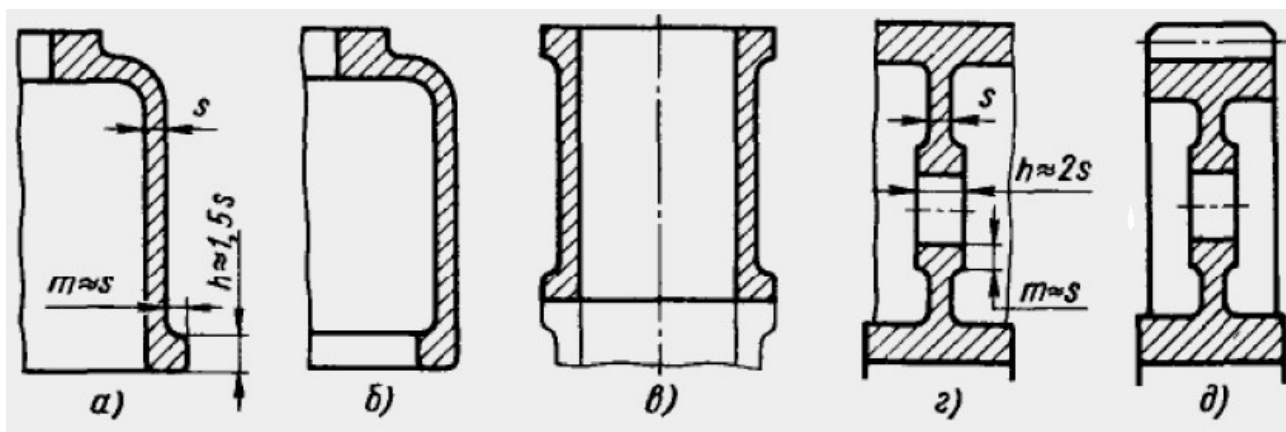


Рис. 52 Примеры окантовки кромок

Внешние обводы литых деталей (Рис. 52, вид а, б) увеличивают жесткость деталей, повышают равномерность застывания и предотвращают образование отбела у чугуновых отливок.

У деталей, которые стыкуются по торцам (Рис. 52, вид в), раны способствуют равномерному распределению сил затяжки. Отверстия в стенках деталей следует также обеспечивать окантовками (Рис. 52, вид г, д) для повышения прочности и улучшения условий охлаждения отливки. Размеры окантовок приведены на рис. 52 (виды а, г).

8.7.6. ФЛАНЦЫ

Толщину фланцев отливки h определяют в зависимости от толщины прилегающей стенки s (Рис 53). Если фланец обрабатывается только с одной стороны (Рис. 53, вид а), то толщина фланца $h = (1,5 - 1,8) s$, если фланец обрабатывается с двух сторон

(Рис. 53, вид б) $h = (1,8 - 2,0) s$.

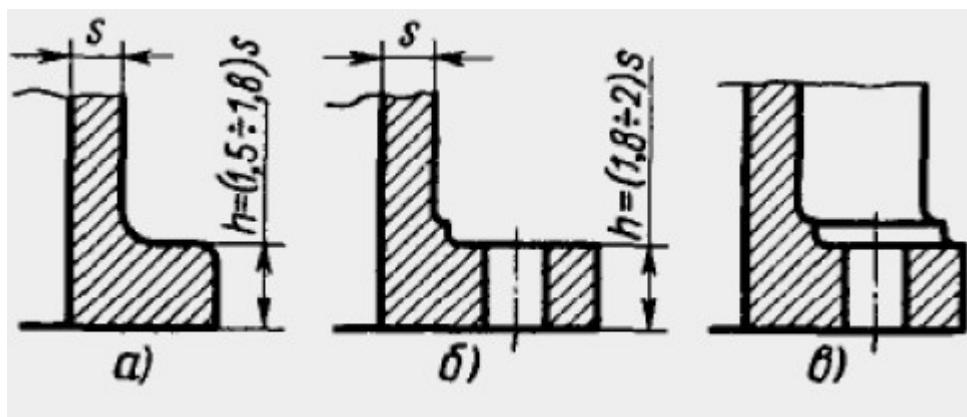


Рис. 53 Определение толщины фланцев

Для повышения прочности и жесткости фланцы соединяют со стенками ребрами (Рис. 53, вид в) или придают фланцам коробчатые формы.

8.7.7. ОТВЕРСТИЯ В ОТЛИВКАХ

Следует избегать выполнения в отливках отверстий малого диаметра и большой длины. Соотношение диаметра и длины отверстия определяется формулой :

$$d = d_0 + 0,1 l$$

где : d - диаметр отверстия в отливке, мм ; l - длина отверстия в отливке, мм ; d_0 - постоянная составляющая, которая зависит от вида сплава; для алюминиевых сплавов и бронз $d_0 = 5$; для чугунов — 7 ; для сталей — 10 мм.

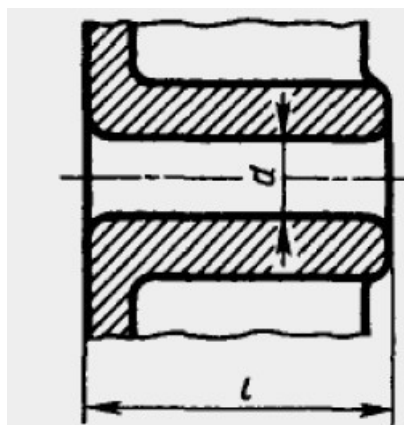


Рис. 54. Определение диаметра литых отверстий

8.7.8. РЕБРА

Рёбра жесткости в отливках способствуют повышению их прочности, предупреждают

возникновение усадочных дефектов и внутренних напряжений. Формы ребер показаны на рис. 55.

Основным размером ребра является толщина s у верхушки (Рис 55, вид а). У верхушки ребер обязательны галтели радиусом не менее 1 мм. Верхушки ребер толщиной до 6 мм закругляют радиусом $R = 0,5 s$ (Рис. 55, вид б). Основание ребер соединяют со стенкой галтелями радиусом $R = 0,5 s$. Для повышения прочности ребра можно делать с утолщениями в верхней части - бульбовые (Рис. 5, вид в) и тавровые (Рис. 5, вид г). Формовка таких ребер требует применения стержней.

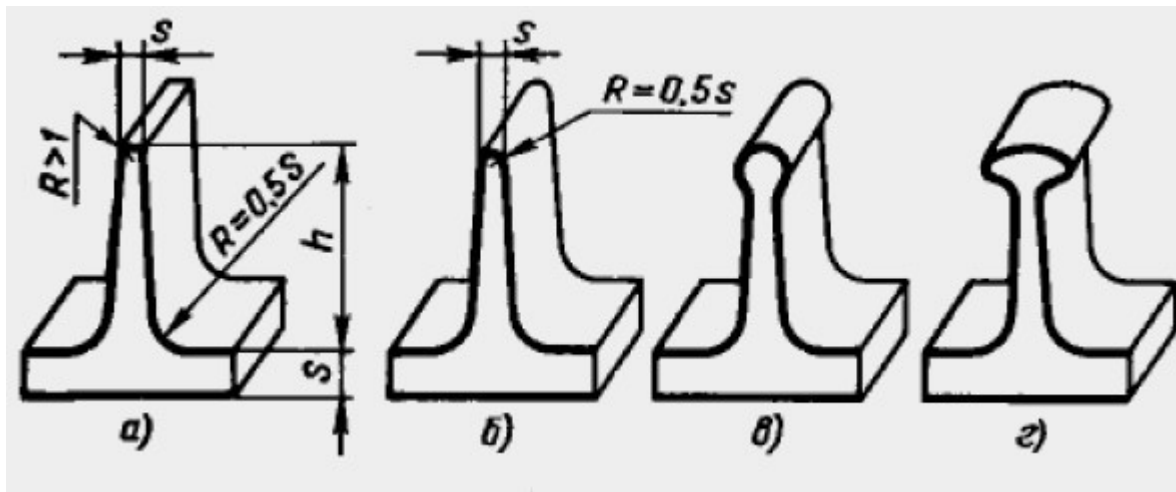


Рис. 55. Формы ребер отливок

8.7.9 ТОЛЩИНА СТенок ОТЛИВОК

Допустимая толщина стенок отливки зависит от ее конфигурации, требований по жесткости, прочности и стойкости, технологии литья. При этом следует выбирать минимально возможную толщину стенок отливки. На рис. 56 приведена диаграмма для определения минимальной толщины стенок отливок S . Приведенный габаритный размер N определяют по формуле :

$$N = \frac{2l + b + h}{3},$$

где : l - длина, b - ширина, h - высота детали, мм.

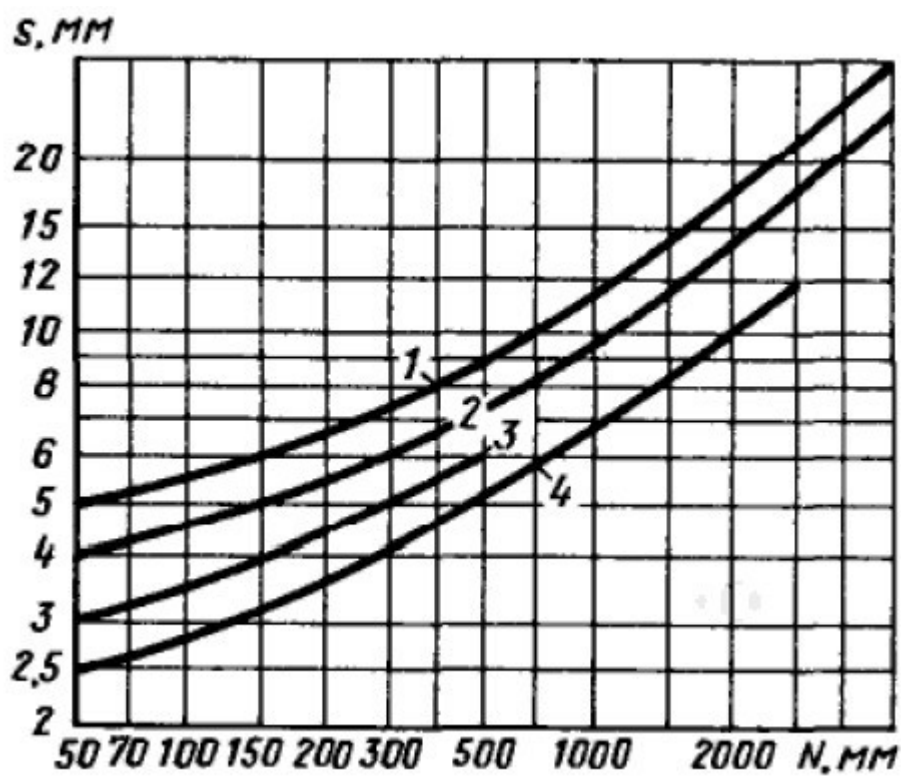


Рис 56. Минимальная толщина стенок отливок **S** :
 1 - стали ; 2 - чугуны серые ; 3 - медные сплавы ; 4-
 алюминиевые сплавы ;
N - приведенный габаритный размер отливки

ГЛАВА 9. ЛИТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ

9.1. ТИПЫ ЛИТНИКОВЫХ СИСТЕМ

Литниковая система представляет собой систему каналов и устройств для подвода в определенном режиме жидкого металла в полости литейной формы, отделения неметаллических включений и обеспечения питания отливки при затвердевании (ГОСТ 18169 — 86).

Конструкция типовой литниковой системы приведена на рис. 57. Расплав из ковша заливают в литниковую чашу или воронку, из которой он через вертикальный канал- стояк- поступает в горизонтальный канал- литниковый ход (он же шлакоуловитель, коллектор). Литниковый ход всегда выполняют на уровне разъема формы и подвода расплава. Он имеет трапецевидное сечение и равномерно распределяет общий поток сплава в полости формы. Из литникового хода(коллектора) жидкий расплав через систему питателей поступает в полость формы, формирующую отливку. Питатели служат для непосредственного подвода расплава в рабочую полость формы. Чаще всего их располагают под литниковым ходом. (Рис. 57). Для смягчения удара струи расплава нижняя часть стояка выполняется в виде полусферы – зумфа. Для подпитки массивной части отливки устанавливают прибыль, которая питает массивный узел через шейку прибыли.

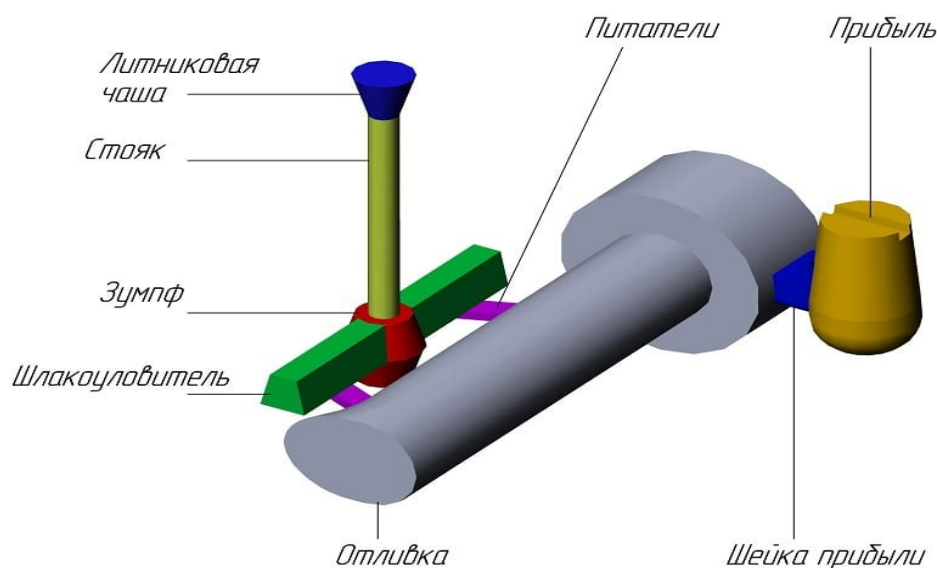


Рис. 57

В зависимости от массы и площади отливки прибылей может быть несколько. При заливке расплава в форму могут образовываться газы. Для их выхода в форме устанавливают выпоры. Допускается совмещать выпор с центральной прибылью.

Для регулирования скорости заполнения формы расплавленным металлом при необходимости устанавливаются дроссели – местное сужение литникового канала в виде вертикальной щели. Литниковый дроссель может быть в зависимости от расположения моделей одно- и двусторонним, крестообразным, а в зависимости от требуемого расхода металла – одно-, двух- и трехходовым.

Выбор литниковой системы зависит от сплава отливки, массы, соотношения длины и ширины, толщины стенок, сложности конфигурации. Типы литниковых конструкций различают по направлению заливки :

вертикальные для низких деталей с большой площадью

-горизонтальные, если высота отливки больше ширины.

По способу подвода расплава и расположению питателей различают литниковые системы :

Верхняя литниковая система - питатели стоят на одном уровне с литниками. Расплав заливается сверху. Система характеризуется простотой исполнения, быстрым заполнением формы расплавом, равномерной кристаллизацией отливки, экономным расходом материала. Применяется для отливок высотой до 100 мм. Для тонкостенных полых отливок применяют разновидность верхней системы – дождевую (Рис. 58) когда питатели размещают равномерно по периметру отливки для равномерной ее кристаллизации или щелевую (Рис.58).



Рис. 58 . Примеры верхней литниковой системы

Нижняя литниковая система(Рис. 59) – расплавленный металл подается питателями в нижнюю часть формы. Давление создается за счет высоко расположенной чаши и длинных стоячков с обратным конусом- заужены внизу. Заполнение формы происходит равномерно без окисления и вспенивания. Недостатком системы является перегрев нижней части формы, что приводит к большой усадке при кристаллизации, особенно чугунов и цветных сплавов.

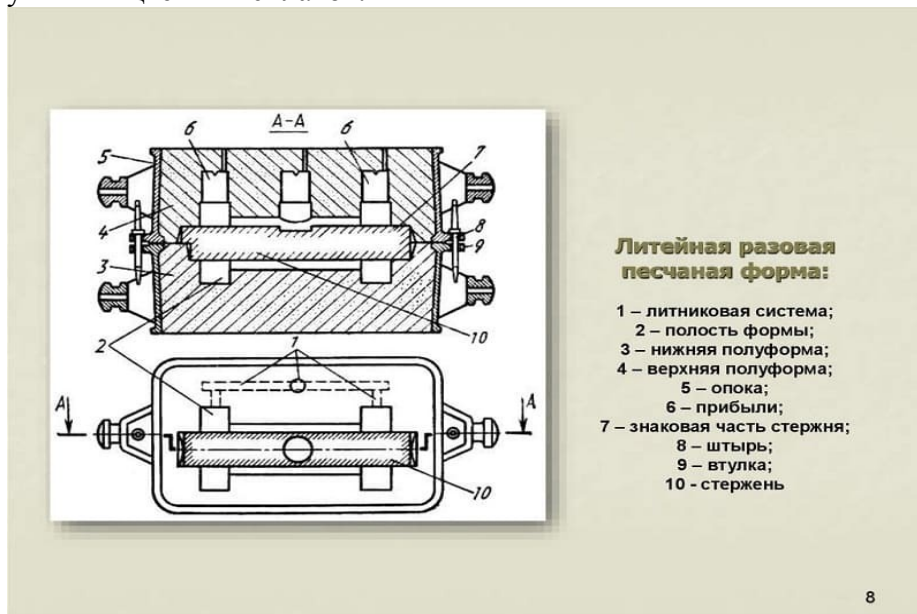


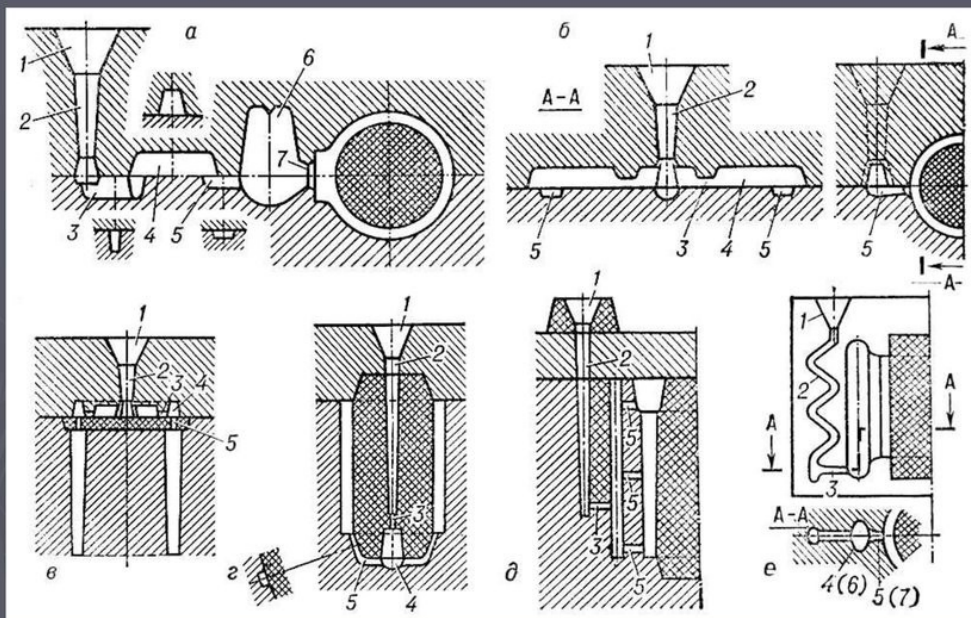
Рис. 59. Нижняя литниковая система

Разновидностью нижней литниковой системы является сифонная – когда расплав

заливается сверху, но заполнение рабочей полости происходит снизу, благодаря сифонному расположению питателей (Рис. 60, г).

Боковая литниковая система (Рис. 60, а,б) – расположена в плоскости разреза формы. Расплав заполняет снизу верхнюю часть формы и сверху перетекает в нижнюю часть формы. Заполнение формы происходит плавно по всей ширине полости.

Виды литниковой системы



а, б — боковые; в — дождевая; г — сифонная; д — ярусная (этажная);
е — щелевая

1 — чаша (воронка); 2 — стояк; 3 — дроссель; 4 — шлакоуловитель;
5 — питатель; 6 — боковая прибыль; 7 — шейка

Рис. 60. Виды литниковых систем

Разновидностью боковой заливки является вертикально-щелевая литниковая система

(Рис. 60, е), используемая при изготовлении отливок большой высоты. В ней питатели расположены вертикально сбоку вдоль оси детали.

Система подходит для отливок с переменным сечением, тонкими стенками и резкими переходами. Процесс кристаллизации протекает равномерно снизу вверх. Слабым местом вертикально-щелевой конструкции является вспенивание расплавленного металла в момент заливки. Вертикально-щелевую систему сложно выполнять, выбивать из формы и удалять.

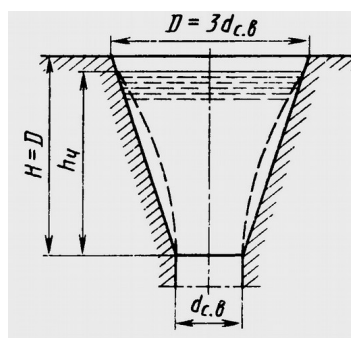
При ярусной литниковой системе заливки (Рис. 60, д) происходит равномерное поступление металла в разных плоскостях. Для высоких деталей питатели располагают в две линии вертикально. Металл подается через стояки снизу. Заполнение формы равномерное без захвата воздуха. Газы и шлаки поднимаются вверх вместе с основным металлом.

9.2. КОНСТРУИРОВАНИЕ ЛИТНИКОВЫХ ЧАШ

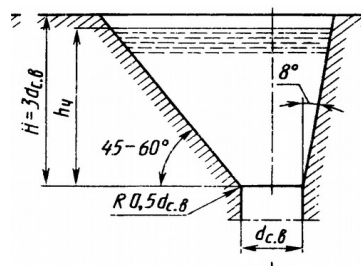
9.2.1 Литниковая чаша - элемент литниковой системы для приема струи жидкого металла и направления его движения в литниковый стояк или непосредственно в литейную форму (ГОСТ 18169-86). Литниковая чаша гасит динамический напор струи и обеспечивает спокойный ввод расплава в стояк.

9.2.2. Для небольших по массе отливок при расходе металла Q до 5,0 кг для чугуна и до 1,0 кг для любого другого сплава используют малые литниковые воронки (Рис. 61, а, б). Воронка овальной формы (рис. 61, б), предотвращает вихревое вращение расплава, а наклон стенки под углом 45 - 60 градусов уменьшает его разбрызгивание. Размеры круглой воронки принимают, исходя из соотношения между верхним диаметром стояка $d_{св}$ и основными параметрами воронки.

9.2.3. Верхний диаметр воронки D , как правило, равен $3 d_{св}$, а высота воронки $H = D$. Диаметр выходного отверстия литниковой воронки должен соответствовать верхнему диаметру стояка $d_{св}$.



а)

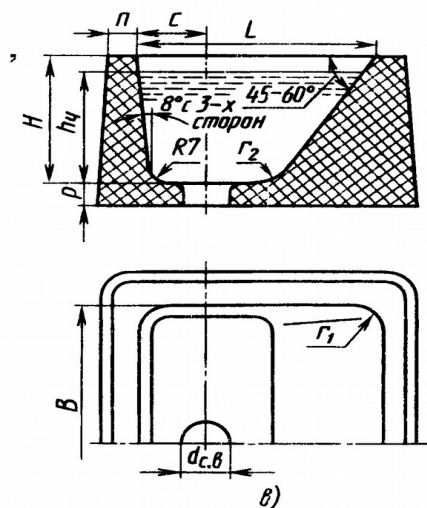


б)

Рис. 61. Литниковые воронки: а - малая круглая ; б - овальная с наклонной стенкой;

9.2.4. При расходах металла до 10 кг /с используют литниковые чаши, которые изготавливают либо в верхней опоке литейной формы, либо отдельно от нее в виде так называемых чаш-наращалок (Рис. 63), устанавливаемых сверху на опоке. Наличие порога и двух боковых вертикальных ребер способствует всплыванию шлака.

9.2.5. При машинной формовке литниковая чаша представляет собой усеченный конус который формируется в верхней полуформе моделью, закрепленной на прессовой плите (Рис. 62).



167

Рис. 62. Большая прямоугольная
наращалка
литниковая чаша

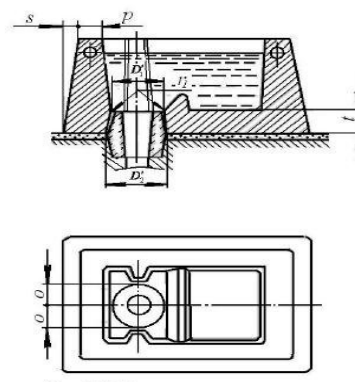


Рис. 63. Чаша -

9.3.6. При ручной формовке воронку вырезают в верхней части формы вручную.

Размеры типовых литниковых чаш приведены в табл. 132, 133, 134.

Таблица 132. Размеры воронок

Номер воронки	Нижний диаметр воронки, ($d_{с.в.}$) мм	Верхний диаметр воронки, (D) мм	Высота воронки, мм	Масса металла в воронке, кг
1	18	50	50	0,3
2	28	60	60	0,6
3	27	75	75	1,1
4	30	90	90	1,9

Таблица 133. Типовые размеры прямоугольных литниковых чаш

Номер чаши	Размеры, мм							
	H	L	B	c	n	p	r 1	r 2
1	75	125	80	35	15	15	10	15
2	90	150	100	40	15	15	10	15
3	110	170	120	40	15	20	10	20

Таблица 134. Размеры литниковой чаши- нарощалки с расходом металла до 10 кг/с

Номер чаши	Номер стакана	Размеры, мм					
		D'1	D'2	O	p	s	t
1	1	46	56	13	30	10	30
2	2	65	77	20	35	12	45
3	3	65	77	-	35	15	45

168

9.3. КОНСТРУИРОВАНИЕ СТОЯКОВ

9.3.1. Литниковый стояк (Стояк) — элемент литниковой системы в виде нисходящего от литниковой чаши канала (ГОСТ 18169-86). Стояк служит для передачи расплавленного металла из литниковой чаши к другим элементам литниковой системы или непосредственно в полость литейной формы.

9.3.2. Расчет площади нижнего сечения стояка производится по формуле (1):

$$(1) \quad F_{\text{ст н}} = 1,0 - 1,4 F_{\text{пит}}$$

где: $F_{\text{ст н}}$ — площадь нижнего сечения стояка, см²; $F_{\text{пит}}$ — суммарная площадь питателей в форме, см²;

Нижний диаметр стояка определяют по формуле (2):

$$(2) \quad D = \sqrt{F_{\text{ст н}} / 3,14},$$

где: D — нижний диаметр стояка, см; $F_{\text{ст н}}$ — площадь нижнего сечения стока, см².

9.3.3. Чаще всего стояки размещают вертикально. Для обеспечения замкнутости системы и удобства формовки используют конические расширяющиеся вверх круглые стояки.

9.3.4. Конусность стояка зависит от его высоты. Значения разницы верхнего $d_{\text{с.в.}}$ и нижнего $d_{\text{с.н.}}$ диаметров стояков в зависимости от его высоты приведены в табл. 135.

Таблица 135. Разница верхнего и нижнего диаметров стояка в зависимости от его

высоты

Высота стояка,	$d_{\text{с.в.}} - d$	Высота стояка,	$d_{\text{с.в.}} - d$
----------------	-----------------------	----------------	-----------------------

мм	с.н.	мм	с.н.
100	2	900	9
200	3	1000	10
300	4	1200	12
400	4	1400	14
500	5	1600	16
600	6	1800	18
700	7	2000	20
800	8	-	-

9.3.5. При литье легких сплавов применяют, кроме круглых вертикальных стояков, ленточные прямоугольные, зигзагообразные, наклонные прямые и наклонные в виде «гусиной шейки» стояки (Рис. 64).

169

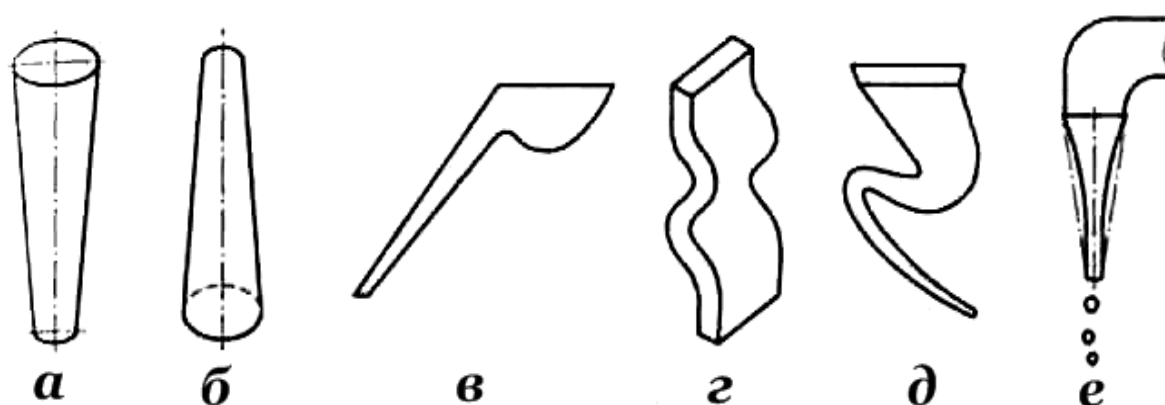


Рис. 64. Профили стояков для литья легких сплавов
а - вертикальный с уклоном ; б- вертикальный с обратным уклоном ; в - прямой наклонный стояк; г- ленточный зигзагообразный прямоугольный стояк; д - «гусиная шейка» ; е — продольное сечение стояка в виде свободно падающей струи.

В табл 136 приведены рекомендуемые размеры нижнего сечения стояков в зависимости от высоты отливки h отл и массы отливки M отл

Таблица 136 Размеры нижнего сечения стояков в зависимости от высоты и массы отливок

Диаметр нижнего сечения стояка, d ст.н, мм	Размеры нижнего сечения прямоугольного стояка,	Высота отливки с прибылями, h , мм	Масса отливки с прибылями, M отл мм
--	--	--------------------------------------	---------------------------------------

	мм		
10	6 x 13	До 200	До 10
14	8 x 19	До 850	Более 20
16	10 x 20	До 750	Более 20
18	12 x 21	До 650	Более 20
20	12 x 26	До 550	Более 20
22	13 x 29	До 400	Более 20
24	15 x 30	До 350	Более 50
26	17 x 31	До 300	Более 50
28	19 x 32	До 250	Более 100
30	22 x 32	До 200	Более 100

Для чугунного литья минимальная избыточная высота стояка H (избыточный напор) над уровнем самой высокой точки отливки определяют по формуле 3 :

$$H = L \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad (3)$$

где : - расстояние от центра стояка до наиболее удаленной и высокой точки отливки ;

α - угол падения напора жидкого металла в зависимости от толщины стенки отливки.

Значения угла падения в зависимости от расстояния L и толщины стенки отливки приведены в табл. 137.

170

Таблица 137. Значения угла падения напора

Таблица 15. Толщина стенки отливок, мм								
L мм	Толщина стенки отливок, мм							Способ подвод а металл а
	3,0 - 5,0	5,0 -8,0	8,0 -15,0	15,0 - 20,0	20,0 - 25,0	25,0 - 35,0	35,0 -45,0	
	Угол падения напора, & , град							
4000	По месту	6,0- 7,0	5,0 - 6,0	5,0 - 6,0	5,0 - 6,0	4,0 - 5,0	4,0 - 5,0	Для подвод а металл а из двух и более литник ов
3500		6,0- 7,0	5,0 - 6,0	5,0 - 6,0	5,0 - 6,0	4,0 - 5,0	4,0 - 5,0	
3000		6,0- 7,0	6,0 - 7,0	5,0 - 6,0	5,0 - 6,0	4,0 - 5,0	4,0 - 5,0	
2000		6,0- 7,0	6,0 - 7,0	6,0 - 7,0	6,0 - 7,0	5,0 - 6,0	4,0 - 5,0	
2600		7,0- 8,0	6,0 - 7,0	6,0 - 7,0	6,0 - 7,0	5,0 - 6,0	4,0 - 5,0	

2400		7,0-8,0	6,0 - 7,0	6,0 - 7,0	6,0 - 7,0	5,0 - 6,0	5,0 - 6,0	
2200		8,0-9,0	7,0 - 8,0	6,0 - 7,0	6,0 - 7,0	5,0 - 6,0	5,0 - 6,0	
2000		8,0-9,0	7,0 - 8,0	6,0 - 7,0	6,0 - 7,0	5,0 - 6,0	5,0 - 6,0	
1800		8,0-9,0	7,0 - 8,0	7,0 - 8,0	7,0 - 8,0	6,0 - 7,0	6,0 - 7,0	Для подвода металла из одного литника
1600		8,0-9,0	7,0 - 8,0	7,0 - 8,0	7,0 - 8,0	6,0 - 7,0	6,0 - 7,0	
1400		8,0-9,0	8,0 - 9,0	7,0 - 8,0	7,0 - 8,0	6,0 - 7,0	6,0 - 7,0	
1200	10,0-12,0	9,0-10,0	8,0 - 9,0	7,0 - 8,0	7,0 - 8,0	6,0 - 7,0	6,0 - 7,0	
1000	11,0-12,0	9,0-10,0	9,0 - 10,0	7,0 - 8,0	7,0 - 8,0	6,0 - 7,0	6,0 - 7,0	
800	12,0-13,0	9,0-10,0	9,0 - 10,0	8,0 - 9,0	7,0 - 8,0	7,0 - 8,0	6,0 - 7,0	
600	13,0-14,0	10,0-10,0	9,0 - 11,0	9,0 - 10,0	8,0 - 9,0	7,0 - 8,0	6,0 - 7,0	

9.4.КОНСТРУИРОВАНИЕ ШЛАКОУЛОВИТЕЛЕЙ И ПИТАТЕЛЕЙ

9.4.1.Шлакоуловитель (Литниковый ход)— элемент литниковой системы для задержания шлака и неметаллических включений из потока заливаемого металла (ГОСТ 18169-86).

9.4.2.Шлакоуловители и коллекторы, как правило, имеют трапецевидное сечение (Рис. 65) постоянное по всей длине.

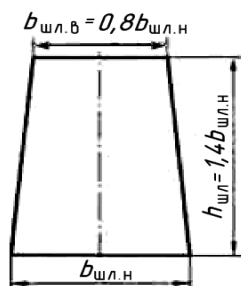


Рис 65. Шлакоуловитель (Литниковый ход)
171

9.4.3. Трапецевидный шлакоуловитель(Литниковый ход), как правило, имеет соотношение размеров :

$b_{шл.в} = 0,8 b_{шл.н}$; $h = 1,4 b_{шл.н}$, где $b_{шл.в}$ и $b_{шл.н}$ - соответственно верхнее и нижнее основания; h - высота шлакоуловителя.

При модифицировании высокопрочного чугуна магниевой лигатурой в литейной форме («in mold - процесс») необходимо применять центробежный шлакоуловитель, который располагается в нижней полуформе за реакционной камерой. При ручной формовке используют керамические центробежные шлакоуловители (рис. 66).

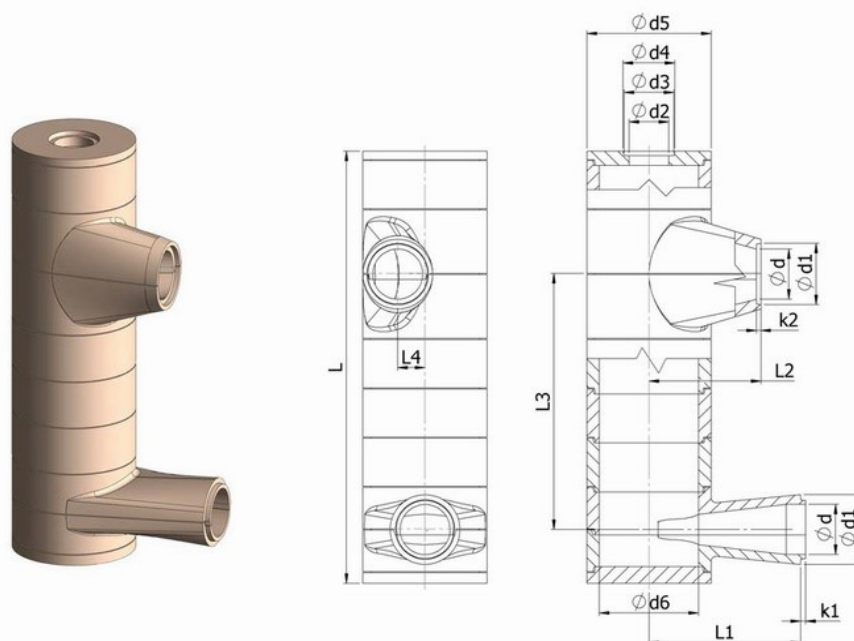


Рис.66. Центробежный шлакоуловитель

Размеры типовых керамических центробежных шлакоуловителей приведены в табл. 138

9.5. КОНСТРУИРОВАНИЕ ПРИБЫЛЕЙ

9.5.1. Прибыль — элемент литниковой системы или полости литейной формы для питания отливки жидким металлом в период затвердевания и усадки.(ГОСТ 18169-86). Прибыль присоединяют к тепловому узлу отливки. Прибыль может быть прямого, бокового и местного питания отливки. Прибыль, поверхность металла в которой имеет непосредственный контакт с атмосферой называется открытой. Открытая прибыль может быть без пережима — отрезная или с пережимом — отламывающаяся

9.5.2. Прибыли применяют при изготовлении отливок из высокопрочных, высоколегированных чугунов, а также из сталей, склонных к образованию усадочных раковин. Отливки из серого чугуна отливают с прибылями, если литые детали имеют толстостенные сечения или места, которые нельзя подпитать с помощью питающих бобышек. Прибыль, поверхность которой не имеет непосредственного контакта с атмосферой, называется закрытой. Закрытая прибыль может быть с экзотермическим обогревом, газового давления и др. По своей форме прибыли бывают шаровые, полушаровые конические и плоскостенные. Виды прибылей показаны на рис. 68.

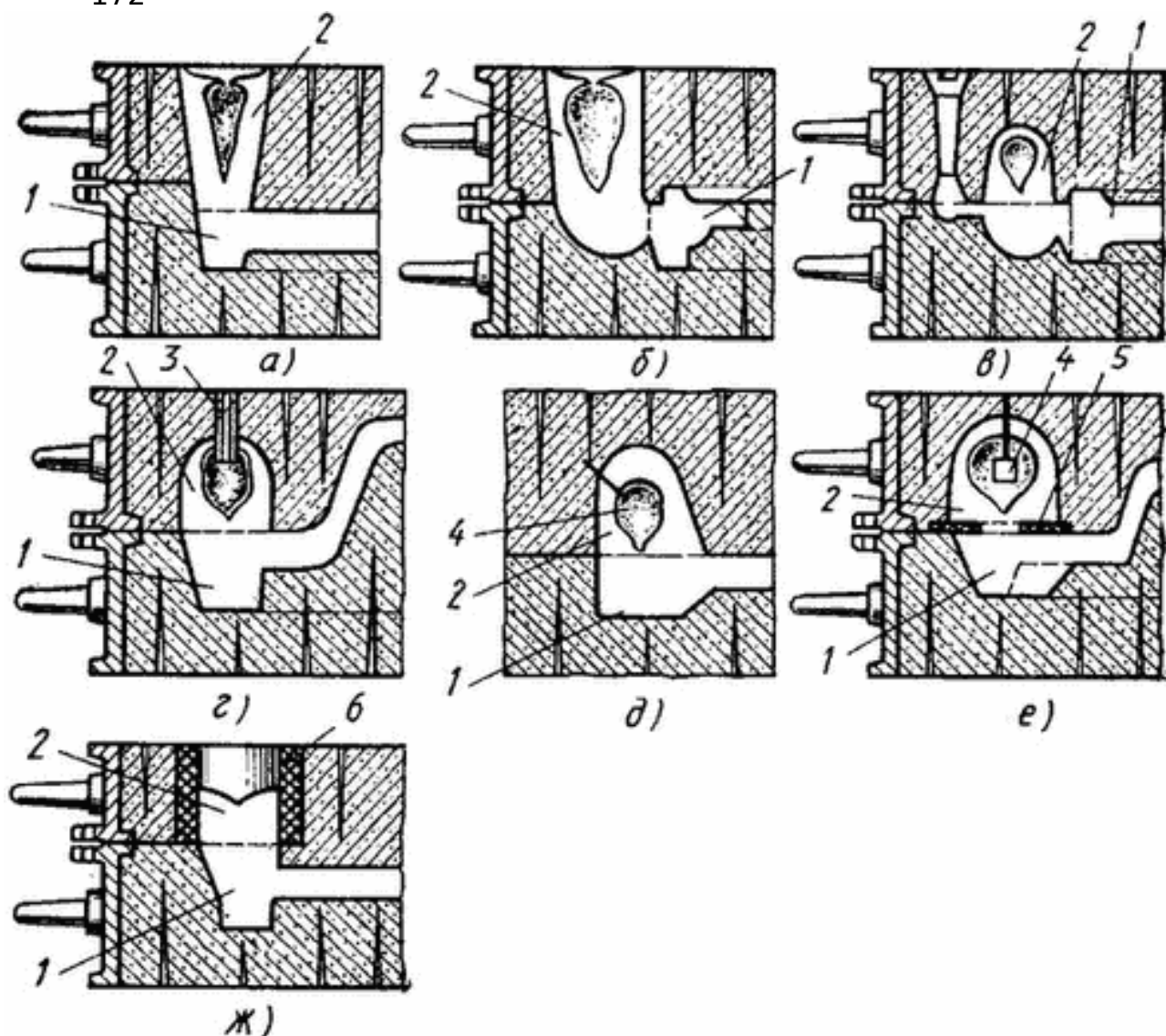


Рис. 68 . Виды приливей

а — открытая верхняя ; б — открытая боковая (отводная) ; в — закрытая боковая (питающая бобышка) ; г - закрытая полусферическая приливей с атмосферным давлением ; д - закрытая приливей с газовым давлением ; е - закрытая легкоотделяемая приливей с газовым давлением и керамической сеткой ; ж - обогреваемая верхняя открытая приливей ; 1 - массивная (питаемая) часть отливки ; 2 - приливей ; 3 - пес-чаный стержень с каналом для подвода атмосферного давления в среднюю часть приливей ; 4 - керамический патрон с зарядом газотворного вещества (например мела) ; 5 — керамическая (или стержневая) разделительная пластина между приливейю и массивной частью отливки ; 6 — песчаная втулка с термореактивной смесью (экзотермической), оформляющая приливей и обеспечивающая подогрев в ней металла.

9.5.3. Размеры приливей определяют , исходя из того что из того, что масса расплава в приливей должна быть равна 0,8 — 1,5 массы питаемого узла отливки.

9.5.4. Размеры нижнего основания прибыли можно определять методом вписанных окружностей,. Для этого в сечение теплового узла вписывают окружность таким образом, чтобы она одновременно касалась всех касалась всех очертаний этого узла (Рис. 69, а).

173

При этом, к телу отливки делают технологический напуск под уклоном (Рис. 69, б), чтобы окружность свободно «выкатывалась» в прибыль. Отношение высоты прибыли к ее диаметру H/D должно быть равно 1,25 -1,5 для закрытых и 1,5 — 1,90 для открытых прибылей.

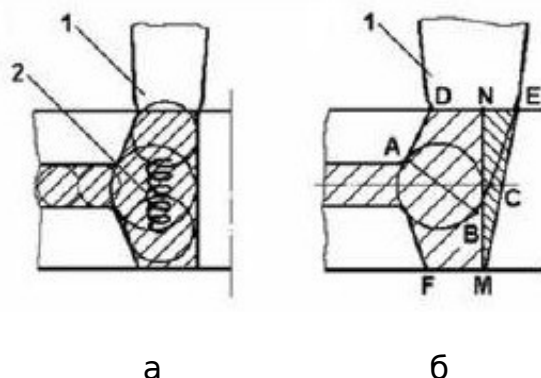


Рис. 69. Схема применения вписанных окружностей (а) и построения технологического напуска (б).
1 - прибыль ; 2 — холодильник

9.5.5. Для питания чугунных отливок, имеющих узлы с диаметром вписанных окружностей более 30 мм, применяют питающие бобышки. Размер питающих бобышек можно определить по диаграмме Рис. 70.

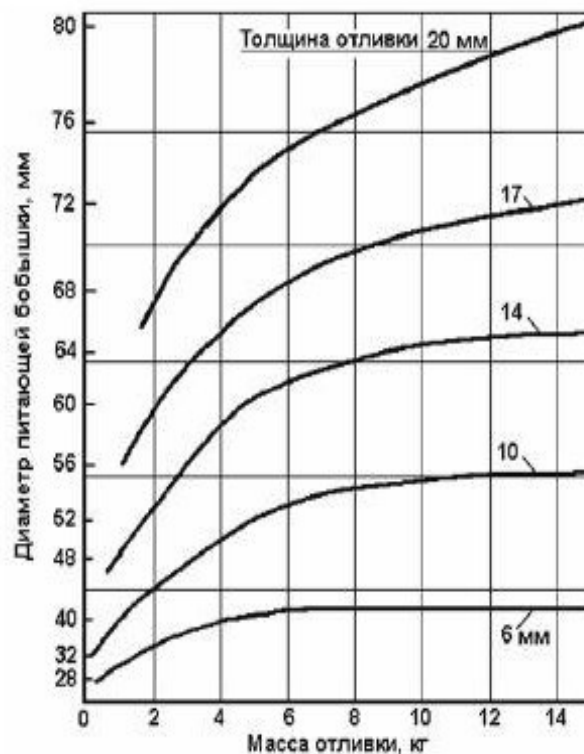


Рис. 70. Диаграмма для определения размеров питающих бобышек

174

9.5.6. По методу А.Д. Попова диаметр прибыли определяют по формуле(11) :

$$D_p = 1,15 D_y \quad (11)$$

)

где :

D_p — диаметр основания прибыли ;

D_y - диаметр окружности, вписанной в питаемый узел.

9.5.7.. Чтобы определить размер прибыли вначале вычисляют объем металла, необходимы для компенсации усадки. Упрощенно объем прибыли принимают равным объему отливки или питаемого узла, умноженному на коэффициент объемной усадки металла при его кристаллизации β .

$$V_p = \beta \cdot V_y$$

(12)

где : V_p — объем питающей прибыли ; V_y — объем питаемого узла ;
 β - коэффициент
 объемной усадки сплава.

Значения коэффициента объемной усадки сплавов приведены в табл. 152.

Таблица 152. Коэффициенты объемной усадки сплавов в интервале температур

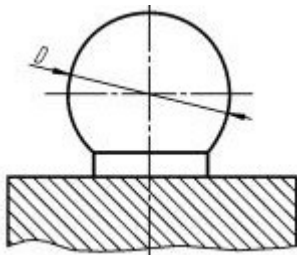
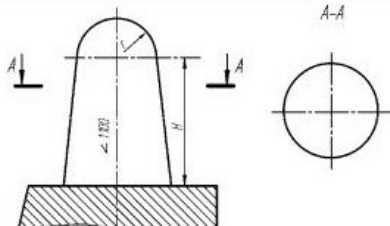
заливки сплава и солидуса

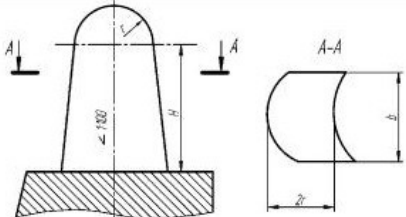
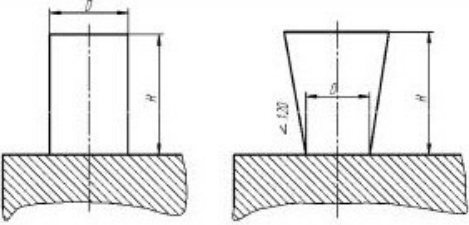
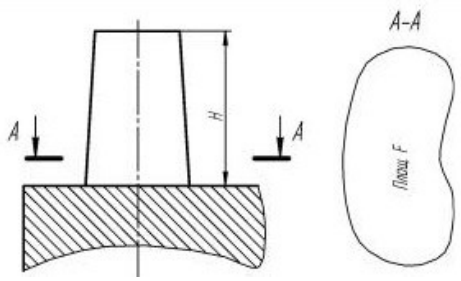
Сплав	Коэффициент объемной усадки β
Сталь 0,10% С	0,02
Сталь 0,35 % С	0,03
Сталь 0,45 % С	0,043
Сталь 0,75 % С	0,053
Бронза оловянная	0,045
Бронза алюминиевая	0,060 - 0,075
Латунь многокомпонентная	0,075
Медь	0,04
Магниеые сплавы	0,040 - 0,075
Алюминиевые сплавы	0,035 — 0,080

9.5.8. Типовые конструкции прибылей приведены в табл. 153.

175

Таблица 153. Типовые конструкции прибылей

Вид прибыли	Характеристика	Расчетная формула
	Шаровая прибыль	$D = 1,24 \sqrt[3]{V \cdot \pi}$
	Закрытая куполообразная цилиндрическая прибыль	$H = (\sqrt[3]{V \pi} / \pi \cdot r^2) - 2/3 r$ (H + r) равно не менее высоты питаемого узла Конусность 0,125 Н

	Закрытая куполообразная прибыль полусферической формы	$H = (V_p - 0,45 \pi r \cdot 2b) / F$ (H + r) равно не менее высоты питаемого узла F - площадь сечения прибыли Конусность 0,125 H
	Открытая цилиндрическая или коническая прибыль	$H = 4V_p / \pi \cdot D^2$
	Открытая прибыль ручной формовки	$H = V_p / 0,95 F$ Конусность 0,125 H

Примечание. H — высота прибыли; V_p — объем прибыли; D — диаметр прибыли;

r — радиус прибыли; F — площадь сечения прибыли;

π (число пи = 3,14159265....

9.5.8. Объем прибыли V_p определяют по формуле (13) :

$$V_p = G / \rho ,$$

(13)

где: G — масса заливаемого металла (масса прибыли), кг; ρ — плотность сплава, кг/м³.

176

9.5.9. Наиболее экономичную шаровую прибыль диаметром D_p соединяют с телом отливки через цилиндрический перешеек диаметром 0,8 D_p .

9.5.10. При проектировании полушаровых закрытых прибылей можно применять соотношение $H : D_p = 1 : 1$.

9.5.11. Массу прибыли можно определять по методу Василевского В.Ф., исходя из параметров выхода годного (табл. 154).

Таблица 154. Технологический выход годного для отливок, изготавливаемых из углеродистых и низколегированных сталей

Номер группы	Наименование	Масса отливок, кг	Преобладающая толщина стенки отливки δ, мм	Технологический выход годного, %	
				Прибыли открытые	Прибыли закрытые полушаровые
I I	Мелкие отливки ответственного назначения	До 100	До 20	54 - 62	59 - 67
			20 - 50	53 - 60	58 - 65
			Св. 50	52 - 68	57 - 63
	Мелкие отливки особо ответственного назначения	До 100	До 20	52 - 58	57 - 63
			20 - 50	51 - 57	56 - 62
			Св. 50	50 - 56	55 - 61
II	Средние отливки ответственного назначения	100 - 500	До 30	56 - 64	61 - 69
			30 - 60	54 - 62	59 - 67
			Св. 60	52 - 60	57 - 65
	Средние отливки особо ответственного назначения	100 - 500	До 30	54 - 62	59 - 67
			30 - 60	53 - 60	58 - 65
			Св. 60	50 - 58	55 - 63
III	Крупные отливки ответственного назначения	500 - 5000	До 50	57 - 65	62 - 70
			50 - 100	55 - 63	60 - 68
			Св. 100	53 - 61	58 - 66
	Крупные отливки особо ответственного назначения	500 - 5000	До 50	55 - 63	60 - 68
			50 - 100	53 - 61	58 - 66
			Св. 100	51 - 59	56 - 64
IV	Очень крупные отливки ответственного назначения	Свыше 5000	До 50	58 - 66	62 - 70
			50 - 100	56 - 64	60 - 68
			Св. 100	54 - 62	58 - 66
	Очень крупные отливки особо ответственного назначения	Свыше 5000	До 50	57 - 65	61 - 69
			50 - 100	55 - 63	59 - 67
			Св. 100	53 - 61	57 - 65
V	Зубчатые колеса	До 100	-	-	55 - 60
		100 - 500	-	54 - 58	58 - 62
		Свыше 500	-	55 - 59	59 - 63
VI	Зубчатые венцы	До 100	-	56 - 60	59 - 63
		Свыше 1000	-	58 - 62	61 - 65
	Цилиндры, плунжеры	Свыше 1000	-	61 - 67	-

VII	механически обрабатываемыми наружными или внутренними поверхностями				
-----	---	--	--	--	--

9.5.12 . Прибыль должна застывать после затвердения отливок. С целью увеличения времени затвердевания зеркало металла питающих прибылей для крупных отливок утепляют специальными засыпками или экзотермическими смесями. Составы засыпок приведены в табл. 155

Таблица 155. Засыпки для утепления зеркала металла прибылей крупных стальных отливок

Состав засыпки	Объемная масса, кг/ м3	Коэффициент теплопроводности, Вт / (м . к)	Масса отливки, т	Расход засыпки на 1 т жидкой стали, кг	Увеличение выхода годного, %
Сухая формовочная смесь	1600	0,380 — 0,345	0,2 - 30,0	2,5 - 5, 5	1,2 -1,4
Вспученный перлит	150 - 165	0,058 — 0,067	0,1 - 10,0	1,0 - 2,5	1,5 — 2,3
Ваграночный вынос	-	-	0,5 - 8,5	1,2 — 2,7	1,8 — 3,2
Алюминотермическая смесь + вспученный перлит	-	-	0,2 - 10,0	1,2 — 3,4	3,5 — 5,5
Ваграночный вынос (62 % углерода) + вспученный перлит	-	-	0,2 — 10,0	0,6 — 1,4	2,0 — 4,2

Таблица 156. Составы экзотермических смесей

Номер смеси	Состав смеси, 5 по массе						
	Алюминиевый порошок или стружка	Окалины или железная руда	Плавиковый шпат	Шамот молотый	Глина формовочная	Жидкое стекло или лигносульфонаты (сверх 100%)	Специальные добавки
1	22	52	2	19	5	8 (9)	-
2	18	57	2	18	5	8 (9)	Ферросилиций 75%-ный

							-5,0
3	21	50	1	23	5	8 (9)	-
4	16	50	1	22	5	8 (9)	Ферросилиций 75%-ный -6,0
5	23	12	-	43	10-12	10 - 12	Криолит - 6,0
6	20-40	30-60	-	-	-	-	Углесодержащий материал — 10,0-12 ,0; нитраты щелочно-земельных металлов 1,0-10,0; термореактивные смолы 2,0-10,0.
7	40-50	-	-	-	-	-	Смесь криолита и фтористого натра (1 : 5) 2,0-5,0; оксиды железа 1,0-10,0; сланец глинистый 25,0-30,0
8	15-40	30-60	-	15-30	-	-	Нитраты щелочно-земельных металлов 1,0-10,0
9	30	-	-	1- 2	-	-	Нитрат бария 5,0-10,0; оксид марганца -5,0; фтористый натр 1,0-2,0.
10	1 -14	-	-	-	-	(3 - 5)	Термореактивные смолы 3,0-12,0 мелкодисперсные отходы шлифовки стекла 50,0-82,0; асбест 4,0-12,0; смесь оксидов железа и марганца 4,0-12,0.
11	15-50	-	-	остальное	-	-	Термореактивные смолы 2,0-7,0; оксид марганца 5,0-20,0; натриевая селитра 1,0-10,0; фториды щелочных металлов 1,0-10,0; стружка стальная 0,1-3,0.
12	23	-	-	10	-	-	Термореактивные смолы 3,0; криолит 2,0; оксиды железа 50,0; натриевая селитра 10,0.
13	23	-	2	48	-	8	Натриевая селитра 1,0-10,0; борная кислота 1,0
14	10	4	5	83	-	-	Оксид марганца или руда марганцевая 3,0; нитрат

							калия 3,0
15	15	-	-	-	14	-	Оксиды железа 38,0; молотый обсидан или перлит 30; нитрат калия 3,0
16	23	-	-	-	-	-	Оксиды железа 25,0; нитрат бария 3,0; фтористый натр 2,0; оксид алюминия 44,0; хромово-кислый барий 3,0
17	10-15	30-45	-	-	-	-	Натриевая селитра 5,0- 10,0; доломит 15,0-30,0

179

9.6. ДРОССЕЛИ

9.6.1. **Дроссель** - элемент литниковой системы, замедляющий заполнение жидким металлом литейной формы (ГОСТ 18169-86). Дроссели представляют собой местные сужения в литниковой системе в виде вертикальных щелевых каналов, которые регулируют скорость движения расплава и заполнения формы (Рис. 71).

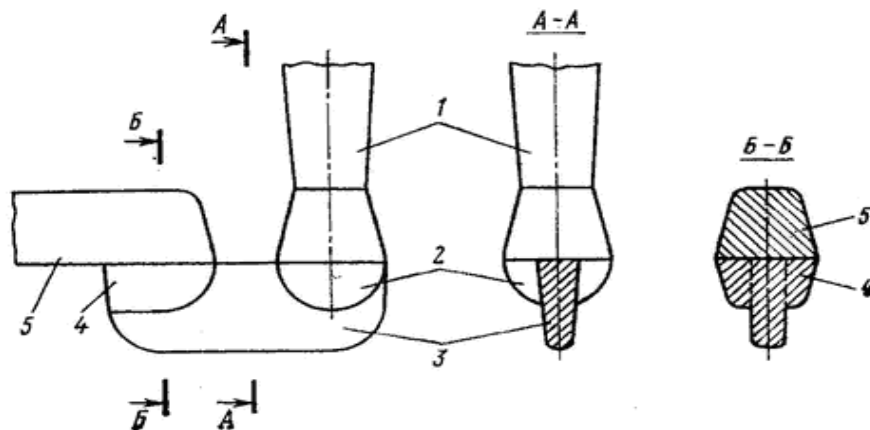


Рис. 71. Литниковая система с дросселем

1 — стояк ; 2 — зумф (металлоприемник) ; 3 — дроссель ; 4- расширяющаяся часть дросселя ; 5 — литниковый ход.

9.6.2. Конструкция дроссельной системы зависит от количества отливок в форме и их расположения. При расположении отливок по одну сторону от стояка применяют односторонние дроссели, которые могут быть одноходовые (Рис.72), двухходовые и трехходовые.

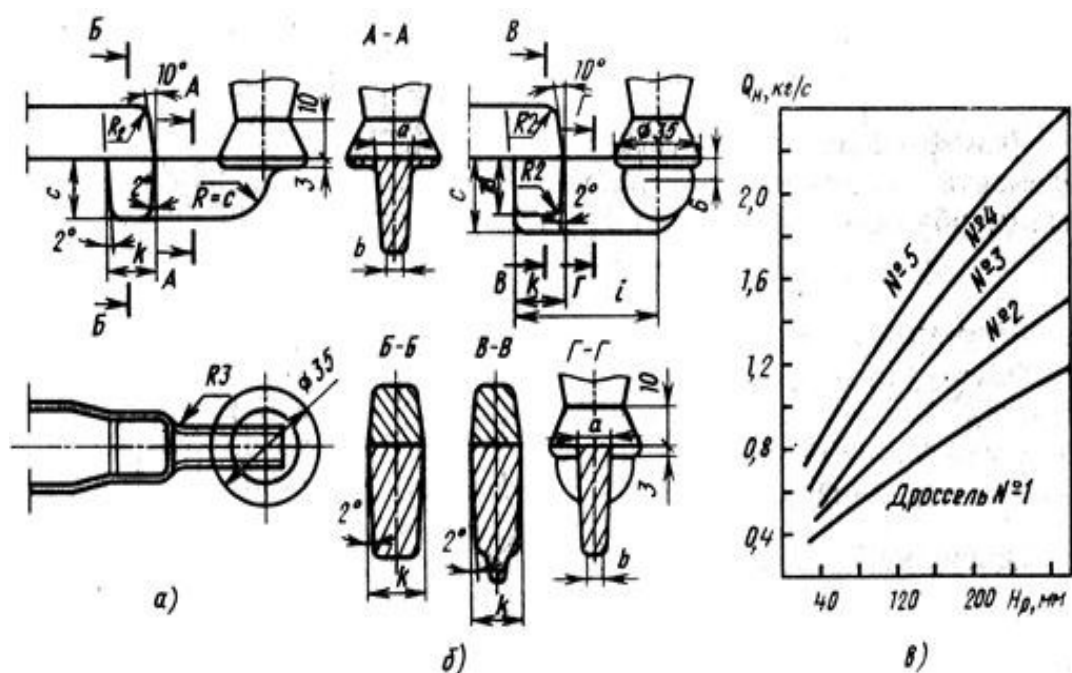


Рис. 72 Щелевой односторонний одноходовой (а, б) дроссель ;
в- график для определения номера дросселя

180

Размеры односторонних одноходовых дросселей приведены в табл. 157

Таблица 157 Размеры односторонних одноходовых дросселей

Номер дросселя	Площадь сечения дросселя, $F_{др}, \text{мм}^2$	$a+0,2$ мм	$b+0,2$ мм	$c+0,2$ мм	i мм	k мм
1	100	4,5	3,6	24,6	45,0	15,0
2	150	5,5	4,5	30,0	45	15,0
3	150	7,0	6,2	22,0	48	18,0
4	200	7,0	6,0	30,8	48	18,0
5	250	9,0	8,0	29,4	53	23,0

9.6.3. Если отливки располагаются по обе стороны от стояка применяют двухсторонние дроссели — одноходовые или двухходовые (Рис. 73). При расположении отливок по четырем сторонам от стояка применяют крестообразные дроссели (Рис.74).

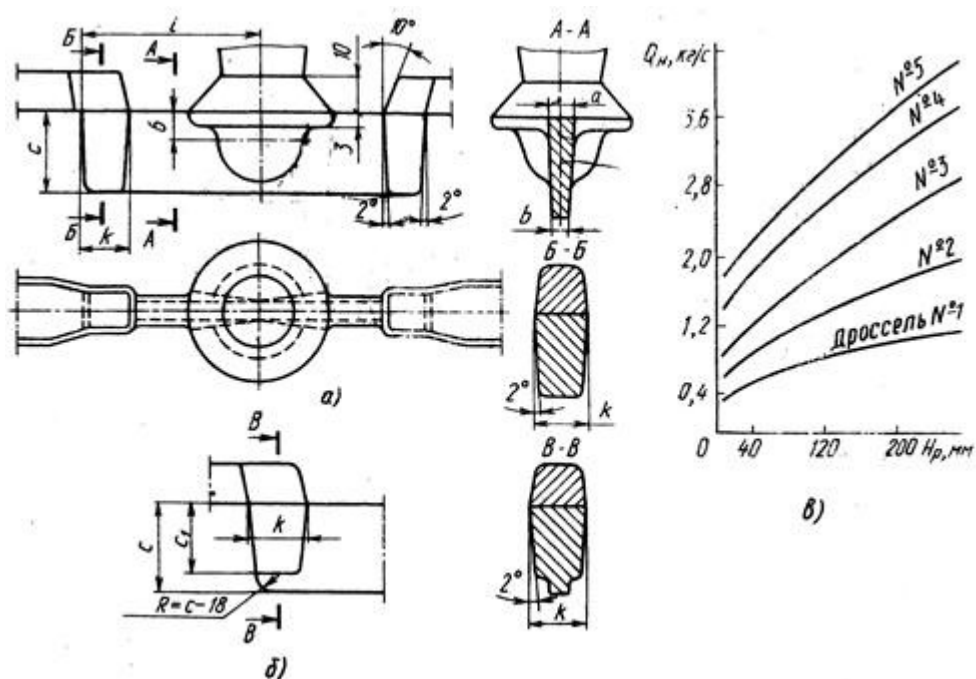


Рис. 73 Дроссель двухсторонний одноходовой (а, б)
в- график для определения номера дросселя

Размеры двухсторонних одноходовых дросселей приведены в табл. 158

181

Таблица 158. Размеры двухсторонних одноходовых дросселей

Номер дросселя	Площадь сечения дросселя, $F_{др}$, мм ²	$a \pm 0,2$ мм	$b \pm 0,2$ мм	$c \pm 0,2$ мм	i мм	k мм
1	100	4,5	4,1	11,6	45,0	15,0
2	200	4,5	3,6	24,6	45,0	15,0
3	300	5,5	4,5	30,0	45,0	15,0
4	400	7,0	6,0	30,8	48,0	18,0
5	500	9,0	8,0	29,4	50,0	18,0

9.6.4. При установке двух-, трех- и многоходовых дросселей они устанавливаются равномерно по всей площади питания и имеют равные размеры.

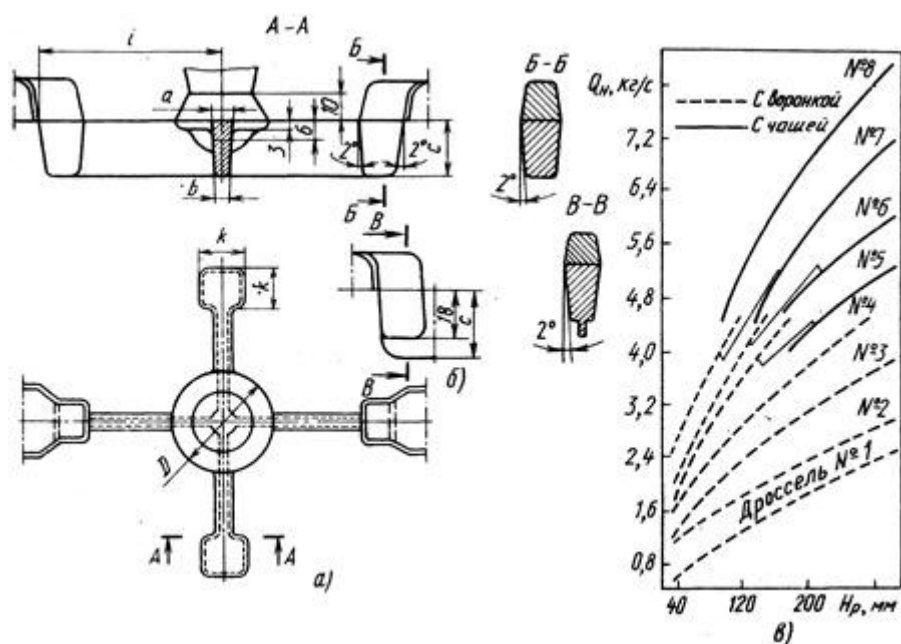


Рис. 74 Щелевой крестообразный одноходовой дроссель(а,
б)
и график (в) для определения дросселя.

Размеры щелевого крестообразного одноходового дросселя
указаны в табл 159

Таблица 159. Размеры крестообразных дросселей

Номер дросселя	Площадь сечения дросселя, F др, мм ²	a+0,2 мм	b+0,2 мм	c+0,2 мм	D мм	i мм	k мм	R мм
1	100	4,5	4,1	11,6	35,0	45,0	15,0	12,0
2	200	4,5	3,6	18,0	35,0	45,0	15,0	12,0
3	300	4,5	4,0	24,6	35,0	45,0	15,0	12,0
4	400	5,5	4,6	24,6	40,0	50,0	15,0	15,0
5	500	5,5	4,5	30,0	40,0	50,0	15,0	15,0
6	680	7,0	6,1	26,0	45,0	55,0	18,0	17,5
7	800	7,0	6,0	30,8	45,0	55,0	18,0	17,5
8		9,0	8,0	29,4	50,0		18,0	20,0

	1000				60,0		
--	------	--	--	--	------	--	--

9.7. ВЫПОРЫ ЛИТЕЙНЫЕ

9.7.1 **Выпор** — элемент литниковой системы или полости литейной формы для вывода газов, наблюдения за заполнением литейной формы и для питания при усадке затвердевающей отливки жидким металлом (ГОСТ 18169-86).

9.7.2. Выпор представляет собой открытый сверху вертикальный или наклонный канал, обычно круглого, овального или прямоугольного сечения . Выпор устанавливают над отливкой как можно далее от места подвода металла или сбоку.(Рис. 75). Если отливок несколько, выпоры устанавливают над каждой отливкой. Площадь сечения всех выпоров Σf_v определяют по формуле :

$$(14) \quad \Sigma f_v = \frac{2 V_{\text{ф}}}{(t \times v)},$$

где : Σf_v - суммарная площадь выпоров в форме, м² ; $V_{\text{ф}}$ — объем формы, м³;

t - время заливки, с ; v - критическая скорость истечения воздуха из выпора

($v = 1$ м/с) ;

$$\text{Объем формы } V_{\text{ф}} = \frac{G_{\text{ж}}}{\rho}, \quad (15)$$

где $G_{\text{ж}}$ — масса жидкого металла в форме , кг; ρ - плотность металла, кг/ м³.

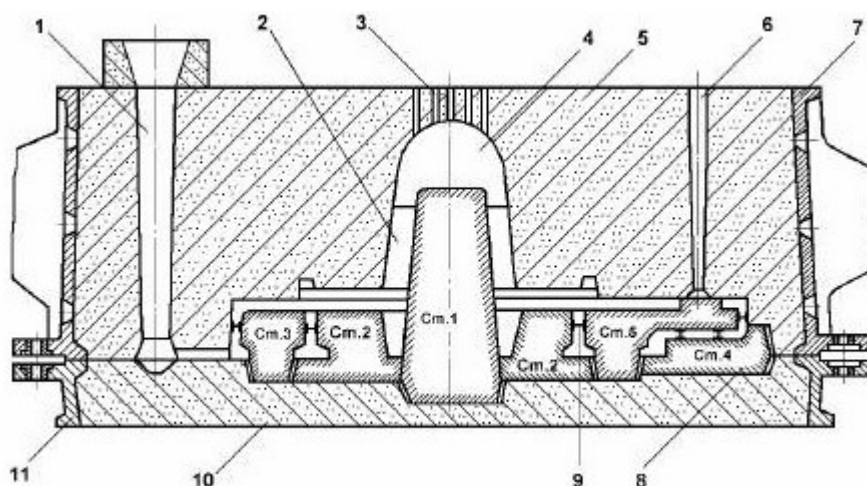


Рис. 75. Форма в сборе для отливки “Корпус барабана”

1- стояк литниковый; 2- полость формы; 3 - газоотводящие каналы; 4 - прибыль; 5 - верхняя полуформа ; 6 — выпор; 7 — верхняя опока; 8 — знаковые части стержней; 9- жеребейки ; 10 — нижняя полуформа; 11- нижняя опока ;

9.8. ХОЛОДИЛЬНИКИ

9.8.1. **Холодильники литейные** представляют собой металлические вставки, которые устанавливают в литейную форму для ускоренного охлаждения массивных частей отливки. Металлические холодильники обладают большей теплопроводностью и теплоемкостью чем материал стенок песчаных форм и стержней и позволяют выравнить скорость охлаждения в толстых и тонких частях отливки, а также создают направленное затвердевание.

9.9.2. Различают холодильники наружные и внутренние. Наружные холодильники устанавливают в форме таким образом, что они не являются частью отливки. Наружные холодильники изготавливают из чугунов марок СЧ 18-36, СЧ 21-40 и иногда из стали.

9.9.3. Внутренние холодильники выполняют из того же металла, что и отливка. Главным условием применения внутренних холодильников является их полное расплавление. Размеры холодильников для чугунных и стальных отливок определяют из расчета $0,5 — 0,6 \delta$, где δ - толщина охлаждаемого узла. Примеры установки холодильников приведены на рис. 76.

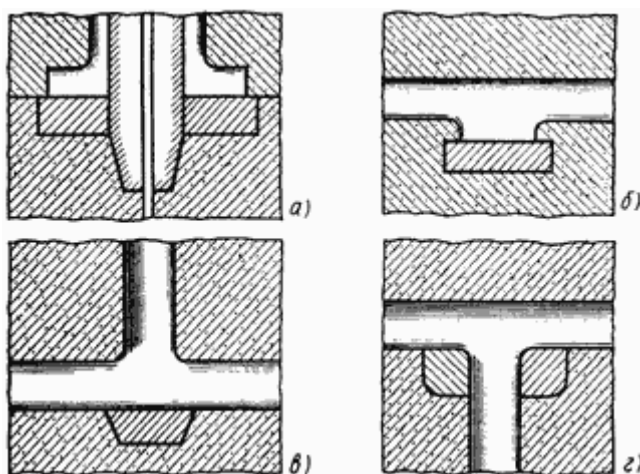


Рис. 76. Примеры установки внешних холодильников
 а — охлаждение массивного фланца плоским кольцевым холодильником; б - охлаждение бобышки плоским дисковым холодильником; в — охлаждение узла в месте сочленения стенок отливки плоским пластинчатым холодильником; г - охлаждение Т-образного узла двумя фасонными холодильниками;

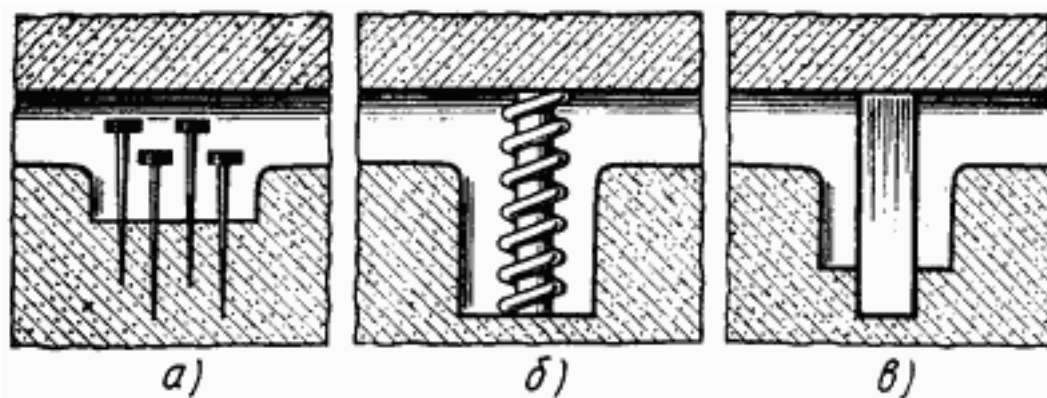


Рис. 77. Внутренние холодильники: а- гвоздями; б- проволоочной спиралью; в — прутком.

9.8.4. Для спиральных холодильников наружный диаметр спирали D принимают с таким расчетом, чтобы расстояние от поверхности формы до стенок холодильника L было не менее $3dn$, где $3dn$ - диаметр прутка спирали с шагом t . Размеры спиральных холодильников приведены в табл 160.

Таблица 160. Размеры спиральных холодильников

Основные размеры спирали				Число прутков сердечников	Масса 1 м/п, кг	
Диаметр прутка спирали, dn , мм	Диаметр спирали, D , мм	Шаг спирали t , мм	Число прутков сердечников		Спираль без прутков сердечников	Спираль с прутками сердечниками
1,0-1,5	8,0	4,0 — 6,0	3	1	0,039	0,095
	12,0	4,0 — 6,0	4	1	0,063	0,163
2,0 — 1,5	15,0	6,0 — 10,0	4	1	0,154	0,254
	25,0	6,0 — 10,0	4	1	0,278	0,378
	35,0	6,0 — 10,0	6	1	0,400	0,623
3,0 — 4,0	30,0	10,0 — 15,0	6	1	0,564	0,786
	45,0	10,0 — 15,0	6	2	0,842	1,286
	60,0	10,0 — 15,0	8	2	1,030	1,820
5,0 — 6,0	55,0	20,0 — 25,0	8	3	1,230	2,415
	60,0	20,0 — 25,0	10	3	1,490	3,341
	70,0	20,0 — 25,0	12	3	1,750	4,414

9.8.5. Диаметр удаляемого внутреннего холодильника для отверстия зависит от диаметра отверстия. Размеры внутренних холодильников для отверстий приведены в табл 161.

Таблица 161. Размеры внутренних холодильников для отверстий

Диаметр обрабатываемого отверстия, мм	12	16	20	30	40	50	60	90
Диаметр								

внутрен - него холодильника мм	3 - 4	5 - 8	8 - 12	12 - 15	15 - 20	20 - 25	25 - 30	35 - 40
---	-------	-------	--------	------------	---------	------------	------------	---------

9.8.6.Схема литейной формы в сборе с холодильниками и прибылями приведена на рис. 78.

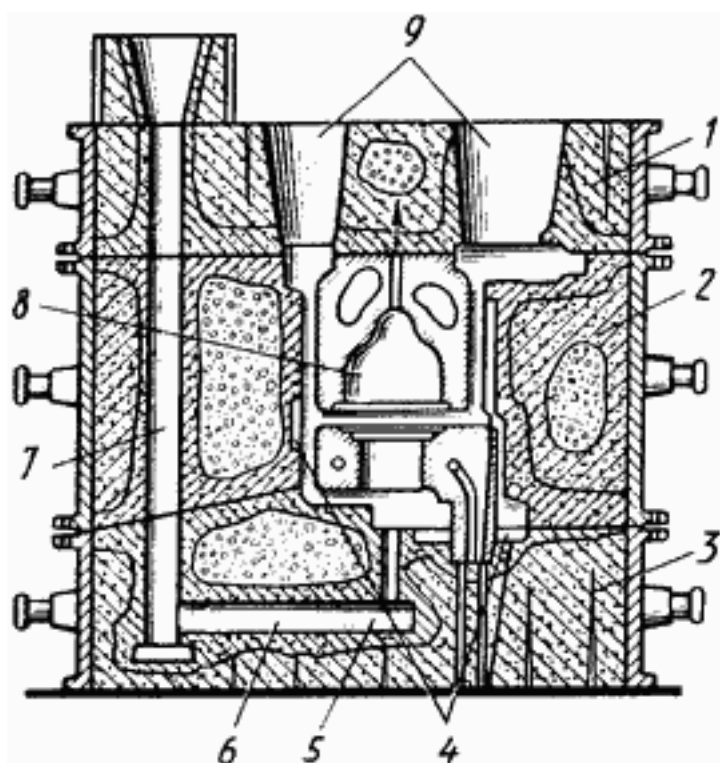


Рис. 78. Литейная форма в сборе с прибылями и холодильниками

1 — верхняя часть формы; 2 - средняя часть формы; 3 — нижняя часть формы; 4 — холодильники; 5 — питатель; 6 — литниковый ход; 7 — стояк ;
8 - закрытая прибыль; 9 — открытые прибыли.

9.9. СЕТКИ ЛИТЕЙНЫЕ

9.9.1. Сетки литейные предназначены для фильтрации расплавленного металла и позволяют уменьшить попадание в форму шлаков и прочих примесей. Сетки должны обладать высокой огнеупорностью и жесткостью. На практике применяют керамические, металлические сетки и сетки из кремнеземной ткани. Готовые сетки из кремнеземной ткани поставляются по ТУ - РФ 100229713.001-2004 в рулонах следующих марок:

ФЭЧ — литейный фильтр для чугуна; предназначен для фильтрации расплавов чугуна с температурой металла не более 1500 о С. Размеры ячеек 1,2, 1,5 2,0 мм. Сетка обладает модифицирующим эффектом.

186

ФЭС - литейный фильтр для стали; предназначен для фильтрации металла из высокоуглеродистых и марганцовистых марок сталей с температурой заливки не более 1700 о С; Размеры ячеек - 1,5 и 2,0 мм. Обладает способностью адгезии и связывания в неметаллическую фазу растворенных примесей.

ФЭБ- фильтрующий элемент для бронзы; размер ячеек — 1,0, 1,5 и 2, мм. Температура сплава от 380 до 1500 оС.

ФЭА — литейный фильтр предназначен для фильтрации алюминиевых и других сплавов с температурой плавления до 900 о С. Размеры ячеек - 1,2, 1,5 и 2,0 мм.

9.9.2. Сетки литейные кремнеземные марок КС-11-ЛА с размером ячеек 1,5 и 2,0 мм выпускаются по ТУ 5952- 177 — 05786904 — 2003, ТУ 6 -1- 318 — 78 и др.

9.9.3. При ручной формовке применяют керамические сетки. Керамические сетки представляют собой плоский стержень с отверстиями , выполненный из стержневой смеси (Рис. 79)

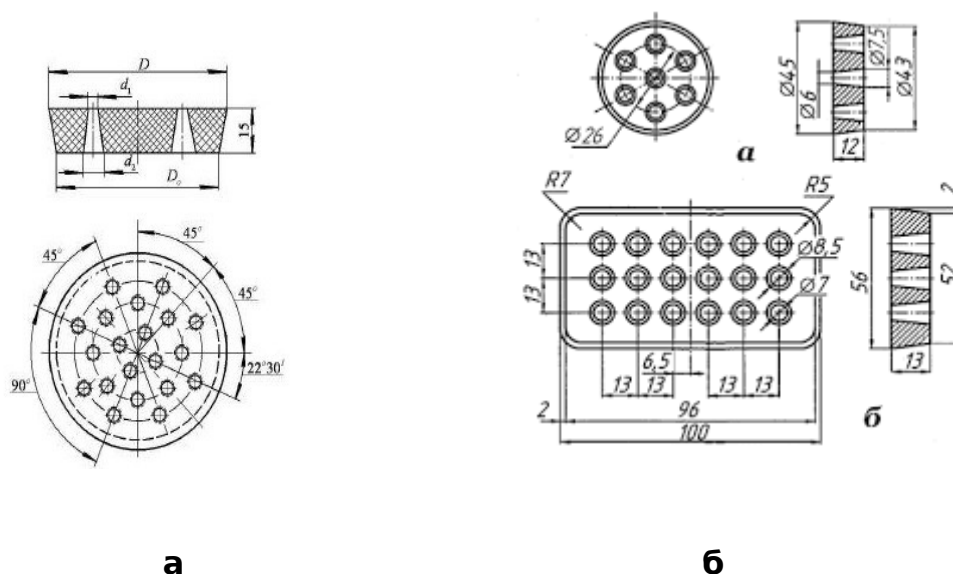


Рис. 79. Сетка литейная
а - круглая ; б - прямоугольная.

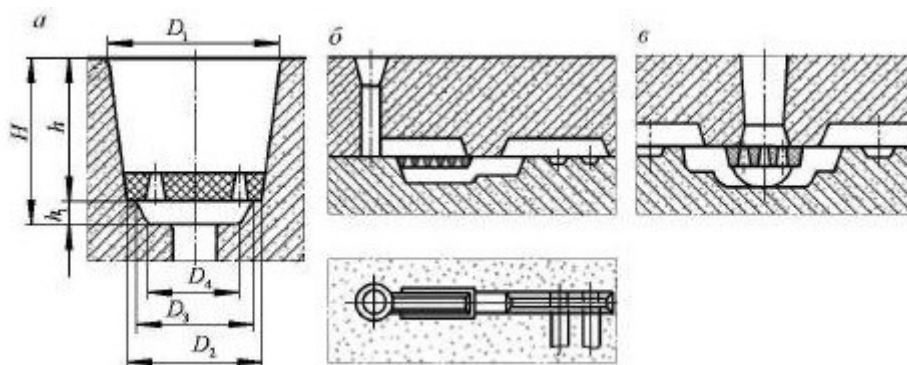


Рис. 80. Примеры установки фильтровальных сеток
а - в литниковой воронке ; б - в шлакоуловителе; в - у основания стояка.

Для легких сплавов применяют сетки из тонкого листового железа .

187

ГЛАВА 10. МОДЕЛЬНАЯ ОСНАСТКА

10.1. ХАРАКТЕРИСТИКА МОДЕЛЕЙ И СТЕРЖНЕВЫХ ЯЩИКОВ

Модельной оснасткой называют разнообразные приспособления и инструменты, используемые для изготовления литейной формы. К модельной оснастке относятся модельные комплекты, стержневые ящики, каркасы, элементы литниковой системы и др.

Модельный комплект - набор приспособлений для образования при формовке рабочей полости литейной формы. В модельный комплект входят литейная модель, стержневые ящики, модели литниковой системы, формовочные, контрольные и сборочные шаблоны для конкретной отливки.

При изготовлении форм и стержней из химически твердеющих смесей в состав модельного комплекта входят модельная плита, модель и стержневой ящик (ГОСТ 17819-84)

Модель литейная (ГОСТ 17819 -84) - это часть модельной оснастки для образования в литейной форме отпечатка, соответствующего конфигурации и размерам отливки.

В табл 162 приведена характеристика моделей и стержневых ящиков по основным признакам

Таблица 162. Характеристика моделей и стержневых ящиков по основным признакам

Признак классификации	Характеристика
Материал	Модели и ящики деревянные, металлические (

	из разных сплавов) пластмассовые, гипсовые, цементные
Способ изготовления литейной формы, стержня	Модели и ящики для ручной формовки, Модели и ящики для машинной формовки
Прочность	1-й класс прочности -для длительного использования; 2-й класс прочности -для мелкосерийного и единичного производства; 3-й класс прочности -для разового использования(от 1 до 10 съемов)
Сложность конфигурации	1-я группа - плоские простой конфигурации ; 2-я группа - тела вращения простой конфигурации ; 3 — я группа прямолинейные поверхности средней сложности ; 4 — я группа ложные много радиусные поверхности ; 5 — я группа особо сложные.
Конструктивное исполнение	Модели сплошные, пустотелые, скелетные, шаблоны

188 10.2.РАЗРАБОТКА ЛИТЕЙНО- МОДЕЛЬНЫХ УКАЗАНИЙ

Конструкция оснастки разрабатывается на основе чертежа литейной формы, который выполняется в соответствии с ГОСТ 3.1125-88, на котором указаны :

- плоскость разъема модели ;
- припуски на механическую обработку и усадку сплава ;
- литейные уклоны;
- контуры стержней, их знаки и фиксаторы с необходимыми уклонами и зазорами;
- направление набивки и плоскость разъема стержневого ящика, места вывода газов из формы и стержней;
- места установки жеребеек ;
- отъемные части модели ;
- холодильники, их размеры и количество ;
- усадочные ребра, стяжки, технологические приливы ;
- пробы для механических и других испытаний ;
- литниковая система, сечения ее элементов с указанием площади.

10.2.1. ВЫБОР ПЛОСКОСТИ РАЗЪЕМА ФОРМЫ

При выборе плоскости разъема необходимо соблюдать правила :

- наиболее целесообразно получать отливку в одной полуформе ; если это невозможно, следует большую часть отливки располагать в нижней полуформе ;
- расположение отливки должно обеспечивать ее одновременное или направленное затвердевание ;
- линия разъема модели не должна проходить по базовым поверхностям отливки ;
- разъем модели и формы должен обеспечивать применение минимального количества стержней и отъемных частей на модели ;
 - разъем модели должен обеспечивать удобную сборку формы и установку стержней.

Графическое изображение элементов литейных форм и отливок выполняют в соответствии с ГОСТ 3.1125-88.

Разъем модели и формы показывают отрезком или ломаной штрихпунктирной линией, заканчивающейся знаком X- X , над которой указывается буквенное обозначение МФ.

Направление разъема показывают сплошной основной линией, ограниченной стрелками и перпендикулярной к линии разъема МФ .

Направление разъема показывают сплошной основной линией, ограниченной стрелками и перпендикулярной к линии разъема .

Разъем формы и модели сложных отливок показывают на минимально необходимом числе изображений, достаточном для определения разъема.

189

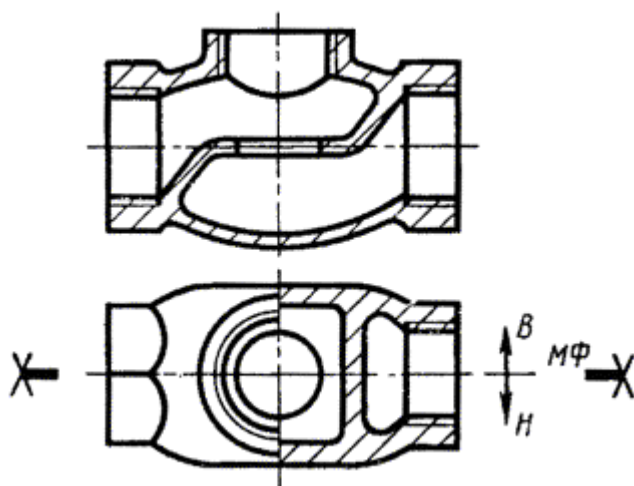


Рис.81

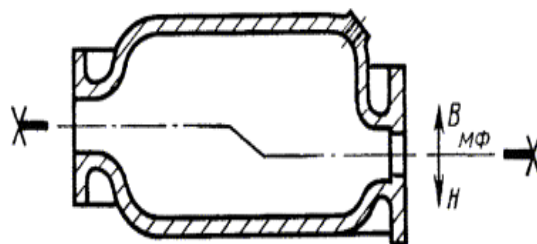


Рис.82

При применении неразъемных моделей указывают только разъем формы Φ .

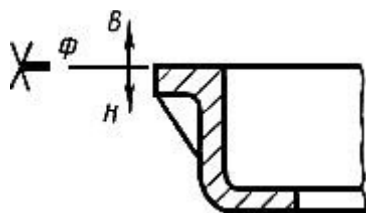


Рис.83

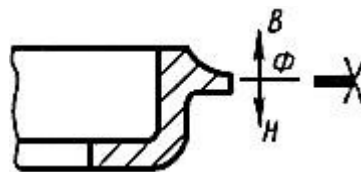


Рис.84

При нескольких разъемах модели и формы каждый разъем показывают отдельно.

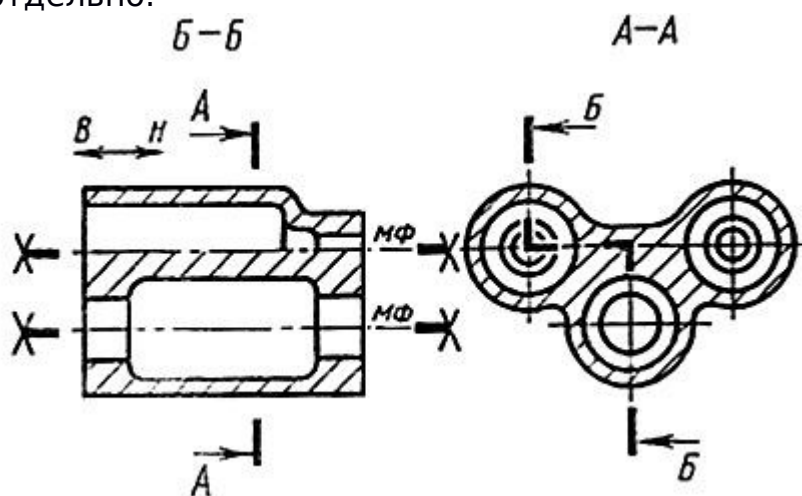


Рис.85

Положение отливок в форме при заливке обозначают буквами В (верх) и Н (низ). Буквы проставляют у стрелок, показывающих направление разъема формы (см. рис. 81-85).

190

Если отливка формуется в горизонтальном положении, а заливается в вертикальном, то буквенное обозначение верха и низа отливки у стрелок не ставится, а параллельно заливке проводится сплошная основная линия, ограниченная стрелками. У стрелок ставится буквенное обозначение верха и низа.

10.2.2. ПРИПУСКИ НА МЕХАНИЧЕСКУЮ ОБРАБОТКУ

Припуск на механическую обработку предусматривается только на обрабатываемых поверхностях и назначается с учетом общего допуска элемента поверхности, вида окончательной механической обработки и ряда припуска на отливку по ГОСТ 26645 -85. Порядок определения общего припуска на механическую обработку :

-определение степени точности поверхности в зависимости от

технологического процесса литья, заливаемого сплава и габаритного размера отливки (ГОСТ 26645-85) ;

-определение ряда припуска отливки в соответствии со степенью точности поверхности (ГОСТ 26645 -88);

-определение класса размерной точности отливки в зависимости от технологического процесса литья, габаритного размера отливки и сплава ;

-степень коробления элементов отливки в зависимости от типа формы (разовые или многократные), выбранной термообработки, а также в зависимости от отношения наименьшего размера элемента отливки к наибольшему (например, отношение толщины или высоты отливки к длине (ГОСТ 26645 — 88) ;

-допуск размеров отливки определяют по интервалу номинальных размеров и классу размерной точности отливки (ГОСТ 26645 — 88) ;

-допуск формы определяют по номинальному размеру нормируемого участка отливки и степени коробления элементов отливки (ГОСТ 26645 — 88) ;

-общий допуск элемента отливки определяют по допуску размеров отливки, допуску формы и расположению элемента поверхности отливки (ГОСТ 26645 — 88) ;

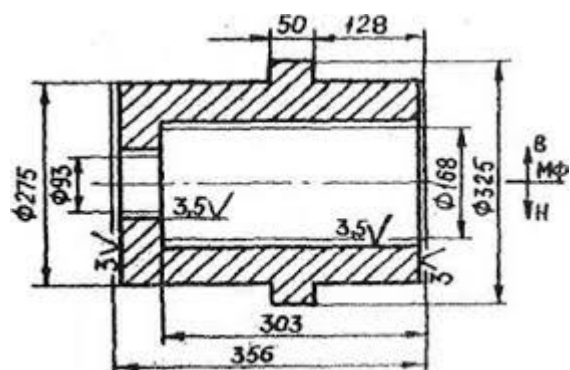
-общий припуск на сторону определяют по общему допуску, виду окончательной механической обработки и ряду припуска (ГОСТ 26645 — 88)

10.2.3 ПРИПУСКИ НА УСАДКУ

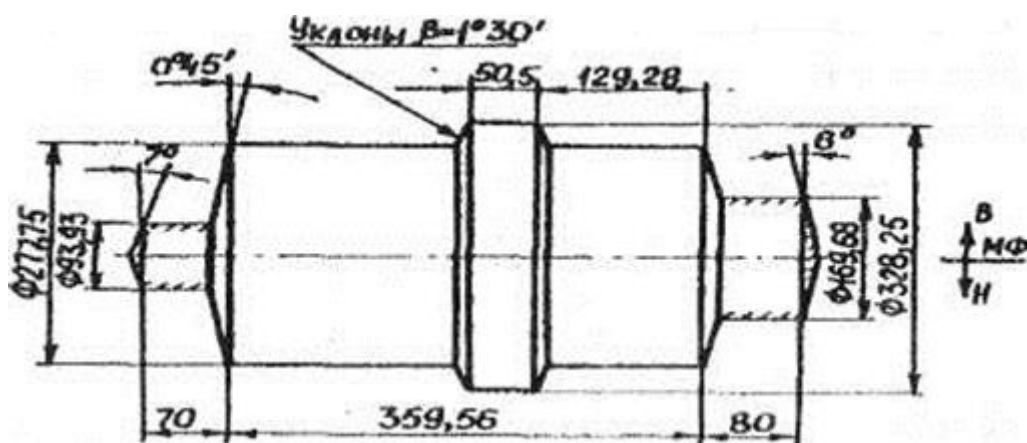
Припуск на усадку выбирается в зависимости от сплава отливки. Значения линейной усадки литейных сплавов приведены в табл 163. Для простых отливок выбирают большее значение линейной усадки, для сложных отливок со стержнями, имеющих затрудненную усадку - меньшее.

Таблица 163 Линейная усадка литейных сплавов

Сплавы	Линейная усадка, %	Сплавы	Линейная усадка, %
Серый чугун	1,0 - 1,3	Бронза оловянистая	1,4 -1,6
Белый чугун	1,6 -2,3	Бронза алюминиевая	1,5 -2,4
Ковкий перлитный чугун	1,2 - 2,0	Латунь кремнистая	1,6 -1,8
Ковкий ферритный чугун	1,0 - 1,2	Латунь цинковая	1,5 -2,2
Сталь углеродистая (0,14-0,75 % C)	1,5 -2,0	Магниевого сплавы	1,1-1,9
Сталь марганцевая (до 14 % Mn)	2,5 - 3,8	Алюминиевые сплавы	1,0- 2,0
Сталь хромоникелевая (25 % Cr, 20 % Ni)	1,8 -2,2	Силумины (8-14 % SiO ₂)	10- 1,2
		Цинковые сплавы	1,0 — 1,5



а)



б)

Рис. 86. Пример разработки технологического процесса с указанием

припусков и разъемов формы
а - отливка ; б - модель

Технологические формовочные уклоны выполняются на формообразующих поверхностях, расположенных перпендикулярно линии разреза, для облегчения извлечения модели из литейной формы.

При назначении уклонов руководствуются ГОСТ 3212 -92.

Формовочные уклоны в зависимости от требований предъявляемых к поверхности отливки, следует выполнять :

- 1) на обрабатываемых поверхностях отливки сверх сверх припуска на механическую обработку за счет увеличения размера отливки (рис. 87, а). Допускается выполнение уклонов за счет уменьшения припуска, но не более 30 % его значения;
- 2) на обрабатываемых поверхностях отливки, не сопрягаемых по контуру с другими деталями, за счет увеличения и уменьшения размеров отливки (Рис. 87, б) ;
- 3) на обрабатываемых поверхностях отливки, сопрягаемых по контуру с другими деталями за счет уменьшения (Рис. 87, в) или увеличения (Рис. 87, г) размеров отливки в зависимости от поверхностей сопряжения.

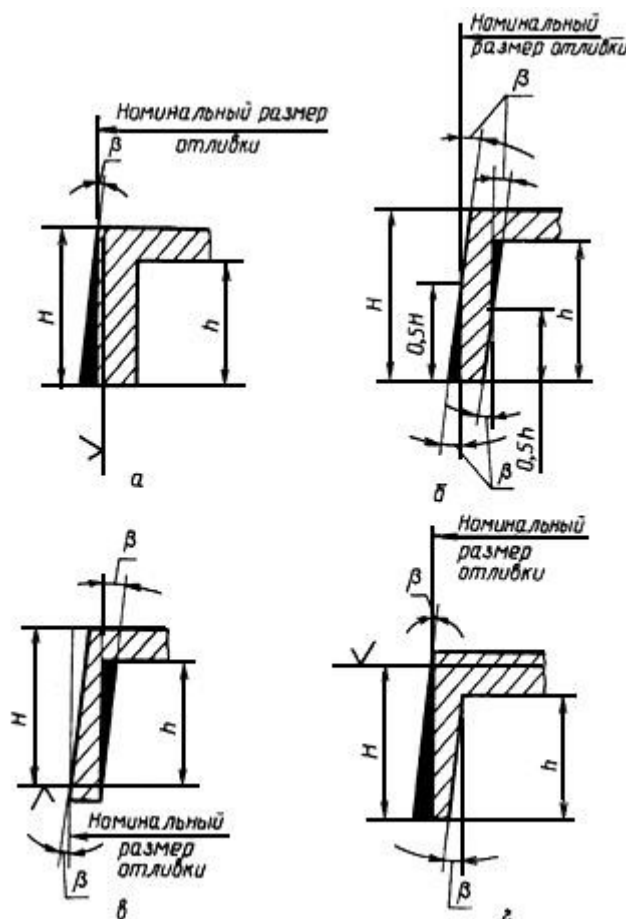


Рис. 87. Уклоны литейные

Значения формовочных уклонов формообразующих поверхностей модельного комплекта для песчано-глинистых смесей (ПГС) указаны в табл. 164.

Таблица 164. Формовочные уклоны модельных комплектов для песчано-глинистых смесей

Высота h, мм	Формовочный уклон β модельного комплекта			
	металлического, пластмассового		деревянного	
		мм		мм
До 10	2 °20'	0,40	2 °55'	0,50
Св. 10 до 16	1 °35'	0,45	1 °55'	0,55
Св. 16 до 25	1 °10'	0,50	1 °30'	0,65
Св. 25 до 40	50'	0,60	1 °05'	0,75
Св. 40 до 63	35'	0,65	45'	0,85
Св. 63 до 100	25'	0,75	35'	1,00
Св. 100 до 160	20'	0,95	25'	1,0
Св. 160 до 250		1,45	25'	1,85
Св. 250 до 400		2,30	20'	2,30
Св. 400 до 630		3,65		3,65
Св. 630 до 1000		5,80		5,80
Св. 1000 до 1600		9,30		9,30
Св. 1600 до 2500		14,50		14,50

Значения формовочных уклонов формообразующих поверхностей модельных комплектов, предназначенных для форм, твердеющих в контакте с оснасткой (жидкотвердеющие самотвердеющие смеси ЖСС, холоднотвердеющие смеси ХТС, жижкостекольные пластичные самотвердеющие смеси ПСС) и оболочковых форм приведены в табл. 165.

Таблица 165. Формовочные уклоны для модельных комплектов при формовке из самотвердеющих смесей

Высота h, мм	Формовочный уклон β модельного комплекта					
	деревянного		металлического, пластмассового		для оболочковой формы	
		мм		мм		мм
До 10	4 °00'	0,70	3 °30'	0,60	1 °45'	0,30
Св. 10 до 16	2 °50'	0,80	2 °35'	0,70	1 °15'	0,35
Св. 16 до 25	2 °20''	1,00	1 °55'	0,85	60'	0,45
Св. 25 до 40	1 °30'	1,05	1 °20'	0,95	40'	0,50
Св. 40 до 63	1		55'	1,00	30'	

	°05'	1,20				0,55
Св. 63 до 100	45'	1,30	40'	1,20	25'	0,75
Св. 100 до 160	35'	1,65	30'	1,40	20'	0,95
Св. 160 до 250		2,55		2,20	15'	1,10
Св. 250 до 400		4,10		3,50		
Св. 400 до 630		6,45		4,60		
Св. 630 до 1000	30'	8,70	25'	7,30		
Св. 1000 до 1600		13,95				
Св. 1600 до 2500		21,75				

Примечания :

1. Значения формовочного уклона в линейных размерах даны для максимального размера h .
 2. В случае, если ширина углубления модели или расстояние между моделями d больше высоты h (Рис. 87) значение формовочного уклона следует увеличить в два раза по сравнению со значениями, указанными в табл. 165.
 3. Если ширина углубления модели d меньше чем h , его можно выполнять стержнем без уклонов.
- Значения формовочных уклонов для литья по выплавляемым моделям приведены в табл. 166.

Таблица 166. Уклоны для литья по выплавляемым моделям

Высота модели, мм	Формовочный уклон β			
	для наружных поверхностей		для внутренних поверхностей	
		мм		мм
До 10	30'	0,08	1 °30'	0,26
Св. 10 до 16	20'	0,09	1 °00'	0,28
Св. 16 до 25	15'	0,10	45'	0,33
Св. 25 до 40		0,16		0,52
Св. 40 до 63	10'	0,18	30'	0,55
Св. 63 до 100		0,29		0,57

Примечание : При изготовлении моделей в ручных пресс-формах значения формовочных уклонов могут быть увеличены в 1,5 раза.

Примеры выполнения формовочных уклонов приведены на рис. 88.

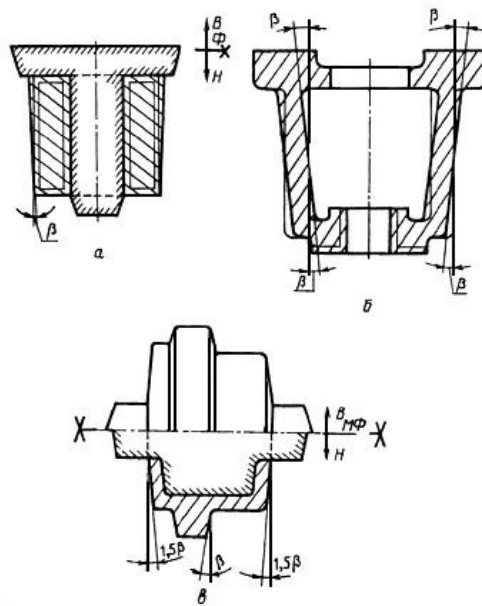


Рис.88. Примеры выполнения формовочных уклонов
195

10..2.5. СТЕРЖНЕВЫЕ ЗНАКИ (ГОСТ 3212 -92)

В зависимости от положения стержня при сборке литейной формы стержневые знаки подразделяются на горизонтальные (Рис. 89, а) и вертикальные (Рис. 89, б)

Длина горизонтальных знаков должна соответствовать указанным :

при формовке «по сырому» - в табл. 167;

при формовке «по сухому » - в табл. 168;

для форм, твердеющих в контакте с оснасткой - в табл. 169.

Длина горизонтальных знаков, при выполнении в них элементов литниковой системы, может быть увеличена по сравнению со значениями, указанными в табл. 167-169 в зависимости от ее конструкции.

При количестве знаков более двух, их длина может быть уменьшена на 30 — 50 % по сравнению с указанными в табл. 167 -169. Аналогично назначается длина грибообразного стержня (Рис. 90).

Длина знака консольного стержня может быть увеличена до длины выступающей части (Рис. 91).

Высоту нижних вертикальных знаков для всех видов смесей назначают в соответствии с табл. 170.

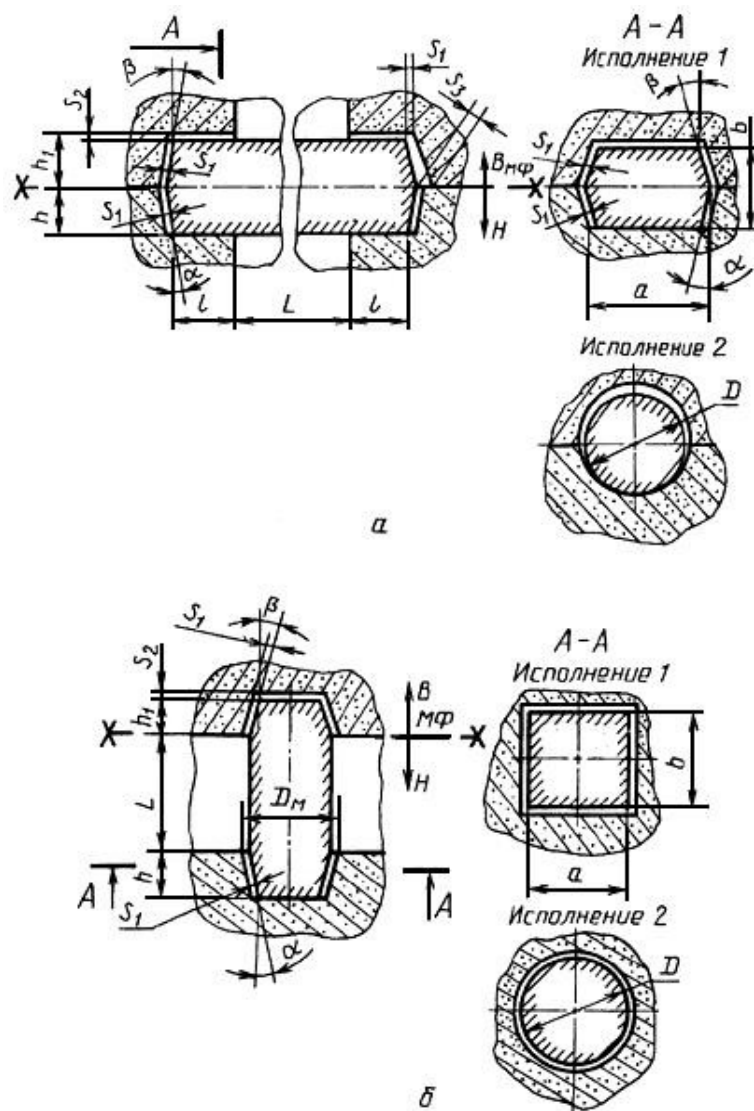


Рис. 89. Знаки стержневые: а - горизонтальные; б - вертикальные. 196

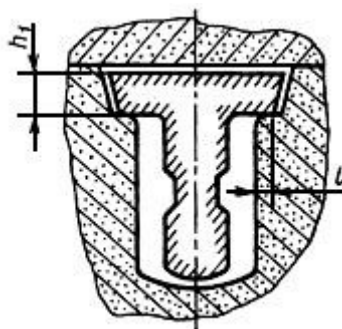


Рис. 90. Знак грибообразного стержня

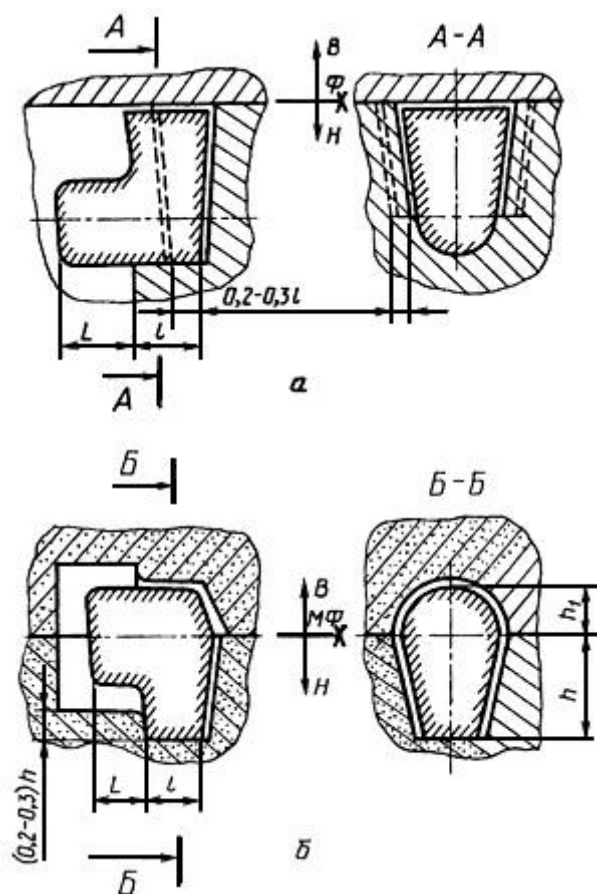


Рис. 91. Знаки консольного стержня

197

Таблица 167. Длина горизонтальных знаков при формовке «по сырому»

$\frac{a + b}{2}$ или D	Длина знака l , не более, при длине стержня L , мм									
	До 40	Св. 40 до 63	Св. 63 до 100	Св. 100 до 160	Св. 160 до 250	Св. 250 до 400	Св. 400 до 630	Св. 630 до 1000	Св. 1000 до 1600	Св. 1600 до 2500
До 25	20	25	30	35	-	-	-	-	-	-
Св. 25 до 40					45	50				
Св. 40 до 63				40	50	60	75	95		
Св. 63 до 100				45	55	65	85	105		
Св. 100 до 160	35	40		50	60	75	95	115	130	

Св. 160 до 250			40		65	80	100	125	145	
Св. 250 до 400	40		45	60	75	85	110	140	160	180
Св. 400 до 630				65	85	100	130	160	180	220
Св. 630 до 1000	-	-	-	-	-	115	150	180	210	260
Св. 1000 до 1600						-	-	200	245	300

Таблица 168. Длина горизонтальных знаков при формовке «по сухому»

а + b ----- 2 или D	Длина знака /, не более, при длине стержня L, мм											
	До 40	Св. 40 до 63	Св. 63 до 100	Св. 100 до 160	Св. 160 до 250	Св. 250 до 400	Св. 400 до 630	Св. 630 до 1000	Св. 1000 до 1600	Св. 1600 до 2500	Св. 2500 до 4000	Св. 4000
До 25	15	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Св. 25 до 40	20	25	30	35	40	50	65	75	90	110	120	130
Св. 40 до 63												
Св. 63 до 100	25	30	35	40	45	55	65	75	90	110	120	130
Св. 100 до 160												
Св. 160 до 250	30	35	40	50	55	60	70	75	90	110	120	130
Св. 250 до 400	35	40	45									
Св. 400 до 630	-	45	50	55	60	65	75	90	110	120	130	
Св. 630 до 1000		-	55	60	65	70	80	100	130	150	160	170
Св. 1000 до 1600			-	65	70	80	90	120	150	180	200	220
Св. 1600 до 2500				-	75	90	100	130	170	210	240	270
Св. 2500 до 4000					-	95	120	145	180	220	250	300
Св. 4000						-	125	150	190	230	270	320

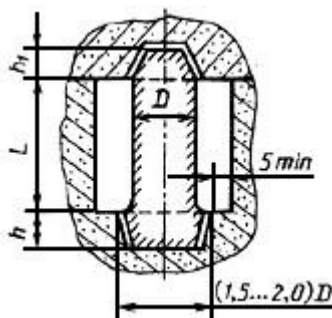
Таблица 169. Длина горизонтальных знаков для форм, твердеющих в контакте с

оснасткой

а + b	Длина знака /, не более, при длине стержня L,
-------	---

----- или $\frac{2}{D}$	мм											
	До 40	Св. 40 до 63	Св. 63 до 100	Св. 100 до 160	Св. 160 до 250	Св. 250 до 400	Св. 400 до 630	Св. 630 до 1000	Св. 1000 до 1600	Св. 1600 до 2500	Св. 2500 до 4000	Св. 4000
До 25	10	15	20	25	-	-	-	-	-	-	-	-
Св. 25 до 40					30	35						
Св. 40 до 63							40					
Св. 63 до 100	15	20	30	30	35	40	45	50				
Св. 100 до 160												
Св. 160 до 250	20	25		35	40	45	50	55				
Св. 250 до 400	25	30	35	40	45	50	55	60	70			
Св. 400 до 630	-	-	40	45	50	55	60	70	90	100	120	
Св. 630 до 1000						60	65	80	105	130	145	160
Св. 1000 до 1600					55	65	75	90	110	150	165	185
Св. 1600 до 2500				50	60	70	80	95	135	165	185	205
Св. 2500 до 4000				-	-	75	85	105	140	180	210	230
Св. 4000						-	95	110				-

При соотношении $L / D > 5$ или $(2L / (a + h)) > 5$ нижний знак рекомендуется выполнять в соответствии с рис 92.



Высота нижних вертикальных знаков для всех видов смесей приведена в табл. 170.

Таблица 170. Высота нижних вертикальных знаков

а + b ----- ----- 2 или D	Длина знака /, не более, при длине стержня L, мм										
	До 40	Св. 40 до 63	Св. 63 до 100	Св. 100 до 160	Св. 160 до 250	Св. 250 до 400	Св. 400 до 630	Св. 630 до 1000	Св. 1000 до 1600	Св. 1600 до 2500	Св. 2500
До 25	20	30	30	30	-	-	-	-	-	-	-
Св. 25 до 40					50	60					
Св. 40 до 63	25	35	35	35	40		80	110	130		
Св. 63 до 100						50					
Св. 100 до 160	30				40		70	100	130		
Св. 160 до 250										180	
Св. 250 до 400					40	40	60	80	120	180	190
Св. 400 до 630	40	40	40	40	40	40	50		120	170	180
Св. 630 до 1000	50	50	50	50	50	50	50	70	110	150	160
Св. 1000 до 1600	70	70	70	70	70	70	70	70	100	130	140
Св. 1600 до 2500	100	100	100	100	100	100	100	100	100	110	120
Св. 2500	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110

В случае применения холодильников, расположенных в зоне нижних знаков допускается увеличение высоты знаков на толщину холодильника.

Высоту верхнего вертикального знака следует принимать не менее 0,5 от высоты нижнего знака.

При отсутствии верхнего вертикального знака высоту нижнего знака допускается увеличивать до 50 % по сравнению с указанными в табл. 170. Высоту верхнего знака грибообразного стержня (Рис. 90) при отсутствии нижнего следует назначать по табл. 170.

Уклоны на знаковых поверхностях (Рис. 84) приведены в табл. 171.

Таблица 171. Уклоны знаковых поверхностей (ГОСТ 3212 -92)

Высота знака h или $h1$	Уклон знаков					
	Модельного комплекта				Модели	
	для низа α		для верха		$\alpha1$	
		мм		мм		мм
До 40	10 °00'	4,5	15 °00'	8,2	4 °00'	2,0
Св. 40 до 63	7 °00'	5,5	10 °00'	9,0	3 °00'	2,5
Св. 63 до 100	6 °00'	8,5	8 °00'	11,7	2 °00'	2,7
Св. 100 до 160	5 °00'	11,5	6 °00'	16,0	1 °00'	3,2
Св. 160 до 250	5 °00'	14,0	6 °00'	19,0	45'	3,6
Св. 250 до 400	5 °00'	17,0	6 °00'	23,0	-	-
Св. 400 до 630	4 °00'	21,0	5 °00'	27,5	-	-
Св. 630 до 1000	3 °00'	25,0	4 °00'	32,2	-	-
Св. 1000	2 °30'	-	3 °00'	-	-	-

При определении технологических зазоров $S1$, $S2$ и $S3$ между знаками формы и стержня необходимо учитывать класс точности модельного комплекта, материал, из которого он изготовлен, габарит стержня и вид формовки.

Таблица 171. Значения технологических зазоров $S1$ и $S2$ для модельных комплектов 1- 3 классов точности, изготовленных из металла или пластмассы

Высота знака h или $h1$	Зазор $S1$ ($S2$) при длине стержня, мм											
	До 40	Св. 40 до 63	Св. 63 до 100	Св. 100 до 160	Св. 160 до 250	Св. 250 до 400	Св. 400 до 630	Св. 630 до 1000	Св. 1000 до 1600	Св. 1600 до 2500	Св. 2500 до 4000	Св. 4000
До 25	0,2		0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,2	1,6	2,0	
Св. 25 до 40	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,7	0,8	1,0	1,5	1,7	2,1	
Св. 40 до 63												
Св. 63 до 100												
Св. 100 до		0,4		0,5		0,6		1,1		1,8	2,2	

160												
Св. 160 до 250	0,4	0,5			0,6	0,7	0,8	0,9		1,6		
Св. 250 до 400				0,6								
Св. 400 до 630	0,5	0,6		0,7			0,9	1,0	1,2	1,7	2,0	2,3
Св. 630 до 1000						0,8						2,4
Св. 1000 до 1600	0,6	0,7		0,8		0,9	1,0	1,1	1,3	1,8	2,1	2,5
Св. 1600 до 2500	0,8		0,9		1,0	1,2	1,2	1,4	1,5	2,0	2,2	2,6
Св. 2500 до 4000	1,2		1,2				1,4	1,5	1,6	2,0	2,4	2,8
Св. 4000			1,3		1,4		1,6	1,6	1,8	2,2	2,6	3,0
	(0,3)	-0.4	(0,5)	(0,6)		(0,8)	(1,0)	1,4)	(2,0)	(2,6)	(3,3)	

201

Таблица 172. Значения технологических зазоров S1 и S2 для модельных комплектов 7 -9 классов точности, изготовленных из металла или пластмассы и 1-3 классов точности , изготавливаемого из дерева

Высота знака h или $h1$	Зазор S1 (S2) при длине стержня, мм											
	До 40	Св. 40 до 63	Св. 63 до 100	Св. 100 до 160	Св. 160 до 250	Св. 250 до 400	Св. 400 до 630	Св. 630 до 1000	Св. 1000 до 1600	Св. 1600 до 2500	Св. 2500 до 4000	Св. 4000
До 25	0,3	0,4		0,5	0,6	0,7		1,1	1,4	1,9	2,7	3,3
Св. 25 до 40	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	1,3	1,6	2,2		
Св. 40 до 63	0,5	0,6		0,7	0,8	0,9					3,0	3,5
Св. 63 до 100												
Св. 100 до 160			0,7			1,0	1,0					
Св. 160 до	0,6	0,7		0,8					1,7			

250					0,9			1,4				
Св. 250 до 400			0,8				1,1		1,8	2,3	3,2	3,7
Св. 400 до 630	0,7	0,8		0,9	1,0	1,1	1,2			2,4	3,3	
Св. 630 до 1000	0,8	0,9		1,0	1,1	1,2	1,3	1,6	1,9	2,5		4,0
Св. 1000 до 1600	0,9	1,0				1,3	1,5	1,7	2,1	2,8	3,5	
Св. 1600 до 2500	1,2	1,4	1,5		1,6	1,7	1,9	2,3	3,0	3,8	4,5	
Св. 2500 до 4000	1,5	1,7			2,0	2,3	2,0	2,5	3,2			
Св. 4000	1,8	2,0			2,3	2,5	2,7	3,0	3,8	4,0	5,0	
	(0,5)	(0,6)	(0,7)	(0,8)	(0,9)	(1,0)	(1,3)	(1,7)	(2,3)	(3,2)	(4,3)	(5,2)

Таблица 173. Значения технологических зазоров S1 и S2 для модельных комплектов 4- 6 классов точности, изготовляемого из дерева

Высота знака h или $h1$	Зазор S1 (S2) при длине стержня, мм											
	До 40	Св. 40 до 63	Св. 63 до 100	Св. 100 до 160	Св. 160 до 250	Св. 250 до 400	Св. 400 до 630	Св. 630 до 1000	Св. 1000 до 1600	Св. 1600 до 2500	Св. 2500 до 4000	Св. 4000
До 25	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,3	1,7	2,3	3,3	4,3	5,2
Св. 25 до 40	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,6	1,9	2,5		4,5	5,5
Св. 40 до 63	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2			2,0	2,6	3,5	4,6	
Св. 63 до 100						1,5	1,7					5,6
Св. 100 до 160	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3			2,1	2,7	3,8	4,7	
Св. 160 до 250	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,8	2,3	2,9	3,9		5,7
Св. 250 до 400	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5		1,9				4,8	5,8
Св. 400 до 630	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	2,0	2,4	3,0	4,0	5,0	5,9
Св. 630 до 1000	1,4		1,6	1,7	1,8	1,9	2,2	2,6		4,1	5,2	6,0
Св. 1000 до 1600	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2	2,5	2,8	3,8	4,3	5,4	6,4
Св. 1600 до		2,2	2,3	2,5	2,6	3,0	3,2			4,8	6,0	6,8

2500	2,1											
Св. 2500 до 4000	2,5		2,7		3,0		3,2	3,8	4,4	5,3		7,5
Св. 4000	3,0		3,3		3,5	3,6	4,0	4,4	4,8	5,8	6,4	8,0
	(0,8)	(0,9)	(1,1)	(1,2)	(1,4)	(1,7)	(2,1)	(2,7)	(3,6)	(5,8)	(6,7)	(8,2)

Таблица 174. Значения технологических зазоров S1 и S2 для модельных комплектов 7- 9 классов точности, изготавливаемого из дерева

Высота знака h или $h1$	Зазор S1 (S2) при длине стержня, мм											
	До 40	Св. 40 до 63	Св. 63 до 100	Св. 100 до 160	Св. 160 до 250	Св. 250 до 400	Св. 400 до 630	Св. 630 до 1000	Св. 1000 до 1600	Св. 1600 до 2500	Св. 2500 до 4000	Св. 4000
До 25	0,8	0,9	1,1	1,2	1,4	1,7	2,1	2,7	3,5	5,0	6,5	8,0
Св. 25 до 40	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	2,1	2,5	3,0	4,0		7,3	8,5
Св. 40 до 63	1,3	1,4	1,6	1,7	1,9	2,2	2,6			5,7		8,7
Св. 63 до 100		1,5		1,8	2,0					6,2		
Св. 100 до 160	1,4	1,6	1,7	1,9	2,1	2,3	2,7	3,1				
Св. 160 до 250	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,8	3,4	4,3	5,8	7,5	
Св. 250 до 400	1,7	1,8	2,0	2,1	2,3	2,6	3,0		4,4	5,9	7,6	9,0
Св. 400 до 630	1,9	2,0	2,2	2,3	2,5	2,7	3,2	3,6	4,6	6,1	7,8	9,3
Св. 630 до 1000	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	3,0	3,4	3,8	4,8	6,3	8,0	9,4
Св. 1000 до 1600	2,4	2,5	2,8	3,3		3,8		4,3	5,3	6,8	8,5	9,5
Св. 1600 до 2500	3,3	3,4	3,5	3,7	3,9	4,2	4,5	5,1	6,0	7,5	9,2	10,6
Св. 2500 до 4000	4,0		4,5		5,0	5,5	5,7	6,8	8,3		10,0	11,5
Св. 4000		5,0		5,5	5,7	6,0	6,8	7,5	9,0		10,5	12,0
	(1,2)	(1,5)	(1,7)	(2,0)	(2,3)	(2,7)	(3,3)	(4,3)	(5,7)	(8,1)	(10,5)	(13,0)

Значение зазоров S_3 между знаками формы и стержня следует принимать равным $1,5 S_1$.

С целью предупреждения попадания жидкого металла в вентиляционные каналы стержня следует выполнять на верхнем знаке (при вертикальном расположении его) углубление для получения в сырой форме обжимного кольца на горизонтальном знаке (Рис. 93, а, б).

Для предупреждения скопления частиц смеси в форме при возможном задиरे ее стержнем на нижнем вертикальном и горизонтальном знаках следует выполнять канавки или фаски (Рис. 93, а, б). Для сырой формы необходимо на горизонтальном знаке выполнять противообжимной пояс (Рис. 88, б). Размеры этих конструктивных элементов даны в табл. 175.

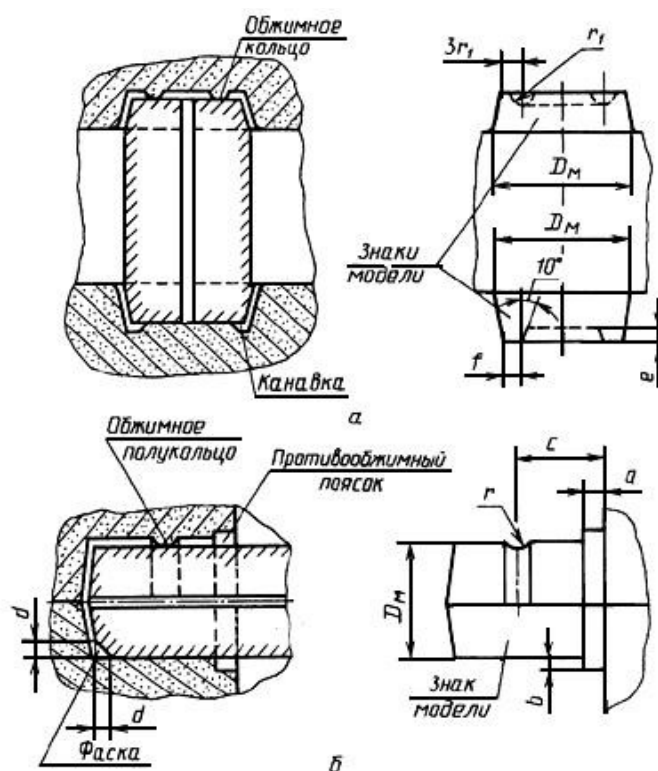


Рис 93. Конструктивные элементы знаков

а — модель, имеющая знаки с обжимным кольцом и канавку ; б — модель, имеющая знаки с противообжимным пояском и фаской.

Таблица 175. Размеры конструктивных элементов знаков Рис. 88 а, б)

Диаметр знака, мм	Горизонтальный знак, мм					Вертикальный знак, мм		
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>r</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>r1</i>
Св. 40 до 63	5	0,5	-					
Св. 63 до 100		1,0	15,0	2,0	10,0	2,0	3,0	2,0
Св. 100 до 250	8	1,5	20,0	3,0	15,0	3,0	4,0	3,0
Св. 250 до 400	10		25,0	5,0		4,0	5,0	5,0
Св. 400	12	2,0	40,0	20,0		5,0	6,0	5,0

При изготовлении модели из одного материала, а стержневых ящиков из другого, значения зазоров следует принимать по наибольшим допускам материала.

204

10.2.6. КЛАССЫ ТОЧНОСТИ И ДОПУСКИ РАЗМЕРОВ МОДЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКТОВ

Стандарт устанавливает девять классов точности для модельных комплектов. Класс точности модельного комплекта определяют в зависимости от требуемого класса точности отливок по табл. 176..
Таблица 176. Класс точности модельных комплектов в зависимости от

требуемого класса точности отливок (ГОСТ 3212

-92)

Класс точности отливок по ГОСТ 26645-88	Класс точности модельного комплекта
4, 5т	1
5, 6	2
7, 7т	3
8, 9т	4
9, 10	5
11, 11т	6
12, 13т	7
13,14	8
15, 16	9

Допуски размеров модельных комплектов приведены в табл. 177.

Таблица 177. Допуски размеров модельных комплектов

Интервал номинальных размеров	Допуск размеров модельных комплектов для классов точности, мм								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
До 10	0,04	0,07	0,11	0,18	0,28	0,44	0,72	1,00	-
Св. 10 до 16	0,05	0,08	0,13	0,20	0,32	0,50	0,80	1,26	-
Св. 16 до 25	0,06	0,09	0,14	0,22	0,36	0,56	0,90	1,44	2,20
Св. 25 до 40	0,06	0,10	0,16	0,25	0,40	0,64	1,00	1,60	2,50
Св. 40 до 63	0,07	0,11	0,18	0,28	0,44	0,72	1,14	1,80	2,80
Св. 63 до 100	0,08	0,13	0,20	0,32	0,50	0,80	1,26	2,00	3,20
Св. 100 до 160	0,09	0,14	0,22	0,36	0,56	0,90	1,44	2,20	3,60
Св. 160 до 250	0,10	0,16	0,25	0,40	0,64	1,00	1,60	2,50	4,00

Св. 250 до 400	0,11	0,18	0,28	0,44	0,72	1,14	1,80	2,80	4,40
Св. 400 до 630	0,13	0,20	0,32	0,50	0,80	1,26	2,00	3,20	5,00
Св. 630 до 1000	0,16	0,22	0,36	0,56	0,90	1,44	2,20	3,60	5,60
Св. 1000 до 1600	-	0,28	0,40	0,64	1,00	1,60	2,50	4,00	6,40
Св. 1600 до 2500	-	-	0,44	0,72	1,14	1,80	2,80	4,40	7,20
Св. 2500 до 4000	-	-	0,64	0,80	1,26	2,00	3,20	5,00	8,00
Св. 4000 до 6300	-	-	-	1,00	1,44	2,20	3,60	5,60	9,00
Св. 6300 до 10000	-	-	-	-	1,80	2,80	4,40	7,20	11,40
Св. 10000	-	-	-	-	2,40	3,60	5,60	9,00	14,40

Пример условного обозначения точности модельного комплекта (МК) :

а) металлического для отливок 9, 10 класса : *Точность МК 5- металл ГОСТ 3212-92 ;*

б) деревянного для отливки 13, 14 класса : *Точность МК5 — дерево ГОСТ 3212 -92.*

10.3 .КОМПЛЕКТЫ МОДЕЛЬНЫЕ ДЕРЕВЯННЫЕ

Модельные комплекты деревянные в зависимости от группы сложности , вида производства и периодичности использования изготавливают трех классов прочности :

1-й класс - для серийного производства отливок при непрерывном использовании модельных комплектов; количество съёмов для отливок с габаритным размером до

1500 мм - от 100 до 1000, для отливок с габаритным размером более

1500 мм - от 50 до 250;

2-й класс - то же при периодическом использовании модельных комплектов и единичное производство отливок 4 — 6 групп сложности ; количество съёмов для отливок с габаритным

размером до 1500 мм - от 50 до 400, для отливок с габаритным размером более 1500 мм - от 10 до 50;

3-й класс — для единичного производства отливок 1 — 3 групп

сложности ; количество съёмов для отливок с габаритным размером до 1500 мм - от 10 до 100, для отливок с

габаритным размером более 1500 мм - от 5 до 10;

Характеристика отливок по группам сложности приведена в табл. 178(ГОСТ 13354-91)

Таблица 178. Характеристика отливок по группам сложности (ГОСТ

Группа сложности	Основные признаки сложности отливок
1	Плоские, цилиндрические, полусферические. Наружные поверхности с наличием невысоких ребер, бобышек, выступов, углублений, литых отверстий Внутренние полости отсутствуют
2	Плоские, цилиндрические, полусферические, открытой коробчатой формы. Наружные поверхности прямолинейные и криволинейные с ребрами, бобышками, выступами, углублениями, литыми отверстиями. Внутренние полости с прямолинейными поверхностями со свободным широким выходом наружу.
3	Цилиндрические, сферические, открытой коробчатой формы. Наружные поверхности прямолинейные и криволинейные с ребрами, бобышками, выступами, углублениями, литыми отверстиями. Внутренние полости с прямолинейными поверхностями со свободным широким выходом наружу.
4	Цилиндрические, сферические, открытой и закрытой коробчатой формы. Наружные поверхности прямолинейные и криволинейные с ребрами, бобышками, выступами, углублениями, литыми отверстиями. Внутренние полости средней сложности с прямолинейными и криволинейными поверхностями, со свободным и затрудненным выходом внутренних полостей наружу.; односторонние литые направляющие.
5	Цилиндрические, сферические, закрытой коробчатой формы или комбинированные. Наружные поверхности прямолинейные и криволинейные с примыкающими патрубками, фланцами, ребрами, Внутренние полости сложной конфигурации с пересекающимися прямолинейными и криволинейными поверхностями, с наличием ленточных и кольцевых каналов, со свободным и затрудненным выходом внутренних полостей наружу.; литые направляющие с двух сторон.
6	Цилиндрической, закрытой коробчатой формы. Наружные поверхности образуются сопряжением прямолинейных и криволинейных поверхностей с переходами, тонкими ребрами, выступами, углублениями. Внутренние полости особо сложной конфигурации с криволинейными поверхностями, с наличием ленточных и кольцевых каналов, расположенных в два и более яруса, с затрудненным выходом внутренних полостей наружу.

Таблица 179. Технические требования к технологическому процессу

изготовления

деревянных моделей (ГОСТ 13354-91)

Последовательность выполнения операций	Требования к модельному комплекту по классам прочности		
	1	2	3
1.Выбор пиломатериалов	Лиственные(ясень, бук и др. твердые породы) по ГОСТ 2695, сосна, ель по ГОСТ 8486 1-го и 2-го сортов Для быстроизнашивающихся частей -твердые лиственные породы по ГОСТ 26958, ДСП марок Б и В по по ГОСТ 13913		Те же породы древесины, что для 1,2 классов прочности. Допускается 3 сорт
2. Сушка пиломатериалов и выдержка после сушки	Содержание влаги в пиломатериалах после сушки — не более 12%. Атмосферная сушка лиственных пород по ГОСТ 7319, хвойных — по ГОСТ 3808.1. Сушка в камерах периодического действия по ГОСТ 19773. Выдержка пиломатериалов после сушки в цехе(участке)		
	5 суток, не менее		3 суток , не менее
3. Склеивание древесных материалов	Ширина склеиваемых продольных поверхностей(пласти), мм, не более		
	110	130	150
	При склеивании заготовок по кромкам годичные кольца досок должны быть направлены в противоположные стороны, а при склеивании в пласти - в одну. Для склеивания заготовок (деталей, элементов и узлов) модельного комплекта следует применять поливинилацетатную дисперсию (ГОСТ 18992), казеиновый клей (ГОСТ 3056), костный клей (ГОСТ 2067) и другие материалы, обеспечивающие предел прочности на скалывание склеиваемых частей не менее 78 Мпа (80 кг/ см ²). Точная пригонка склеиваемых поверхностей.		
Сборка заготовок 4.1.Коробчатые	В шип на клею, встык нагелями на клею с дополнительными креплениями шурупами, нагелями и гвоздями		Встык нагелями на клею с дополнительным креплением шурупами и гвоздями. Соединение в шип при необходимости
	Дополнительное упрочнение глухих углов коробок стержневых ящиков допускается производить стяжными болтами. Углы заготовок необходимо упрочнять брусками и шпонками, шипы - расклинивать.		
4.2 . Рамные	Переклейка не менее трех слоев с дополни-		Из брусьев в шип или внахлестку

	тельными креплениями узлов нагелями, шурупами и гвоздями				на клею с дополнительным креплением углов гвоздями	
	Дополнительно упрочнять глухие углы коробок стержневых ящиков следует стяжными болтами.					
	Расстояние между внутренними перегородками в коробчатых и рамных заготовках, мм, не более					
	600				900	
4.3 .Кольцевые и дисковые	Склейка послойно (не менее трех слоев) из косяков, сегментов и секторов с дополнительными креплениями нагелями и гвоздями.					
5. Сборка каркасов моделей и стержневых ящиков из заготовок	Соединение отдельных коробок и рам, мест установки подъемов и цапф при помощи дополнительного упрочнения каркаса брусками, стойками с применением металлических подкладок, прокладок, стяжек. Крепление рамок между собой и по углам каркасов стержневых ящиков болтами с предварительной посадкой на клей. Расстояние между внутренними рамками — перегородками, мм, не более:					
	600				900	
6.Обшивка формо-образующих поверхностей модельных комплектов, не подлежащих покрытию металлом, пластиком и другими материалами	На вертикальных поверхностях направление волокон древесины должно совпадать с направлением извлечения модели из формы. На формообразующей стороне модели шляпки гвоздей, головки шурупов должны быть утоплены. Пространство над головками шурупов следует зашпатлевать или заделать деревянными пробками на клею.					
	Наибольшая ширина заготовок, мм					
	прямо-линейных	круглых	прямо-линейных	круглых	прямо-линейных	круглых
	110	100	130	110	150	100
	Толщина заготовок, мм , не менее:					
	40				32	
7.Сборка моделей и стержневых ящиков из составных неотъемных частей	Крепление с каркасом модели (стержневого ящика) нагелями на клею, болтами, шурупами и гвоздями с предварительной посадкой на клей. На стенках стержневого ящика должны быть установлены бруски жесткости против коробления с шагом 400-500 мм.					
7.1. Крупные выступающие части (знаки,						

патрубки, фланцы, приливы и др.)		
7.2.Мелкие формо- образующие части (ребра, бобышки, платики и др.)	Крепление нагелями на клею, болтами, шурупами с предварительной посадкой на клею	Крепление гвоздями с предварительной по-садкой на клею
8.Изготовление и фиксирование отъемных частей	Твердые породы дерева, металл, пластмасса, древесный слоистый пластик. Цилиндрические или прямоугольные углубления превышающие ширину или диаметр , следует выполнять отъемными частями. В модельных комплектах отъемные части должны тщательно пригоняться, фиксироваться, легко выниматься и иметь зазор: - в крупных и средних моделях и стержневых ящиках - 1,0 мм (средние стержневые ящики размером от 500 до 1500 мм, крупные - свыше 1500 мм); - в мелких (размером до 500 мм) - зазор не более 0,5 мм.	Древесина любой породы
	Фиксирование отъемных частей металлическими вставками дюбелями по ГОСТ 22325, ГОСТ 22326, косым шипом типа «ласточкин хвост»	иксирование отъемных частей металлическими или деревянными дюбелями, деревянным косым шипом типа «ласточкин хвост»
	При длине отъемной части 600 — 700 мм следует выполнять не менее двух посадочных мест. Отъемные части длиной свыше 700 мм необходимо делить на части, зазор между отрезками - не более 1,0 мм. Стержневые ящики для смесей, твердеющих в контакте с оснасткой, следует выполнять следующим образом : -ребра, при необходимости, делать отъемными; -ребра, стенки карманов и углублений, при необходимости делать отъемными ; -если указанные элементы выполняются неотъемными, формовочные уклоны следует выполнять по ГОСТ 3212, табл.3. Отъемные части в местах соединения с моделью и другими примыка-	

	ющими ним отъемными частями следует выполнять с уклоном 10-20°.		
9.Выполнение галтелей (для исключения на формообразующих поверхностях острых углов) 9.1.На моделях и стержневых ящиках 9.2.Со стороны заполнения стержневого ящика смесью	За счет основного тела модели и стержневого ящика, а также врезкой планок из дерева или пластмассы	Врезкой или клеевой планкой из дерева или пластмассы	Клеевой планкой из дерева
		Для смесей, твердеющих в контакте с оснасткой	
	Радиус скругления должен составлять не более половины припуска на механическую обработку отливки (ГОСТ 26645 , табл 6), кроме мест, особо оговоренных на чертеже		
	Накладными планками	Накладными планками и шаблонами	
	Накладными планками для смесей, твердеющих в контакте с оснасткой. Допускается выполнять радиусы галтелей на моделях и стержневых ящиках шпатлевкой, обеспечивающей необходимую прочность. На основных формообразующих поверхностях радиус галтели, выполненный шпатлевкой должен быть , мм, не более		
	3	8	10
10.Конструкция стержневых ящиков	Разъемные, неразъемные, вытряхные		
	-	-	Блочные (из унифицированных элементов)
11.Крепление и соединение разъемных моделей и стержневых ящиков			
11.1. Крепление разъемных стержневых ящиков	Скобовыми креплениями, стяжками клиновыми и винтовыми, а также угольниками по ГОСТ 22327 — ГОСТ 22330		
	-	-	Допускаются клиновые стяжки и скобы
11.2. Соединение разъемных моделей и стержневых ящиков -	На металлические втулки и дюбели по ГОСТ 22325 , ГОСТ 22326		
	-	-	Допускается соединение на деревянные дюбели
	Смещение одной половины модели и стержневого ящика		

	относительно другой должно быть , мм, не более : 0,3 — при габаритных размерах до 500 мм; 0,5 — при габаритных размерах до 1500 мм ; 0,8 — при габаритных размерах св. 1500		
12.Выполнение плоскости разъема моделей, не смонтированных на модельных плитах	Обшивка досками		Обшивка не обязательна
	На поверхности разъема со стороны разъема необходимо наносить риски, указывающие положение центров и толщины стенок литой детали		
13.Армирование плоскостей набивки и быстроизнашива ю- щихся частей стержневых ящиков и формовочных шаблонов	Кромки стержневых ящиков и формовочных шаблонов окантовать :		
	Пластинами из полосо- вой стали, мм :		Твердыми породами дерева, пластмассовыми пластинами или как для 1-го класса
	длина	толщина	
	До 400,0	До 2,0	
	св. 400,0	2,0-3,0	
	Ширина окантовки не более 40,0 мм. Крепление пластин шурупами. На поверхности стержневого ящика со стороны разъема необходимо на- носить риски, указывающие расположение базовых осей разметки		
14.Изготовление приспособлений для извлечения и транспортирован ия модельного комплекта	Приспособления следует выполнять на всех частях модельного комплекта массой более 10 кг. Для моделей и отъемных частей следует применять деревянные рукоятки, перекладины, планки, подъемы по ГОСТ 22331, ГОСТ 22333 и др. устройства. Подъемы на основных формообразующих поверхностях следует вы- полнять врезкой пластин заподлицо, на знаковых - без врезки; крепле- ние пластин шурупами или болтами, обеспечивающими возможность заведения крюка. При использовании моделей для формовочных смесей, твердеющих в контакте с оснасткой, подъемы следует выполнять врезкой заподлицо на всех поверхностях. На стержневом ящике, масса которого с уплотненным стержнем превышает 10 кг, следует устанавливать цапфы по ГОСТ 22334, деревянные ручки, шпонки, крючки и др. Приспособления для транспортирования грузоподъемными кранами следует устанавливать на силовых элементах модельного комплекта — каркасах. Количество, тип, грузоподъемность приспособлений для извлечения модельных комплектов указывают в технологической		

	документации.		
15. Отделка поверхности	Формообразующие поверхности модельных комплектов должны быть тщательно обработаны, не иметь задигов и углублений. Параметр шероховатости поверхности по ГОСТ 7016, не более : 160 мкм — для формообразующих поверхностей ; отъемных частей и плоскостей разъема стержневых ящиков : 320 мкм — для поверхности набивки стержневого ящика ; 800 мкм — для остальных поверхностей.		
16.Покрытие	В качестве грунтовок следует применять натуральную олифу по ГОСТ 7931, олифу оксоль по ГОСТ 190, а также грунт по нормативно-технической документации (НТД). Поверхность моделей, используемых для формовки смесей, твердеющих в контакте с оснасткой, следует грунтовать эмалями НЦ 25 по ГОСТ 5406.		
17.Шпатлевание поверхности	Формообразующие поверхности следует шпатлевать по ГОСТ 10277 с последующей зачисткой		
18. Окрашивание поверхности	Окрашивать формообразующие поверхности не менее двух раз	Окрашивать формообразующие поверхности не менее двух раз	Окрашивать формообразующие поверхности не менее одного раза
	В качестве лакокрасочных покрытий следует использовать эмали НЦ-132 по ГОСТ 6632, НЦ-25 по ГОСТ 5406, ХВ-785 и лак ХВ-784 по ГОСТ 7313. Модельные комплекты для смесей, твердеющих в контакте с оснасткой, следует окрашивать эмалью ЕП-773 по ГОСТ 23143, НЦ-5123 по ГОСТ 7462. Допускаются другие материалы, обеспечивающие необходимое качество поверхности. Устанавливаются следующие цвета основного фона окраски : красный - для модельного комплекта, предназначенного для изготовления отливок из чугуна с пластинчатым графитом ; лиловый - для модельного комплекта, предназначенного для изготовления отливок из чугуна с шаровидным графитом ; серый - для модельного комплекта, предназначенного для изготовления отливок из стали ; допускается синий ; желтый - для модельного комплекта, предназначенного для изготовления отливок из цветных сплавов (тяжелых металлов) ;		

	зеленый - для модельного комплекта, предназначенного для изготовления отливок из цветных сплавов (легких металлов); В эти же цвета необходимо окрашивать поверхности моделей, соответствующие поверхностям отливок без механической обработки. Поверхности модельных комплектов, соответствующие обрабатываемым поверхностям отливок, а также образующие углубления в литейной форме, подлежащие заделке, окрашиваются наклонными черными полосами по основному фону. Поверхности сопряжения моделей и стержневых ящиков с их отъемными частями окантовываются черной полосой по основному фону. Поверхности стержневых знаков и «фальшивых» модельных плит следует окрашивать в черный цвет. Допускается нанесение на поверхности модельных комплектов дополнительных обозначений, обусловленных требованиями заказчика и технологического процесса и оговоренных в технической документации. Поверхности модельных комплектов после окончательной отделки и окрашивания должны соответствовать классу покрытия V по ГОСТ 9032.
19.Маркировка модельных комплектов	Модели 1. Номер отливки, для изготовления которой предназначена модель, соответствует шифру, обозначенному на чертеже детали или отливки. 2. Порядковый номер модельного комплекта — шифр «К» с расположенным за ним числом, показывающим порядковый номер модельного комплекта. 3. Количество стержневых ящиков в модельном комплекте — шифр «Я» с расположенным за ним числом, показывающим количество стержневых ящиков. 4. Количество отдельных и отъемных частей модели - шифр «ОЧМ» с расположенным за ним числом, показывающим количество отдельных и отъемных частей модели. 5. Количество шаблонов — шифр «Ш» с расположенным за ним числом, показывающим количество шаблонов. 6. Количество прибылей и выпоров, изготавливаемого отдельно от основного тела модели — шифр «ПВ» с расположенным за ним числом, показывающим количество прибылей и выпоров. 7. Количество Элементов литниковой системы,

изготавливаемых отдельно от основного тела модели — шифр «Л» с расположенным за ним числом, показывающим количество элементов литниковой системы.

Пример маркировки модели, предназначенной для изготовления отливки

Б-3410, второго модельного комплекта с пятью стержневыми ящиками, двумя отъемными частями, одним шаблоном, тремя выпорами, шестью элементами литниковой системы :

Б - 3410;

К2 - Я5 ;

ОЧМ2 - Ш1 — ПВЗ -Л6.

Стержневые ящики

1. Номер отливки, для изготовления которой предназначен стержневой ящик, соответствует шифру, обозначенному на чертеже отливки.

2. Порядковый номер модельного комплекта - шифр «К» с расположенным за ним числом, показывающим порядковый номер модельного комплекта.

3. Порядковый номер стержневого ящика - шифр «ЯN» с расположенным за ним числом, показывающим порядковый номер стержневого ящика.

4. Порядков номера стержней, изготавливаемых по одному стержневому ящику с применением разных вкладышей - шифр «Ст» с расположенными за ними числами, показывающими номера стержней.

5. Количество отъемных и вставных частей - шифр «ОЧС» с расположенным за ним числом, показывающим количество отъемных частей стержневого ящика.

6. Количество шаблонов - шифр «Ш» с расположенным за ним числом, показывающим количество шаблонов.

Пример маркировки стержневого ящика, предназначенного для

изготовления стержня к отливке детали *Б 3410* второго модельного

комплекта, ящика №4 для стержней 4а, 4б с шестью отъемными

и вставными частями и с одним шаблоном.:

Б - 3410;

К2 - ЯN4 - СтN4а, 4б;

ОЧС — Ш1.

Маркировка выполняется на наружных поверхностях, соответствующих

	необрабатываемым поверхностям отливок; наносится краской контрастно отличающейся по цвету от основного фона, врезкой литых знаков, набивкой штампованных знаков высотой не более 5,0 мм.
--	--

Примечания: 1.Формовочные уклоны, стержневые знаки деревянных модельных комплектов по ГОСТ 3212.
2. Предельные отклонения линейных и угловых размеров в пересчете на линейные формообразующие поверхности деревянных модельных комплектов — по ГОСТ 3212.

10.4. КОМПЛЕКТЫ МОДЕЛЬНЫЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ

Металлические модельные комплекты и стержневые ящики обладают износостойкостью более 100000 съёмов и более, обеспечивая при этом высокое качество отливок благодаря повышенной точности (3 - 4 класс) и высокой чистоте обработанной поверхности. Модели литейные металлические должны соответствовать техническим требованиям по ГОСТ 21087-758. Стержневые ящики металлические должны соответствовать требованиям по ГОСТ 19410-74. Конструктивные элементы металлических моделей и стержневых ящиков (крепеж, венты, втулки, ручки и др.) должны соответствовать требованиям ГОСТ 21079 - 21086, 19376 - 19409.

Металлические модели и их элементы изготавливают из алюминиевых сплавов марок АЛ3В, АЛ4В, АЛ9В, АЛ10В, АЛ14В, АЛ15В 1583-93 (ДСТУ 2839-94) ;

из серого чугуна марок не ниже СЧ15 — СЧ32 по ГОСТ 1412- 85 ;

из стали по ГОСТ 977 - 88 и марок ст3 по ГОСТ 380-2005 ;

из бронзы по ГОСТ 613 - 79 ;

из латуни по ГОСТ 1020 -97 ;

Отливки деталей стержневых ящиков должны изготавливаться (ГОСТ 19410 -74):

-из алюминиевых сплавов марок АЛ3В, АЛ4В, АЛ7В, АЛ9В, АЛ10В, АЛ14В, АЛ15В 1583-93 (ДСТУ 2839-94) ;

- из серого чугуна марок не ниже СЧ20 (ГОСТ 141 -85) ;

- из стали ГОСТ 977 -88.

Литые заготовки моделей должны быть очищены от формовочной смеси и пригара; заливы, литники и прибыли должны быть обрублены и зачищены .

Литые заготовки не должны иметь трещин, сквозных спаев, ужимин глубиной более $\frac{1}{4}$ толщины стенки.

На формообразующих поверхностях моделей дефекты должны быть исключены.

Дефекты должны быть исправлены заваркой, пайкой и другими

способами, обеспечивающими эксплуатационные качества моделей.

На формообразующих поверхностях моделей отверстия под головки винтов и болтов после сборки должны быть заделаны эпоксидной смолой с добавлением алюминиевой пудры марки ПАП-2 по ГОСТ 5494- 95. Для заделки отверстий допускается применение других материалов, обеспечивающих эксплуатационные качества моделей.

Перед механической обработкой алюминиевые литые заготовки моделей необходимо подвергнуть искусственному старению, а стальные и чугунные - низкотемпературному отжигу для снятия внутренних напряжений.

Неплоскостность поверхности разъема моделей не должна превышать 0,01 мм на длине 100 мм.

Нормы точности металлических моделей по ГОСТ 3212 - 92

Формовочные уклоны металлических моделей и знаков по ГОСТ 3212 — 92

Шероховатость поверхности металлических моделей по ГОСТ 13355-74

Допуски расположения осей отверстий под крепежные детали по ГОСТ 14140 - 81

Размеры сквозных отверстий под крепежные детали по 2-му ряду
ГОСТ 11284 — 75

Резьба по ГОСТ 9150 - 2002; поле допуска для гаек 7H, болтов 8g — по
ГОСТ 16093 - 2004 ;

Размеры сбегов, недорезов, проточек,, фасок резьбы - по ГОСТ 10549 -80. Размеры канавок для выхода шлифовального круга - по ГОСТ 8820 -69.

Толщина стенок и ребер жесткости металлических моделей и стержневых ящиков должны соответствовать ГОСТ 19370-74. Пример расположения ребер жесткости алюминиевого стержневого ящика приведен на рис. 94.

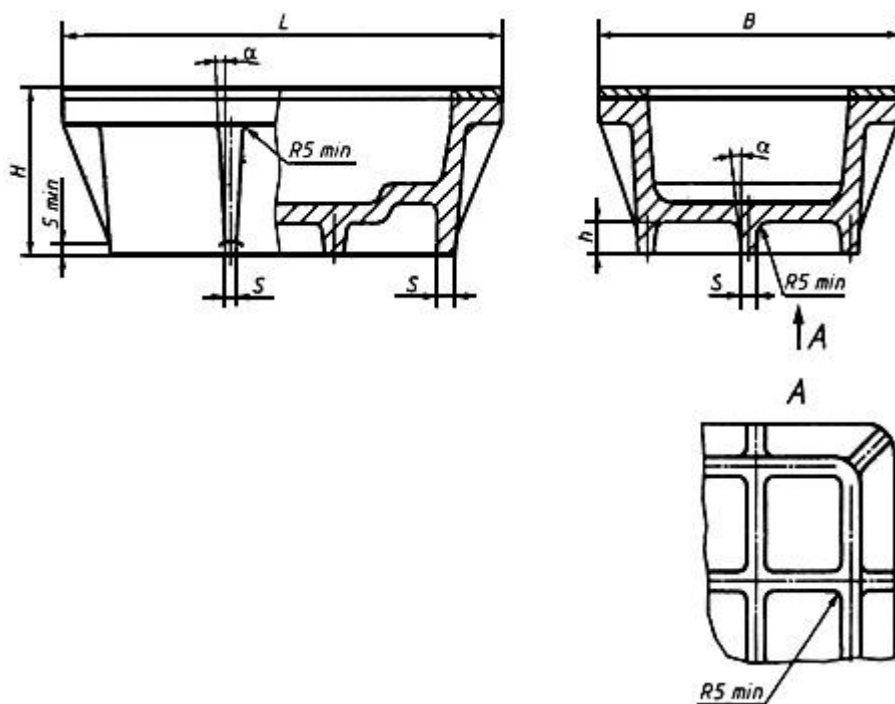


Рис.94. Ребра жесткости алюминиевого стержневого ящика

Размеры ребер жесткости приведены в табл. 180 и табл. 181.

Таблица 180

Средний габаритный размер стержневого ящика $\frac{L + B}{2}$ или D , мм	s (предельное отклонение $\pm 1,0$) мм	h , не менее, мм
До 250	7,0	15,0
Св. 250 до 400	8,0	20,0
Св. 400 до 630	10,0	25,0
Св. 630 до 850	12,0	30,0
Св. 850 до 1000	14,0	40,0

Таблица 181

H , мм, не более	α , не более
До 50	3°
Св. 50 до 100	2°
Св. 100 до 200	1° 30'
Св. 200	1°

Вертикальные ребра прямоугольных стержневых ящиков показаны на рис. 95.

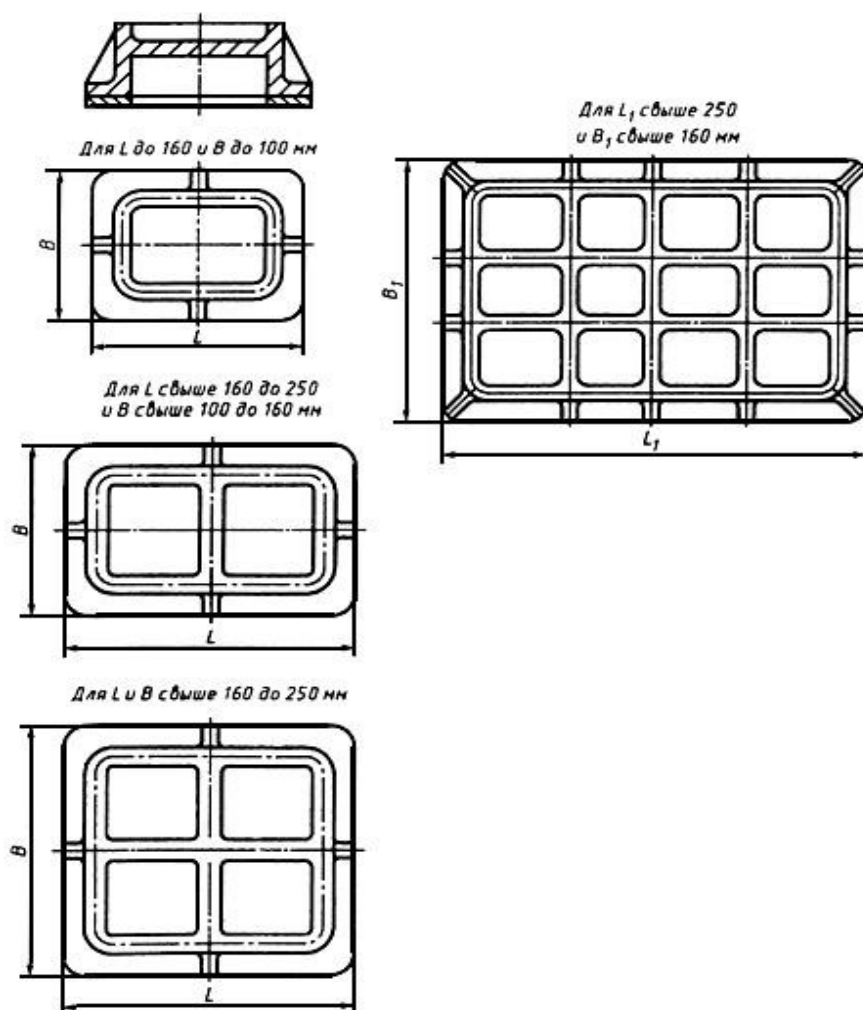


Рис. 95. Вертикальные ребра прямоугольных стержневых ящиков

Таблица 182. Количество вертикальных ребер в зависимости от габаритных размеров прямоугольного стержневого ящика (ГОСТ 19370-74)

Габаритный размер L_1 или B_1 , мм	Количество ребер (равномерно расположенных)
Св. 160 до 250	2; 3
Св. 250 до 400	3; 4
Св. 400 до 630	4; 5
Св. 630 до 1000	5; 6

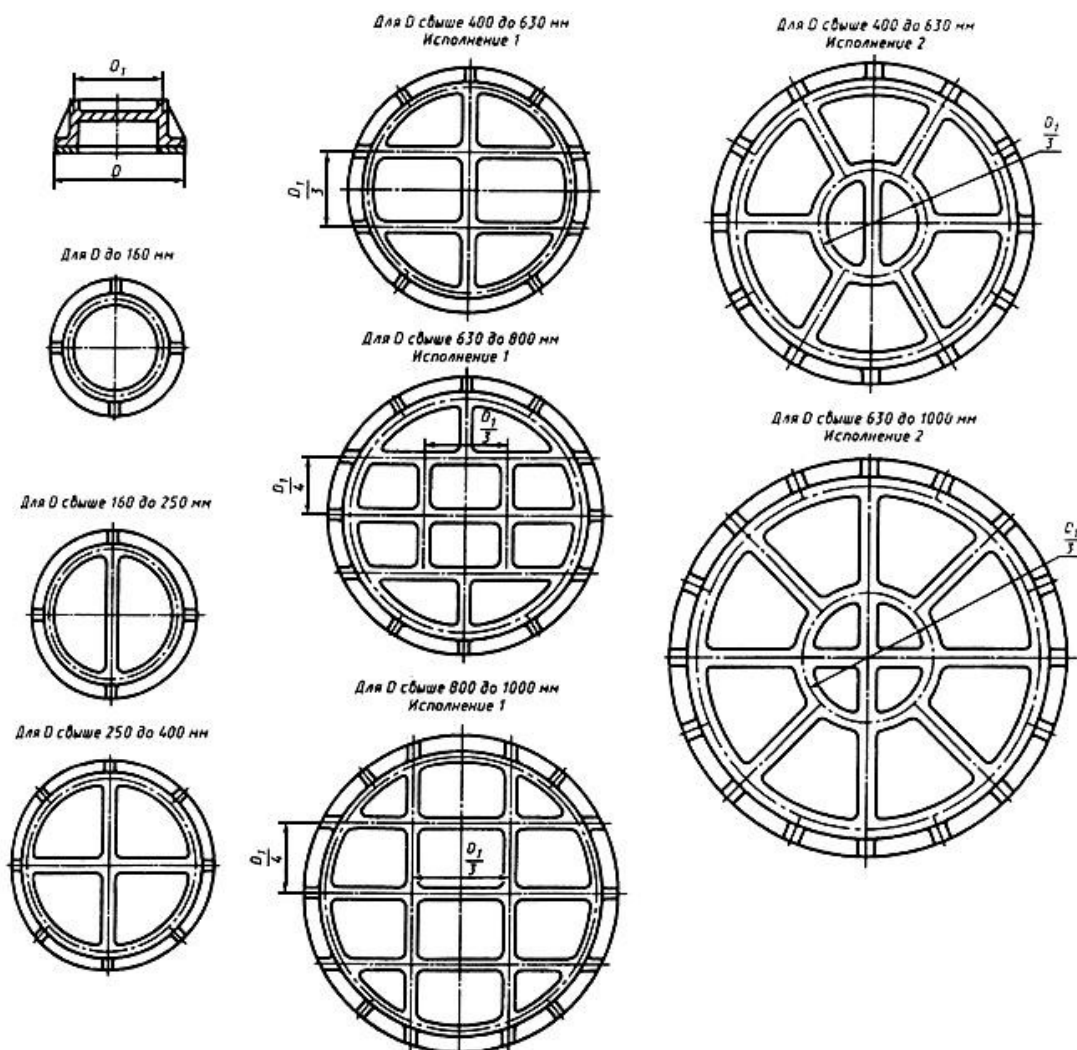


Рис. 96. Вертикальные ребра круглых стержневых ящиков

Толщина стенок металлических стержневых ящиков приведена в табл. 183.

Таблица 183. Толщина стенок металлических стержневых ящиков (ГОСТ 19370-74)

Средний габаритный размер стержневого ящика , мм $L + B^*$ ----- 2	Толщина алюминиевых ящиков, мм		Толщина чугунных ящиков, мм	
	Номин.	Пред.откл .	Номин.	
До 250	8,0	+1,5 ; -0,5	6,0	+1,5 ; -0,5
Св. 250 до 400	10,0	+2,0 ; - 1,0	8,0	+2,0 ; - 1,0
Св. 400 до 630	12,0		10,0	
Св. 630 до 1000	15,0	+3,0 ; - 2,0	12	

* L - длина стержневого ящика, B — ширина стержневого ящика.

217

Допускается увеличение до 35% толщины стенок для стержневых ящиков, предназначенных для изготовления стержней пескодувным способом.

Конструкции креплений, стяжек, подъемов, цапф и др., применяемых при изготовлении деревянных моделей и стержневых ящиков, применяют при изготовлении металлических моделей и стержневых ящиков, предназначенных для изготовления песчаных форм.

Перечень ГОСТов на конструктивные элементы металлических моделей и стержневых ящиков приведен в табл. 184.

Таблица 184 . Перечень ГОСТов на конструктивные элементы металлических моделей
и стержневых ящиков

Номер ГОСТа	Название
21079	Стенки, борта и ребра жесткости металлических литейных моделей Приливы металлических литейных моделей под крепежные детали Модели литейные алюминиевые. Формирование отъемных частей Модели литейные металлические. Крепление сборных моделей. Конструкция и размеры. Модели литейные металлические. Крепление частей моделей. Конструкция и размеры. Модели литейные металлические. Фиксирование прибылей.. Конструкция и размеры. Выпора газоотводные для металлических литейных моделей. Конструкция и размеры. Календари почасовые и сменные наборные для металлических литейных моделей. Конструкция и размеры.
21080	
21081	
21082	
21083	
21084	
21085	
21086	
21086	
21086	
19367	Борта алюминиевых стержневых ящиков. Размеры Борта с планками- перекрывателями алюминиевых стержневых ящиков. Размеры Борта с упл отненими алюминиевых стержневых ящиков. Размеры Толщина стенок и ребер жесткости металлических стержневых ящиков. Размеры Ручки литые алюминиевых стержневых ящиков. Размеры Приливы алюминиевых стержневых ящиков для ручек и скоб. Размеры
19368	
19369	
19370	
19371	
19372	
19373	
19374	

19375	Приливы алюминиевых стержневых ящиков для цапф.
19376	Размеры
19377	Ушки и приливы алюминиевых стержневых ящиков и
19378	промежуточных плит. Размеры
19379	Вкладыши для алюминиевых стержневых ящиков.
19380	Размеры
19381	Стенки торцовые (заглушки) для алюминиевых
19382	стержневых ящиков. Размеры
19383	Вставки стержневых ящиков, закрепляемые винтом.
19384	Размеры
19385	Вставки стержневых ящиков, закрепляемые щеколдой.
19386	Размеры
19387	Рамки наполнительные для стержневых ящиков.
19388	Размеры
19389	Каналы вентиляционные и отверстия для установки
19390	вент в стержневых
19391	ящиках и вентиляционных плитах. Размеры
19392	Штыри для стержневых ящиков. Конструкция и
19393	размеры
19394	Штыри фиксирующие для стержневых ящиков.
19395	Конструкция и размеры
19396	Штыри установочные для стержневых ящиков.
19397	Конструкция и размеры
19398	Штыри крепежные для стержневых ящиков.
19399	Конструкция и размеры
19400	Втулки для стержневых ящиков. Конструкция и
19401	размеры
19402	Скобы для стержневых ящиков. Конструкция и
19403	размеры
19404	Ручки для стержневых ящиков. Конструкция и
19405	размеры
19406	Скобы крепежные для разъемных стержневых
19407	ящиков. Конструкция и размеры
19408	Рамки для крепления разъемных стержневых ящиков.
19409	Конструкция и размеры
19410	Кольцо для крепления разъемных стержневых ящиков.
	Конструкция и размеры
	Клинья крепежные для стержневых ящиков.
	Конструкция и размеры
	Швеллеры для крепления сушильных плит к
	стержневым ящикам. Конструкция и размеры
	Щеколды для стержневых ящиков. Конструкция и
	размеры
	Стойки круглые и прямоугольные для стержневых
	ящиков. Конструкция и размеры
	Венты литые для стержневых ящиков. Конструкция
	и размеры
	Венты для стержневых ящиков. Конструкция и
	размеры
	Венты сетчатые для стержневых ящиков.
	Конструкция и размеры

	Втулки пескодувные для стержневых ящиков. Конструкция и размеры Втулки пескодувные с уплотнением для стержневых ящиков. Конструкция и размеры Вставки бронирующие установочные для стержневых ящиков. Конструкция и размеры Вставки бронирующие для стержневых ящиков. Конструкция и размеры Ящики стержневые алюминиевые разъемные. Соединения штырями Ящики стержневые алюминиевые разъемные. Соединения штырями облегченные Ящики стержневые алюминиевые разъемные. Соединения регулируемыми штырями Ящики стержневые алюминиевые разъемные. Соединения шарнирные Ящики стержневые алюминиевые разъемные. Крепление откидными болтами Ящики стержневые алюминиевые разъемные. Крепление откидными ручками Ящики стержневые алюминиевые. Крепления штырями Ящики стержневые алюминиевые. Крепления швеллерами Ящики стержневые металлические. Технические условия
--	--

10.5.МОДЕЛИ ЛИТЕЙНЫЕ И ЯЩИКИ СТЕРЖНЕВЫЕ ПЛАСТМАССОВЫЕ

10.5.1. Модели и стержневые ящики пластмассовые должны изготавливаться в соответствии с ГОСТ 19505 -86.

Стандарт устанавливает два класса прочности изготовления пластмассовых моделей и стержневых ящиков ;

- 1 - для крупносерийного и среднесерийного производства отливок ;
- 2 - для единичного и мелкосерийного производства отливок.

10.5.2.В зависимости от класса прочности модели и стержневого ящика выбирают способ их изготовления : свободной заливки, контактный или формования для пенопласта (на основе полистирола).

10.5.3.Число съёмов при формовке в зависимости от способа изготовления пластмассовых моделей и стержневых ящиков

приведена в табл. 21/185 ????

Таблица 185. Число съемов при формовке при использовании
пластмассовых моделей
и стержневых ящиков

Способ изготовления моделей, стержневых ящиков	Класс прочности	Число съемов при формовке, не менее	
		Ручная формовка	Машинная формовка
Свободной заливки : с армированием без армирования	1	3000	300000
	2	2000	250000
Контактный	1, 2	4000	350000
Формования для пенопласта (на основе полистирола)	1, 2	1000	250000

10.5.4.Быстроизнашивающиеся выступающие и острые кромки необходимо арми- ровать стальными пластинами толщиной не менее 3,0 мм , Стальные пластины крепить винтами и гайками на клею. В качестве клея следует применять составы на основе эпоксидных и акриловых смол, обеспечивающих модуль упругости не менее 196 Па.

10.5.5. Параметр шероховатости формообразующих поверхностей моделей и стержневых ящиков должен быть не грубее Ra 2,5 мкм по ГОСТ 2789 -73.

10.5.6.Дефекты на формообразующей поверхности модели и стержневого ящика должны быть заделаны составами на основе эпоксидных, акриловых и полиэфирных самотвердеющих смол.

10.5.7.Галтели следует выполнять за счет основного тела модели и стержневого ящика или отъемными планками и рамками.

10.5.8.Формовочные уклоны по ГОСТ 3212 -92.

10.5.9. Крепление разъемных стержневых ящиков следует осуществлять откидными болтами по ГОСТ 19406 -74, стяжками с применением крепежных клиньев по ГОСТ 193914 — 74, скобами по ГОСТ 19388 — 74 и другими металлическими замками.

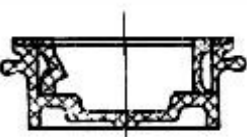
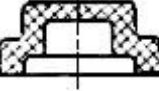
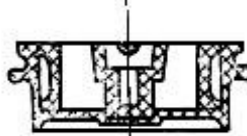
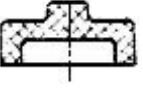
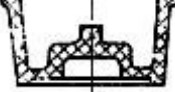
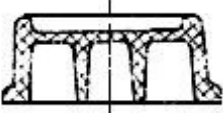
Крупногабаритные стержневые ящики для предотвращения прогиба стенок необходимо скреплять несколькими рядами крепежных приспособлений и устанавливать сквозные стяжные штыри (болты) . Расстояние между крепежными приспособлениями должно быть не более 300 мм,, а между стяжными штырями не более 500 мм.

220

10.5.10..Типовые конструкции литейных моделей и стержневых ящиков из пластмасс приведены в табл 186.

Таблица 186. Типовые конструкции литейных моделей и стержневых ящиков

из пластмасс

Конструкция моделей и стержневых ящиков	Объем моделей и стержневых ящиков, дм ³	Примеры типовых конструкций литейных моделей	Примеры типовых конструкций стержневых ящиков
Цельнолитые	До 0,5 включ.		
Цельнолитые полые	Св. 0,5 до 1,0 "		
Литые облепленные за счет применения вставок	" 1,0 " 5,0 "		
Корковые облепленные	" 5,0 " 15,0 "		
Корковые облепленные с ребрами жесткости	" 15,0 "		

10.5.11. Толщину стенок и ребер пластмассовых моделей и стержневых ящиков следует выбирать по табл. 187.

Таблица 187. Толщины стенок и ребер пластмассовых моделей и стержневых ящиков

Средний габаритный размер стержневого модели или стержневого ящика $\frac{L + B}{2}, \text{ мм}$	Минимальная толщина модели или стержневого ящика, мм	
	на основе эпоксидных смол	на основе акриловых или полиэфирных смол
До 100 включ	7,0	8,0
Св. 100 до 300 включ	8,0	9,0
Св. 300 до 500 включ	9,0	10,0
Св. 500 до 700 включ	10,0	11,0
Св. 700 до 900 включ	11,0	12,0
Св. 900 до 1100 включ	12,0	13,0
Св. 1100 до 1300 включ	13,0	15,0
Св. 1300 до 15900 включ	15,0	17,0

Примечание: L - длина, B - ширина модели или стержневого ящика в мм.

10.5.12. Расстояние между ребрами жесткости должно быть не более 300 мм.

221 10.5.13. Соединение разъемных моделей и стержневых ящиков

следует производить штырями по ГОСТ 19381 -74 и втулками по ГОСТ 19385 — 74.

10.5.14. Крепление моделей и элементов литниковой системы (питатели, шлакоуловители и др.) на модельных плитах следует производить по ГОСТ 20340-74 - ГОСТ 20351-74.

10.4.15. Нормы точности размеров формообразующих поверхностей моделей и стержневых ящиков - по ГОСТ 11961 — 66.

10.5.16. Составы рецептур пластических масс для изготовления литейных моделей приведены в табл. 188.

Таблица 188. Составы рецептур пластических масс для изготовления литейных моделей и стержневых ящиков

Номер сос- тава	Смола или компаунд										
	ЭД-16 (ГОСТ 1058 7- 84)	ЭД-20 (ГОСТ 1058 7- 84)	УП-5- 132-1	УП-5- 143-1	УП-5- 144-1	ПН - 1	ПН - 3	ПН - 11	ПН - -609- 21М	ЛСОМ -- 4Б	Дакр ил
	Массовая доля вещества, %										
1		100									
2	100										
3	50	50									
4		100									
5			100								
6				100							
7					100						
8						100					
9							100				
10								100			
11									100		
12										100	
13											100

Номер сос- тава	Пластификато (инициатор)					
	Дибутил - фталат (ДБФ) ГОСТ 8728-88)	Дикаприл - фталат (ДКФ) ГОСТ 8728-88)	Бутилгли цидный эфир УП - 624	Гидроперек ись изопропил- бензола	Паста перекиси бензола ПДБФ	Полимет метакриг
	Массовая доля вещества, %					
1	25					

2	30					
3			15			
4		15				
5			13			
6			17			
7			25			
8				3 — 6		
9				3 — 6		
10				1 — 3	2	
11				1 — 3	2	
12						25
13						

Номер сос - тава	Отвердитель (ускоритель)						
	Полиэтилен -полиамин (ПЭПА)	УП-5- 138	УП-0633	НК -1	НК - 2	Диметиланилин, 10%-й раствор в стироле	Бутил - акрилат
	Массовая доля вещества, %						
1	15						
2			17				
3	13						
4	15						
5		21					
6		15					
7		10					
8				6 - 8			
9				6 - 8		0,25 - 2,00	
10				8			
11					5	0,25 - 2,00	
12							8
13							10

Продолжение табл. 188

Номер сос - тава	Наполнитель		
	Алюминиевый порошок или пудра комковая (ГОСТ 10096 — 76)	Железный порошок (ГОСТ 9849 — 86)	Стеклонаполнитель
	Массовая доля вещества, %		
1			40 — 60 (стеклоткань по ГОСТ 8481 -75)
2		100	
3			40 — 60 (стеклоткань

ГЛАВА 11. ФОРМОВОЧНЫЕ СМЕСИ

11.1. ПЕСЧАНО-БЕНТОНИТОВЫЕ ФОРМОВОЧНЫЕ СМЕСИ

Формовочная смесь — это многокомпонентная смесь формовочных материалов, соответствующая условиям технологического процесса изготовления литейных форм. Формовочные смеси по характеру использования делятся на облицовочные, наполнительные, единые.

Облицовочная смесь - это формовочная смесь, используемая для изготовления рабочего слоя формы. Такие смеси содержат повышенное количество исходных формовочных материалов (песка, глины) и имеют высокие физико-механические свойства.

Наполнительная смесь - это формовочная смесь для наполнения формы после нанесения на модель облицовочной смеси. Для ее приготовления используют оборотные, отработанные смеси с небольшим количеством исходных материалов (песка и глины). Облицовочные и наполнительные смеси используют для изготовления крупных и сложных отливок.

Единая смесь — это формовочная смесь, которая является одновременно и облицовочной и наполнительной. Такие смеси применяют при машинной формовке и на автоматических линиях. Единые смеси изготавливают из наиболее огнеупорных песков и глин с наибольшей связующей способностью, так как они должны обеспечивать высокие технологические и физико-механические свойства смеси, а также получение отливок с высокой степенью точности и чистоты поверхности.

Песчано-бентонитовые смеси - это формовочные смеси, основным связующим которых является глина. Составы и физико-механические свойства типовых песчано-бентонитовых смесей приведены в табл. 190 — 191.

Таблица 190. Типовые песчано-бентонитовые смеси для чугунных отливок при формовке «по-сырому»

Тип смеси и способ формования	Отливки	Состав, формовочных смесей, массовая доля, %					Свойства смесей		
		Оборотная смесь	Кварцевый песок	Бентонит	Молотый уголь или замена	Добавки	Прочность при сжатии, МПа	Влагодержание, %	Газопроницаемость, ед., не менее
Единая	мелкие	93-98	2,5-6,0	0,2-	0,1-	0,02-	0,17-	3,2-4,0	100

для автоматических пескоструйно-прессовых линий безопочной формовки				1,0	1,2	0,06 крахмалистые	0,21		
Единая для автоматических линий прессованием	мелкие	91-96	3,0-7,0	Бентонитовая угольная суспензия 1,2 -3,0		0,2-0,4 крахмалистые	0,15 -0,19	3,1-3,5	100
	мелкие и средние	88-93	6,0-10,0	0,5-1,5	0,5-1,0	0,01-0,03 ПАВ	0,09-0,14	3,5-4,0	120
Единая для машинной формовки встряхиванием с подпрессовкой	мелкие и средние	93- 94	5,0-6,0	0,5-1,0	0,5-1,0 пек	-	0,05 -0,07	3,5-4,5	100
	средние	90-95	3,0-8,0	1,0-2,5	1,0-1,5	До 0,5 мазут	0,04 -0,06	3,5-4,5	100
Единая для машинной формовки встряхиванием с подпрессовкой	Средние, крупные	40-75	20,0-50,0	4,0-8,0	1,0-2,0	1,0-1,5 ССБ	0,04 -0,06	4,0-5,0	130

Таблица 191. Типовые песчано-бентонитовые смеси для стальных отливок
при формовке «по-сухому»

Область применения	Состав смеси, массовая доля, %						Свойства смеси			
	Оборотная смесь	Кварцевый песок	Глина низких сортов	Бентонит	Противопригарные добавки	Технологические добавки	Прочность сухого образца на разрыв, МПа	Прочность при сжатии, во влажном состоянии	Влагодержание, %	Газопроницаемость, ед., не менее

Кварцевый песок	71,0	93,0*3	100,0*4	80,0	66,9*5	50,0*6	90,5-92,6
Оборотная смесь	29,0	-	-	17,0	33,1	50,0	-
Пылевидный кварц	-	7,0	7,0	-	-	-	-
Связующее КВ или КВС-2	3,5	2,5	2,3	3,0	3,5	2,0	-
Лигносульфонаты плотностью 1,22-1,24 г/см3	5,0	3,0	2,7	2,0	2,5	1,5	3,7- 4,1
Натриевая селитра	0,3	0,35	-	-	-	-	-
Раствор мазута в керосине	-	0,5	0,5	-	-	-	-
Формовочная глина	-	-	-	3,0	-	-	1,4-1,8
	Свойства смесей						
Влажность, %	2,3-2,5	1,8-2,2	1,8 -2,2	2,2-2,5	2,5-2,8	4,5-5,5	1,2-1,4
Газопроницаемость, ед, не менее	100	180	80	100	100	150	130-140
Прочность, МПа : при сжатии в сыром состоянии при растяжении в сухом состоянии	0,003-0,016 1,1-1,3	0,005-0,006 1,1-1,3	0,008-0,009 1,0-1,2	0,013-0,015 0,3-0,9	0,018-0,020 0,7 - 0,9	0,020-0,025 0,45-0,50	0,012-0,019 1,7-2,0
Температура сушки, °С	Более 200	Более 200	Более 200	Более 200	Более 200	Более 200	180-200
Осыпаемость, %							0,01-0,03

Наименование компонента	Номер смеси						
	8*9	9*10	10*11	11	12	13*12	14*13
	Массовая доля компонента, %						
Кварцевый песок	87,0-96,0	84,0-92,0	95,0	98,0	98,0	97,0	94,0-96,0
Оборотная смесь	-	-	-	-	-	-	-
Пылевидный кварц	-	-	-	-	-	-	-
Связующее КВ или КВС-2	-	-	-	-	-	-	-
Лигносульфонаты плотностью 1,22-1,24 г/см3	1,0-3,0	2,0-4,0	4,0-4,75	6,0	6,0	2,5	2,0-4,0

Натриевая селитра	-	-	-	-	0,75-1,0	-	-
Раствор мазута в керосине	-	-	-	-	-	-	-
Формовочная глина	1,0-5,0	1,0-2,0	-	2,0	2,0	3,0	-
	Свойства смесей						
Влажность, %	1,2-1,4	3,5-4,5	-	3,0-3,5	3,0-3,5	2,2-2,5	2,0-3,0
Газопроницаемость, ед, не менее	60-100	80-120	140-150	100	100	120-140	100
Прочность, МПа : при сжатии в сыром состоянии	0,023-0,041	0,035-0,055	0,0042	0,010-0,016	0,010-0,016	0,014-0,017	-
при растяжении в сухом состоянии	0,47-1,03	0,2-0,3	0,0047 1,20-1,25	0,22	1,1-1,2	0,78-0,85	2,0-3,0
Температура сушки, °С	180-200	Более 200	250-270	Более 200	Более 200	Более 200	180-200
Осыпаемость, %	-	Менее 1,5	0,02-0,14	-	-	0,02	-

Примечания : *1 Вода добавляется до получения необходимой влажности;

*2 Смесь дополнительно содержит 0,5 объемных частей ;
содержание остальных компонентов дано в объемных частях ;

*3 Кварцевый песок марки 1K0315 ;

*4 В том числе 10,0 массовых долей полужирного песка;

*5 Кварцевый песок марки 1K02A ;

*6 Кварцевый песок марки 1K0315Б ;

*7 Смесь дополнительно содержит 1,5 мас.долей асбестовой крошки ;

*8 Смесь дополнительно содержит 1,8 -2,7 мас.долей
алюмохромофосфатной связки (АХФС) и 0,45 — 0,90 мас.долей
связующего КО ;

*9 Смесь дополнительно содержит 3,0-5,0 мас.долей АХФС ;

*10 Смесь дополнительно содержит 5,0-10,0 мас.долей молотого
ваграночного или

мартеновского шлака с основностью 0,8- 1,8 ;

*11 Смесь дополнительно содержит 0,25 -1,0 мас.долей кубовых
остатков плотностью
1,14 г/см³ ;

*12 Смесь дополнительно содержит 0,5 % карбамида и 0,5 мас.долей
пудербакелита ;

*13 Смесь дополнительно содержит 2,0% поливинилацетатной
эмульсии и

0,2-0,8 мас. долей карбамида.

СВЯЗУЮЩИХ

К неводным относятся связующие, которые не растворяются в воде и не смачиваются водой. Такими связующими являются растительные масла (олифа, олифа оксоль, 4ГУ, ОХМ и др.), и нефтяные масла на основе кубовых остатков КО, УСК и петролатума П, ПТ, ПТА (продукты переработки нефти -).

При добавлении масляного связующего в объеме 1,5 — 2,5 % и сушке при температуре 200-250 °С в течение 1 часа прочность формовых и стержневых смесей достигает 0,7 — 1,0 МПа. В сыром состоянии формы и стержни на масляном связующем имеют прочность 0,003 - 0,006 МПа. Формовочные смеси на масляных связующих обладают хорошей газопроницаемостью, выбиваемостью, негигроскопичны. Составы формовочных смесей на неводных связующих приведены в табл. 193.

Таблица 193. Составы формовочных смесей на неводных связующих

(на 100 % кварцевого песка)

Наименование компонента	Номер смеси						
	1*2	2	3	4*2	5*3	6	7*4
	Массовая доля компонента, %						
Связующее КО*8	3,1-3,9	-	1,9-5,4	2,25	1,5	2,5-3,5	-
Связующее УСК-1*9	-	3,0	-	-	-	-	4,1-4,5
Связующее СКТ-10*10	-	-	-	-	-	-	-
Формовочная глина	-	-	0,8- 2,7	0,6	-	3,0-5,0	1,3-1,4
Лигносульфонаты плотностью 1,20 г/см ³	1,9-2,3	3,0	2,0-5,5	2,83	5,4	4,0-5,0	4,1-4,5
Талловый пек сульфатный	-	-	-	-	-	-	-
Уайт-спирит или керосин	0,2-0,4	-	0,6-1,1	0,5	0,5	-	-
	Свойства смесей						
Влажность, %	1,8-2,3	2,5-3,0	2,0-3,4	2,6-3,0	2,4-3,0	2,5-3,6	3,2-3,4
Газопроницаемость, ед, не менее	100	75	70-90	60	90	100	115-120
Прочность, МПа : при сжатии в сыром состоянии	0,006-0,008	0,008-0,010	0,005-0,018	0,0065-0,0075	0,0065-0,0090	0,011-0,017	0,011-0,013
при растяжении в		0,8	0,8-1,3			0,4-1,0	1,05-1,5

сухом состоянии	1,0 -1,7			0,8-1,2	0,8 - 1,2		
Температура сушки, °С	220-240	240-250	220-240	360-380	360-380	240-280	290-320
Осыпаемость, %	Менее 0,1	Менее 0,1	-	-	-	Менее 0,5	-
Газотворность, см3/г	8,0-9,0	8,0-9,0	-	-	-	-	-

229

Наименование компонента	Номер смеси					
	8*5	9*6	10	11	12	13*7
	Массовая доля компонента, %					
Связующее КО*8	-	-	-	-	-	-
Связующее УСК-1*9	1,3	-	-	-	4,0	-
Связующее СКТ-10*10	-	1,0 -4,0	-	-	-	-
Формовочная глина	-	0,5-2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Лигносульфонаты плотностью 1,20 г/см3	3,5	0,4-3,0	-	3,0	4,0	4,8-5,1
Талловый пек сульфатный	-	-	4,2	3,1-	-	-
Уайт-спирит или керосин	-	-	1,8	1,4	-	-
Свойства смесей						
Влажность, %	2,5	2,0-3,0	2,0-3,0	2,0-3,0	3,2-3,6	До 3,0
Газопроницаемость, ед, не менее	140	-	150-200	150-200	-	100 -150
Прочность, МПа : при сжатии в сыром состоянии	0,007	0,005-0,007	0,006-0,010	0,023-0,026	0,011-0,022	0,013-0,016
при растяжении в сухом состоянии	2,3	1,0-1,2	2,5-2,7	1,6-1,8	0,6 - 1,2	0,8-1,0
Температура сушки, °С	250-260	220	240-250	240-250	240-250	200-220
Осыпаемость, %	0,01	-	Менее 0,1	Менее 0,1	-	Менее
Газотворность, см3/г	11,0	-	-	-	-	-

Примечания : *1 Вода добавляется до необходимой влажности ;

*2 Смесь дополнительно содержит 0,21 мас.долей связующего РСМ (эмульсия глицеринового гудрона в воде) плотностью 1,25 - 1,32 г/см3 ;

- *3 Смесь дополнительно содержит 0,54 мас.долей связующего РСМ, 0,5 % асбест крошки и 0,2 % азотно-кислого натрия;
- *4 Смесь дополнительно содержит 8,2 — 10,5 мас.долей древесной муки ;
- *5 Смесь дополнительно содержит 0,7 мас.долей гудрона - кубовых остатков дистилляции жирных кислот ;
- *6 Смесь дополнительно содержит 0,1-0,5 мас.долей отходов от регенерации медно-никелевого катализатора, применяемого при гидрировании растительных жиров ; дополнительно содержит 1,5 мас.долей асбестовой крошки ;
- *7 Смесь дополнительно содержит 0,9 -1,2 мас.долей% связующего пектола-Л (раствор таллового пека в легком талловом масле в соотношении 1 : 2).
- *8 Связующее КО - Раствор кубовых остатков (от производства синтетических жирных кислот в Уайт-спирите. Однородная темно-коричневая жидкость.
- *9 Связующее УСК-1 - Раствор кубовых остатков от переработки нефти (30 -35 %) в органическом растворителе (40 -50 %) с добавлением адгезионной присадки (0,1-15 %) .
- *10 Связующее СКТ 10 - раствор госсиполовой смолы в уайт- спирите. Однородная жидкость от темно-коричневого до черного цвета.

230

11.4. ФОРМОВОЧНЫЕ СМЕСИ ТЕПЛООВОГО ОТВЕРЖДЕНИЯ НА НЕОРГАНИЧЕСКИХ СВЯЗУЮЩИХ

Формовочные смеси, имеющие в своем составе жидкое стекло, фосфатные связующие и хромомagnesит при добавлении от 2,0 до 5,0 % глины могут обеспечивать получение форм и стержней высокой степени прочности и термостойкости.

Металлофосфатные связующие представляют собой кристаллогидраты фосфорной кислоты и окислов металлов, которые обладают связующими свойствами. Отвердителями металлофосфатных связующих служат мелкодисперсные порошки основного металла (железа, магния, хрома), в том числе отходы электросталеплавильного и металлургического производства в виде пыли. Связующие на основе магния применяются в холоднотвердеющих смесях(ХТС), на основе хрома - в смесях, используемых в нагреваемой оснастке (ГТС). Чаще всего в литейном производстве применяют алюмохромофосфатное(АХФС), магнифосфатное(МФС) и магниалюмофосфатное(МАФ) связующие. Для повышения прочности и ускорения процесса твердения формовочные смеси на фосфатных связующих нагревают до температуры 170 — 220° С.

Составы формовочных смесей теплового отверждения на неорганических связующих приведены в табл. 194.

Таблица 194. Составы формовочных смесей теплового отверждения

на неорганических связующих

Наименование компонента	Номер смеси					
	1*1	2	3*2	4*3	5*4	6*5
	Массовая доля компонента, %					
Кварцевый песок	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	95,0-97,0

Оборотная смесь	-	-	-	-	-	-
Хромомагnezит или хромистый железняк	-	-	-	-	-	-
Формовочная глина	-	1,0	-	0,9 -1,0	-	3,0-5,0
Алюмохромофосфатная связка (АХФС)	3,5	5,0	2,0 — 2,3	2,2 — 3,0	3,0 — 3,5	-
Жидкое стекло	-	-	-	-	-	5,0 -6,0
Водный раствор едкого натра 10-20 % ный	-	-	-	-	-	0,5 -1,5
	Свойства смесей					
Влажность (до сушки), %	3,0 - 3,5	1,0 — 1,5	0,5 — 1,0	1,2 — 1,4	0,5 — 1,0	3,0 — 4,5
Газопроницаемость, ед, не менее	-	150,0-160,0	275,0-300,0	275,0-315,0	160,0-170,0	Более 150,0
Прочность, МПа : при сжатии в сыром состоянии	менее 0,005	0,01-0,015	менее 0,005	0,016-0,019	0,008-0,012	0,01-0,02
при растяжении в сухом состоянии	1,75-2,25	0,5 — 0,8	1,50-1,96	1,75-2,25	2,4 - 2,8	более 1,5
Температура сушки, °С	250	150	150-160	150-155	200-210	200-220
Осыпаемость, %	0,1	-	0,2-0,3	-	0,01-0,03	-
Газотворность, см3/г	Менее 4,5	4,0	-	-	-	-

Наименование компонента	Номер смеси					
	7 *6	8*7	9*8	10*9	11*10	12*11
	Массовая доля компонента, %					
Кварцевый песок	50,0-70,0	97,0-98,0	98,0	-	100,0	100,0
Оборотная смесь	30,0-50,0	-	-	-	-	-
Хромомагnezит или хромистый железняк	-	-	-	100,0	-	-
Формовочная глина	-	-	2,0 - 4,0	-	1,0-2,0	-
Алюмохромофосфатная связка (АХФС)	-	-	-	-	-	-

Жидкое стекло	5,0-6,0	4,5-5,5	4,0- 5,0	6,0- 6,5	3,0-4,0	2,0 -6,0
Водный раствор едкого натра 10-20 % ный	0,5 - 1,5	0,5 - 1,5	0,5 - 1,5	1,5 -2,0	0,8 -1,0	-
	Свойства смесей					
Влажность (до сушки), %	3,5 - 4,5	3,0 - 4,0	2,5 - 3,0	4,5 - 6,0	2,3 - 2,5	5,0 - 7,5
Газопроницаемость, ед, не менее	Более 80,0	Более 150,0	Более 150,0	Более 80,0	-	-
Прочность, МПа : при сжатии в сыром состоянии	0,012- 0,025	0,005- 0,007	0,01 - 0,015	более 0,015	0,015- 0,030	0,015- 0,040
при растяжении в сухом состоянии	более 1,5	более 1,5	более 1,5	более 2,0	1,8 - 2,3	0,8-1,8
Температура сушки, °C	200-220	200-220	200-220	200-220	200	200-220
Осыпаемость, %	-	-	-	-	0,01	0,2
Газотворность, см3/г	-	-	-	-	-	-

- *1 Смесь дополнительно содержит 2,5 мас. долей воды ;
- *2 Смесь дополнительно содержит 0,5 -1,0 мас. долей глицерина ;
- *3 Смесь дополнительно содержит 0,5 -1,3 мас. долей полиглицеринов - побочных продуктов при производстве глицерина ;
- *4 Смесь дополнительно содержит 0,3 — 0,7 мас. долей полиглицеринов и 0,05 — 0,15 мас. долей полиэтиленполиамин ;
- *5 Для улучшения выбиваемости отливок из чугуна и цветных сплавов рекомендуется вводить 1,5 — 3,0 мас. долей древесных опилок или древесного пека ;
- *6 Для форм при производстве стальных и чугунных отливок ;
- *7 Смесь дополнительно содержит 2,0-3,0 мас. долей молотого боксита и 232 0,5 -1,5 мас. долей древесных опилок, древесного пека и т. п. Область применения - стержни для стальных отливок ;
- *8 Для улучшения выбиваемости отливок из чугуна рекомендуется вводить 1,5 — 2,0 мас. долей битума, растворенного в керосине. Область применения - стержни для чугунных отливок ;
- *9 Для облицовок форм при производстве крупных стальных отливок ;
- *10 Смесь дополнительно содержит 1,0-2,0 мас. долей триполифосфата натрия..
- *11 Смесь дополнительно содержит 0,3-2,3 мас. долей хлорида натрия , 0,8 -4,2 мас. долей тринатрийфосфата и 2,9 — 9,7 мас. долей

ВОДЫ.

11.5. ХОЛОДНОТВЕРДЕЮЩИЕ ФОРМОВОЧНЫЕ СМЕСИ (ХТС) С КИСЛОТНО ОТВЕРЖДАЕМЫМИ СМОЛАМИ

При приготовлении холоднотвердеющих формовочных смесей используют синтетические смолы и катализаторы, при взаимодействии которых происходит затвердевание смолы. Катализатором является ортофосфорная кислота (ГОСТ 10678-76).

При приготовлении формовочных смесей холодного твердения для изготовления крупных стальных и чугунных отливок применяют фурило-фенол-формальдегидные смолы (ФФ-1С, ФФ-1Ф, ФФ-1ФМ , ФЛ-2) и феноло-формальдегидные смолы (ОФ -1, СФ-3042, СФ-480, СФЖ -30-13 , СФЖ-301).

При изготовлении средних отливок из стали и чугуна используют формовочные смеси с мочевиноформальде-гидно- фурановыми смолами (БС-70, БС-40, БС-80, КФ-40, КФ-90, КФ-60, фуритолы 80,86,174).

При изготовлении средних и мелких отливок из стали и чугуна используют формовочные смеси с фенолоформальдегидно фурановыми смолами (ФФ-1С, фуритолы).

При изготовлении средних и мелких отливок из чугуна и цветных сплавов используют формовочные смеси, содержащие мочевиноформальдегидные (карбамидные) связующие ГОСТ 14231-88.

Составы Холодно-твердеющие формовочных смесей(ХТС) с кислотнo- отверждаемыми смолами приведены в табл. 195.

Таблица 195. Холодно-твердеющие формовочные смеси (ХТС) с кислотнo-

отверждаемыми смолами

Марка смолы	Расход смолы , мас. ч. на 100 мас. ч песка	Отвердитель	Расход отвердителя, мас. ч	Прочность при растяжении, МПа через			Осыпaeмoсть через 24 ч, %	Газотворность, см3/г	Живучесть, мин	Минимальное время отверждения в оснатке, мин	Назначение	Область применения по типу сплава
				1 ч	4 ч	24 ч						
КФ-Ж	3,0-5,0	НЗРО 4	0,6-1,25	Более 0,10	0,3-0,4	0,4-0,6	Менее 0,3	Более 25,0	4-5	30	Стержни, средние формы	Цветные сплавы

КФ-Ж	3,0-5,0	Хлорное же лезо	0,3-0,6	Боле е 0,15	0,4-0,5	0,5-0,6	Мене е 0,3	Боле е 25,0	3 -4	20-25	Стержни	Цвет ные сплав ы
БС-40	1,6-1,7	НЗРО 4 плот- но- стью 1,56 - 1,58 г/см3	1,0-1,3	Боле е 0,20	0,6-0,7	0,7-0,8	0,03-0,06	До 16	2-3	До 10	Средние стержни (изготов ление смеси в скорост ных смесителях)	Серый чугун
БС-40	1,8-2,0		1,1-1,5	Боле е 0,20	0,5-0,7	0,7-1,0	0,02-0,06	До 20	До 2	6-7	Мелкие стержни	
БС-40	1,8-2,0		0,8-1,0		0,6-0,7	0,8-1,0			2,5-3,5	До 10	Средние стержни	
БС-40	1,8-2,0		0,6-0,8		0,6-0,7	0,8-1,0			5-10	До 40	Крупные стержни	
БС-40	1,3-1,5		0,4-0,9		0,4-0,5	0,4-0,5	Мене е 0,3	До 14	5-8	До 20	Средние и крупные формы *	
Фури тол 107	2,0-2,5		0,7-1,0		0,4-0,6	0,9-1,1	Мене е 0,1	До 22	5-10	До 40	Стержни	
КФ-65С	1,0-1,2	БСК плот- но стью 1,275 г/см3	0,6-0,8	0,2-0,3	0,5-0,7	1,0-1,4	Мене е 0,1	До 12	6-10	До 30	Крупные стержни	Серый и высоко прочный чугун
КФ-65С	1,0-1,2		1,1-1,5	0,3-0,5	0,8-1,0	1,1-1,2	Мене е 0,1	До 12	2,0-2,5	До 10	Средние стержни	
КФ-65С	1,0-1,2		1,2-1,6	0,4-0,6	0,5-0,6	0,8-1,0	Мене е 0,2	До 12	1,5-2,0	5-7	Мелкие стержни	
ФФ-55	1,7-1,8		0,55-0,60	0,6-0,8	1,2-1,4	1,5-1,8	Мене е 0,1	До 15	5-6	До 40	Стержни формы	Серый и высоко прочный
ФФ-65С	1,0-1,2		0,3-0,5	0,9-1,0	1,2-1,3	1,3-1,5	Мене е 0,1	До 10	5-6	До 40	Стержни формы	

												чугун, сталь
Фури тол -68	1,6- 1,8	БСК плот- но стью 1,28- 1,30 г/см3	0,5- 0,8	0,3- 0,4	0,65- 0,80	0,70- 0,85	Мене е 0,1	До 15	3,0- 5,5	До 45	Стержн и формы	Серый и высо копро чный чугун
ФФ- 1Ф	2,0- 2,5		0,5- 0,6	Боле е 0,15	Боле е 0,5	Боле е 0,7	Мене е 0,1	До 16	5-10	До 60	Стержн и	Сталь
РСФ- 3010	2,0- 2,0		1,0- 1,2	0,8	1,5	2,5	Мене е 0,2	До 16	5-6	До 60	Стержн и	
СФ- 3042	2,0- 2,5		0,9- 1,6	Боле е 0,2	Боле е 0,56	Боле е 0,7	Мене е 0,2	До 16	4-7	До 40	Стержн и	
ПФС	2,0- 2,5		0,6- 0,9	Боле е 0,3	Боле е 0,8	Боле е 2,5	Мене е 0,2	До 10	5-15	До 60	Стержн и	

Примечание : * 25-50 мас. ч. песка и 50-75 мас. ч. регенерата.

11.6. ЛИГНОСУЛЬФОНАТЫ

Лигносульфонаты — продукты нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности выпускаются трех видов : ЛСТ- лигносульфонаты технические жидкие, ЛСТП — лигносульфонаты технические порошковые и ЛСМ - лигносульфонаты жидкие модифицированные. Физико- химические свойства лигносульфонатов должны соответствовать требованиям, приведенным в табл. 196.

Таблица 196. Физико-химические свойства лигносульфонатов

Наименование показателя	Норма для лигносульфонатов		
	ЛСТ	ЛСМ	ЛСТП
Вид	Однородная густая жидкость темно-коричневого цвета		Порошок коричневого цвета
Массовая доля сухих веществ,%, не менее	47	53	
РН водного раствора, не менее	4,4	4,4	4,5
Предел прочности при растяжении, Мпа	0,60	0,60	0,69
Массовая доля золы к массе сухих веществ, %, не более	18	22	18
Плотность, кг/ м3	1230	1260	
Вязкость условная, с	50 - 320	50 - 320	

11.7. ЖЕЛЕЗОФОСФАТНЫЕ САМОТВЕРДЕЮЩИЕ СМЕСИ

В железофосфатных самотвердеющих смесях в качестве основных связующих используют фосфатные связки (алюмофосфатные, магнийфосфатные и др.), а в качестве наполнителя кварцевый песок с добавлением размолотого железного порошка. Введение 20%-го раствора аммиака (или цитрата аммония) в качестве катализатора способствует повышению прочности смеси и снижению ее осыпаемости.

Состав и свойства железофосфатных самотвердеющих смесей приведены в табл. 197.

Таблица 197. Состав и свойства железофосфатных самотвердеющих смесей

Наименование компонента	Номер смеси							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	Массовая доля компонента, %							
Кварцевый песок	87,0	100,0	100,0	84,0	84,0-88,0	92,0	87,0	78,0
Окалина железная (кузнечная или прокатная) обезжиренная и размолотая до $S_{уд} = 2000 \text{ см}^2/\text{г}$	7,0	2,0-3,0	2,0-3,0	-	-	-	-	-
Крокус	-	-	-	9,6	3,6 — 4,8	-	-	-
Трифолин(ТУ 6-14-870-77-магнитный порошок) -60% ный раствор в H_3PO_4	-	-	-	-	-	4,5	7,0	12,0
Лигносульфонаты в растворе H_3PO_4	-	-	-	-	1,2-1,6	-	-	-
Цитрат аммония (лимонно-кислый аммоний)	-	-	0,2 - 0,3	-	-	-	-	-
	Свойства смесей							
Живучесть, мин	10	3-8	До 20	2	7-15	20	17	5
Прочность, МПа :								

при сжатии через 1 ч через 4 ч через 24 ч	2,5 3,0 3,2	0,5- 0,6 2,0- 2,2 3,5	0,3-0,4 1,8-2,0 3,5	2,2 4,5 5,0	0,15- 0,40 0,8-1,5 2,0-2,6	1,5 2,2 3,9	3,0 3,7 4,2	3,5 4,4 5,0
Осыпаемость через 24 ч, %	0,0	0,2- 0,3	0,2	Менее 0,01	Менее 0,01	0,15	0,05	0,09
Газотворность, см3/г	Мене е 10,0	Мене е 7,0	Менее 7,0	Менее 11,0	Менее 14,0	Менее 7,0	Менее 10,0	Менее 15,0

11.8. ХОЛОДОТВЕРДЕЮЩИЕ СМЕСИ НА ЖИДКОСТЕКОЛЬНОМ СВЯЗУЮЩЕМ С ЖИДКИМИ ОТВЕРДИТЕЛЯМИ

В качестве жидких отвердителей используют пропиленкарбонат, триацетин, диацетат этиленгликоля, которые повышают пластичность и живучесть формовочных и стержневых смесей.

Остатки Формовочных смесей ХТС на жидкостекольном связующем с жидкими отвердителями приведены в табл. 198.

Таблица 198. Формовочные смеси ХТС на жидкостекольном связующем с жидкими отвердителями

Наименование компонента	Номер смеси						
	1	2	3	4*1	5	6	7
	Массовая доля компонента, %						
Кварцевый песок 1К016А - 02Б	100	100	100	100	100	100	100
Жидкое стекло с модулем М 2,35-2,45 плотностью 1,45-1,48 г/см3	3,0	3,5	4,0	2,75*2	3,5	3,5	3,5
Жидкие отвердители*3	0,30	0,35	0,4	0,25	0,4	0,4	0,4
	Свойства смесей						
Живучесть при 20° С, мин	6 - 7	6 - 7	6 - 7	15	35 - 40	7 - 9	17 - 22
Прочность, МПа : при сжатии , Мпа через 1 ч через 2 ч через 4 ч через 24 ч	0,85 1,10 1,65 2,3	1,25 1,60 2,25 2,9	1,40 1,85 2,50 3,8	0,5- 0,6 0,7- 0,9	0,07- 0,12 0,8 - 1,0	0,85- 0,95 1,2 - 1,4 1,9-2,1	0,55- 0,65 1,0-1,2 1,7-1,9

				1,4- 1,6 2,5- 3,0	1,6-1,8 5,0-6,0	3,0-4,0	4,5-5,5
Осыпаемость, %	Менее 0,2	Менее 0,2	Менее 0,2	0,2-0,3	Менее 0,1	Менее 0,2	Менее 0,15

Примечания :

*1 Смесь для жакетной формовки

*2 Плотность смеси 1,35 г/см³

*3 В качестве жидких отвердителей используют : в составах 1 — 3 - пропиленкарбонат ; в составе 4 - пропиленкарбонат (0,025 мас.ч.) и технический триацетин (0,225 мас. ч.) ТУ 18-19-390-80; в составах 5, 6 и 7 - технический диацетат этиленгликоля (0,4 мас. ч.).

11.9. ЖИДКИЕ САМОТВЕРДЕЮЩИЕ СМЕСИ НА ОРГАНИЧЕСКИХ И ЦЕМЕНТНЫХ СВЯЗУЮЩИХ

Составы смесей на органических и цементных связующих приведены в табл. 199.

Таблица 199. Жидкие самотвердеющие смеси (ЖСС) на органических и цементных связующих

Наименование компонента	Номер смеси						
	1	2	3	4	5	6	7*1
	Массовая доля компонента, %						
Кварцевый песок 1К016А - 02Б	95,0-97,0	95,0-97,0	95,5	97,5	95,0-97,0	95,0-97,0	95,0
Жидкое стекло с модулем М 2,6 -3,0 плотностью 1,45-1,50 г/см ³	6,0-7,0	6,0-7,0	6,4-6,6	3,4-3,6	6,0-7,0	6,0-7,0	8,0
Феррохромовый шлак (ФХШ) S уд = 2000 см ² /г	3,0-5,0	3,0-5,0	3,5	2,5	3,0-5,0	3,0-5,0	5,0
Мазут	-	-	-	-	0,5-1,0	0,5-1,0	-
ПАВ нейтрализованный контакт Петрова	0,5	-	-	-	-	-	-
ПАВ РАС	-	0,10-0,15	0,14	0,14-0,15	0,1	-	-
ПАВ КЧНР	-	-	-	-	-	0,1	0,15

Смачиватель НБ	-	-	-	-	-	-	-
Пылевидный каменный уголь марки Г(ГОСТ 25543-88)	-	-	1,0	-	-	-	-
Лигносульфонаты плот- ностью 1,264-1,26 г/см ³	-	-	-	-	-	-	-
Глина формовочная	-	-	-	-	-	-	-
Портландцемент марок 300,400	-	-	-	-	-	-	-
Портландцемент марок 400,500	-	-	-	-	-	-	-
Вода	1,5-2,0	1,5-2,0	1,4-1,5	1,80- 1,95	1,5-2,0	1,5-2,0	2,0
	Свойства смесей						
Текучесть по расплыву конуса, мм	-	-	-	-	115- 120	115-120	90-110
Прочность при сжати, Мпа Через 1 ч Через 3 ч Через 24 ч	0,2-0,5 0,4-0,8 0,8-1,3	0,2-0,5 0,4-0,8 0,8-1,3	0,2-0,5 0,35- 0,7 0,5-0,9	0,1-0,3 0,20,5 0,3-0,7	0,15- 0,30 - 0,5- 1,2	0,14- 0,24 - 0,5- 1,2	0,16- 0,17 0,35- 0,50 -
Газопроницаемость, ед через 1 ч через 24 ч	200- 250 400- 500	70-80 300- 500	- более 250	- более 300	200- 300 500- 800	200-300 500-800	100-120 150-170

11.10. ЦЕМЕНТНЫЕ САМОТВЕРДЕЮЩИЕ СМЕСИ

В литейном производстве для приготовления ХТС , а также для изготовления моделей используют цемент марок 400 и 500. Самотвердеющие формовочные смеси на основе цемента приведены в табл. 200.

Таблица 200. Цементные самотвердеющие смеси

Наименование компонента	Номер смеси						
	1	2	3	4	5	6	7

	Массовая доля компонента, %						
Кварцевый песок	100,0 0	92,33	188,69	80,08	100,00	100,00	100,00
Портландцемент ПЦ400 S уд = 2500-5000 см2/г	8,0- 12,0	3,90	7,54	12,26	10,0	10,0	10,0
ВГС(водорастворим ые гидролизные сахара-водный раствор с концентрацией сухого вещества 30- 50% - продукт гидролиза древесины)	-	3,77	3,77	5,66	0,5	-	-
Вода	2,5- 3,0	-	-	-	7,0	8,0	7,0
Хлорид кальция CaCl ₂	-	-	-	-	0,5	-	-
Патока -мелясса	2,5- 3,0	-	-	-	-	-	-
Алюминат натрия (NaAlO ₂)	-	-	-	-	-	0,4	-
Карбонат натрия (сода) (сода -Na ₂ CO ₃)	-	-	-	-	-	1,5	-
	Свойства смесей						
Живучесть, мин	Более 90	85	35	15	40	20	Более 120
Прочность, МПа : при сжатии : в исходном состоянии	- - - - 0,1- 0,2 2,0- 2,5 -	- - 0,05 - 0,7 3,0 - -	- - 0,7 - 1,1 4,0 - -	- - 1,2 - 1,5 4,1 - -	0,007 0,03 - 0,07 - 1,2 1,6	0,008 0,20 - 0,35 - 1,5 1,8	0,006 0,015 - 0,04 - 0,9 1,3

11.11. ПЛАСТИЧНЫЕ САМОТВЕРДЕЮЩИЕ СМЕСИ (ПСС)

Пластичные самотвердеющие смеси обладают хорошими технологическими свойствами, высокой газопроницаемостью, низкой осыпаемостью и применяются для

изготовления крупных стальных и чугунных отливок. Составы и свойства пластичных самотвердеющих смесей (ПСС) приведены в табл. 201

Таблица 201 .Пластичные самотвердеющие смеси

Наименование компонента	Номер смеси					
	1	2	3	4* ₁	5* ₂	6* ₃
	Массовая доля компонента, %					
Кварцевый песок	62,0-63,0	62,0-63,0	98,0-99,0	97,5	100,0	100,0
Регенерат	30,0	30,0	-	-	-	-
Формовочная глина	5,0	5,0	-	-	-	-
Феррохромовый шлак (ФХШ)	0,8-1,2	2,0-3,0	1,0-1,2	-	-	-
Хромовый ангидрид 50%-й водный раствор	-	-	-	-	0,5	-
Каменный уголь молотый	2,5	2,5	-	-	-	-
Нефелиновый шлам Суд=7000-9000 см ² /г	-	-	-	-	-	-
Жидкое стекло с модулем 2,6 ; плотностью 1,38-1,42 г/см ³	5,5	5,5	6,0-6,5	6,5	-	-
Лигносультфонаты плотностью 1,24-1,26 г/см ³	-	-	-	-	5,0	6,0-8,0
Ортофосфорная кислота плотностью 1,56 г/см ³	-	-	-	-	-	0,3-0,4
Вода	-	-	-	-	4,5	-
Свойства смесей						
Живучесть, мин	50-80	15-20	40-50	До 30	5-10	2,5-10
Прочность, МПа при сжатии						
через 0,5 ч	0,013-0,020	0,017-0,028	-	До 0,1	0,24	0,3 - 0,4
через 1,0 ч	0,04 -0,05	0,07 -0,09	0,18 -0,35	-	0,42	-
через 2,0 ч	0,07 - 0,09	0,12 - 0,15	-	до 0,5	-	-
через 3,0 ч	0,12-0,14	0,18 - 0,22	0,45 - 0,70	-	-	-
через 4,0 ч	0,17-0,19	0,22 - 0,28	-	до 0,7	-	-
через 12 ч	0,4 - 0,5	0,45 - 0,55	-	-	-	-
через 24 ч	-	-	0,92-1,23	более 1,6	0,96	1,0-1,2
Осыпаемость, через 24 ч , %	-	-	0,22-0,42	До 0,2	-	0,1
Газопроницаемость, ед	100-150	100-150	-	Более 80	440	50 - 200
Влажность, %	3,0-4,0	3,5-4,0	3,6-4,5	3,8-4,2	7,0-7,5	6,0-7,5

*1 Смесь содержит :6,5 мас. ч. жидкое стекло с модулем 2,6 плотностью 1,45-1,48 г/см³ ; 2,5 мас. ч. - нефелиновый шлам влажностью 2,0 %, S уд = 7000-9000 см²/г ; 0,8 мас.ч. - водный раствор едкого натра NaOH плотностью 1,25 г/см³).

*2 Смесь содержит 0,5 мас. ч — фторагент ВЖС (кубовые остатки производства жирных кислот ;

*3 Смесь содержит : 0,40 -0,45 мас. ч. бихромат калия ; 0,3-0,4 мас. ч. - соляная кислота плотностью 1,19 г/см³ ; 0,05-0,06 мас. ч. - марганцевоокислый калий (KMnO₄)/

240

11.12. ПЛАСТИЧНЫЕ ЖИДКОСТЕКОВЫЕ СМЕСИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФОРМ И СТЕРЖНЕЙ С ПРОДУВКОЙ CO₂

Таблица 202. Пластичные жидкостексовые смеси для изготовления форм и стержней с продувкой CO₂

Наименование компонента	Номер смеси					
	1*1	2	3	4*1	5	6
	Массовая доля компонента, %					
Кварцевый песок 1K016A - 02Б	92,0-96,0	95,0-97,0	91,0-93,0			
Глина формовочная	4,0-5,0	-	4,0-5,0		4,0-5,0	0,5
Асбестовая крошка	-	3,0-5,0	-	3,0-5,0	-	-
Каменноугольная пыль	До 3,0	-	3,0-4,0	-	До 3,0	-
Древесные опилки	-	-	-	-	-	1,5
Жидкое стекло с модулем М 2,35 -2,45 плотностью 1,45-1,48 г/см ³	5,0-7,0	4,0-6,0	5,0-6,0	4,0-5,0	4,0-5,0	3,0-5,0
NaOH -10%-й раствор	0,5-1,5	0,5-1,0	1,0-1,5	0,5-1,0	1,0-1,5	0,5-1,0
Битум- раствор в уайт- спирите плотностью 1,3г/см ³	-	До 2,0	-	2,0	-	До 2,0
	Свойства смесей					
Влажность, %	3,0-3,5	3,5-4,0	3,5-4,0	3,5-4,0	3,5-4,	3,5-4,0
Прочность, МПа : при сжатии , по сырому на разрыв после	0,1-0,3 2,0	0,1-0,2 3,5	0,1-0,3 2,0	0,1-0,2 3,0	0,1-0,2 2,0	0,1-0,2 2,5

продувки CO2						
Газопроницаемость, ед	100	150	80	120	60	80
Назначение смеси	Облицовочная для форм при стальном литье	Стержневая при стальном литье	Облицовочная для форм при чугунном литье	Стержневая при чугунном литье	Облицовочная для форм при цветном литье	Стержневая при цветном литье

Примечание. *1 При изготовлении смесей допускается замена части песка регенератом в объеме 10-50 %.

241

11.13. ЖИДЕОСТЕКЛЬНЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ СМЕСИ

Теплоизоляционные смеси используют для облицовки литейных прибылей с целью ограничения потерь тепла жидкого металла в прибыли и увеличения длительности ее работы, а также в качестве засыпок на зеркало расплавленного металла в ковшах, открытых прибылях и в изложницах при получении слитков с целью снижения теплотерь. В литейном производстве в качестве основных теплоизоляционных материалов применяют вспученный перлит и жидкое стекло. Составы жидкостеклянных теплоизоляционных смеси приведены в табл. 203.

Таблица 203. Жидкостеклянные теплоизоляционные смеси

Наименование компонента	Номер смеси									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Массовая доля компонента, %									
Вспученный перлит	25,0	40,0	11,5	16,8	62,5	16,4	1,45	10,0	22,0	10,0
Огнеупорная глина	-	-	-	-	-	-	-	11,5-	16,5	15,0
Бой перлитно-каолиновых изделий	-	-	48,5	37,3	-	3,6	20,5	28,5	-	18,5
Древесные опилки	6,0	9,0	-	5,5	-	6,0	-	4,5	-	-

Ваграночный вынос	-	-	-	-	-	-	5,0	-	-	5,0
Асбест	-	-	-	-	-	-	-	-	15,0	-
Шлаковая вата	-	-	-	-	-	-	10,0	-	-	8,0
Отходы битумного производства	-	-	-	-	3,5	1,6	-	-	-	0,5
Жидкое стекло	69,0	51,0	40,0	40,0	34,0	46,0	50,0	45,5	46,5	43,0
	Свойства смесей									
Влажность, %	42,0	28,5	22,5	22,5	23,0	31,0	30,5	26,8	26,5	24,8
Объемная масса в сухом состоянии, кг/м ³	480	380	460	445	430	450	440	560	660	530
Прочность, МПа при сжатии в сыром состоянии	0,020	0,025	0,038	0,035	0,080	0,070	0,045	0,040	0,050	0,060
на разрыв в сухом состоянии	0,135	0,12	0,135	0,14	0,23	0,27	0,21	0,14	0,245	0,225
Газопроницаемость, ед в сыром состоянии	40	50	65	70	75	55	50	55	60	60
в сухом состоянии	125	160	185	190	225	170	165	170	165	160

11.14. ОБЛИЦОВочНЫЕ СМЕСИ

Облицовочные смеси применяют при изготовлении крупных стальных и чугунных отливок. Облицовочной смесью выполняют рабочую полость формы, которая заполняется металлом. Сверху засыпается наполнительная смесь. Облицовочные смеси позволяют получать более точные отливки с лучшим качеством поверхности при экономии свежих формовочных материалов. Составы облицовочных смесей приведены в табл. 204.

Таблица 204. Облицовочные смеси для крупных стальных и чугунных отливок

Наименование компонента	Номер смеси										
	1*1	2*1	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Массовая доля компонента, %										
Кварцевый песок	52,0	25,0-28,0	-	100,0	30,0	100,0	100,0	-	100,0	-	-
Шамотный порошок	29,0	25,0-28,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Огнеупорная глина	18,0	25,0-28,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Кокс молотый	-	26,0-28,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Хромо-магнетит	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Хромистый железняк	-	-	100,0	-	70,0	-	-	100,0	100,0	97,0	94,5-95,0
Патока	-	-	-	-	-		2,1				5,0-6,0
Лигно-сульфонаты плотность ю 1,0-1,1	-	-	-				4,3	10,0-15,0		3,0	
Жидкое стекло плотность ю 1,25-1,30	-	-	8,0-10,0	8,0-10,0	8,0-10,0	7,1	-	-	18,0-20,0	-	-
Вода,сверх 100 %	12,0-14,0	12,0-14,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Свойства смесей										
Влажность , %	5,5-7,5	13,0-15,0	5,0-6,0	5,0-6,0	5,0-6,0	4,5-5,0	4,5-5,0	5,0-6,0	6,0-7,0	5,5-6,5	5,0-6,0
Прочность, МПа при сжатии в сыром состоянии	0,07-0,09	0,02-0,03	0,02-0,03	0,02-0,03	0,02-0,03	0,02-0,03	0,025-0,04	0,045-0,165	0,055-0,065	0,05-0,06	0,03-0,035
на разрыв в сухом состоянии	более 1,0		более 1,0	более 1,0	более 1,0	-	-	более 3,0	более 4,0	более 5,0	более 8,0
Газопроница-	70	-	50	40	50	более	более	20	-	До 30	До 30

емость, ед						3,0	7,0				
------------	--	--	--	--	--	-----	-----	--	--	--	--

Примечание : *1 облицовочные смеси для особо крупных чугунных отливок

244

ГЛАВА 12. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЛИТЕЙНЫХ ФОРМ И СТЕРЖНЕЙ

12.1 ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Процесс изготовления литейных форм включает в себя процесс подготовки материалов и непосредственно процесс формовки. Подготовка формовочных материалов обработку свежего формовочного материала и отработанной смеси с целью придания им необходимых свойств (ГОСТ 18169-86).

Формовочная(стержневая) смесь должна соответствовать требованиям технологического процесса литья и изготовления литейных форм и

стержней. Формовочные и стержневые смеси подразделяются на :

Облицовочная смесь - смесь для образования рабочего слоя литейной формы или **стержня** ;

Наполнительная смесь - смесь для заполнения опоки или стержневого ящика поверх рабочего слоя литейной формы или стержня для упрочнения ;

Едина смесь - формовочная или стержневая смесь, используемая одновременно в качестве облицовочной и наполнительной смеси ;

Отработанная смесь - формовочная и стержневая смесь предварительно использованная формовочных песков называется **регенерацией отработанной формовочной смеси**; **Формовка** — это процесс формования литейных форм и стержней из формовочных и стержневых смесей. В зависимости от способа формирования рабочей полости формы формовка подразделяется на :

- формовка уплотнением смеси ;
- формовка в нагреваемой модельной оснастке ;
- CO₂ — процесс ;
- наливная (засыпная) формовка ;

В зависимости от применяемой оснастки формовка делится на :

- формовка по модели ;
- формовка в двух или нескольких опоках ;
- безопочная формовка
- стопочная формовка ;
- формовка в стержнях ;
- формовка в почве (формовочной яме);
- формовка по шаблону ;

Формовка уплотнением подразделяется на ручную и машинную.

12.2. РУЧНАЯ ФОРМОВКА

12.2. 1.Фрмовка в двух опоках по модели выполняется как по цельным так и по разъемным моделям. Применяют в индивидуальном и мелкосерийном производстве.

Для предотвращения прилипания смеси модель предварительно присыпают графитом, обрызгивают керосином или натирают парафином. Затем на модель наносят облицовочную смесь толщиной от 10 до 150 мм. Слой наполнительной смеси должен быть толщиной не менее 80-100 мм. Набивку ведут от стенок к центру, причем трамбовка должна находиться от модели не ближе чем 20-40 мм. Характеристика плотности набивки приведена в табл 205.

245

Таблица 205. Плотность набивки

Плотность набивки	Показания твердомера(диаметр шарика 10,0мм, сила пружины 1,0 кг,ход наконечника 10,0 мм)
Очень слабая	20,0
Слабая	40,0

Средняя	50,0
Плотная	70,0
Очень плотная	85,0

Плотность набивки « по сырому» для чугунных отливок составляет :

для мелких отливок - 25-50 ед ;

для средних - 50-70 ед ;

для крупных -70-85 ед.

Плотность набивки нижних опоков должна быть больше чем верхних.

Плотность набивки при формовке «по-сырому» больше чем при формовке « по сырому » .

Плотность набивки для стальных отливок больше чем для чугунных.

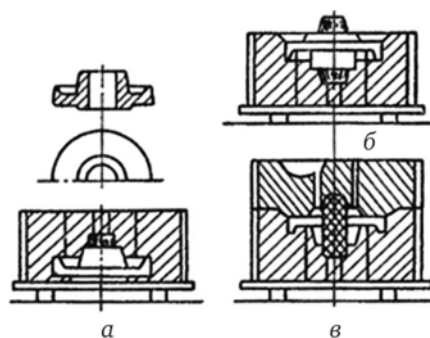


Рис. 97. Формовка в двух опоках по модели: а, б - модель и нижняя полуформа ;

в- форма в сборе ;

12.2.2. Формовка с подрезкой . В случае, когда из-за формы модели ее нельзя уложить на подмодельную плиту так, чтобы она полностью прилегала к ее плоскости поверхности, возникает необходимость создания фигурного разъема, обеспечивающего вынимание модели без разрушения формы.

В этом случае формовку производят обычными приемами. Затем опоку, в которой забита модель, переворачивают и срезают смесь в тех местах, где края модели не выходят на поверхность разъема. Подрезанные участки заглаживают, посыпают разделительным песком, ставят вторую опоку и продолжают формовку как обычно.

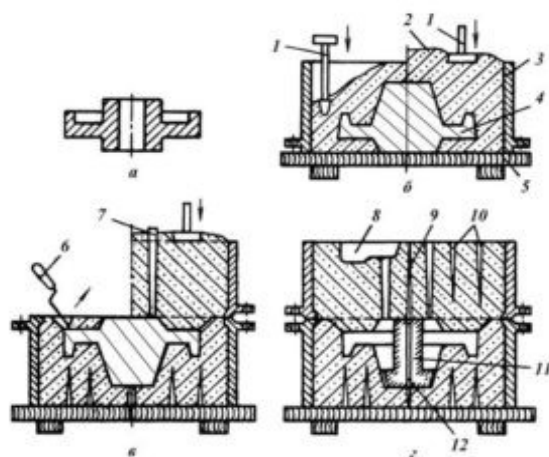
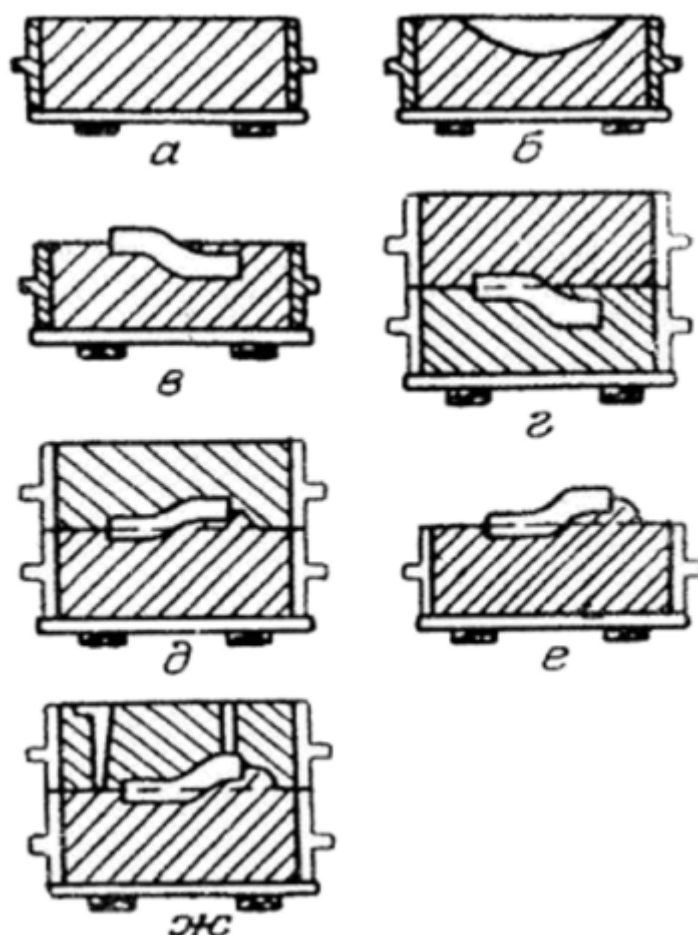


Рис. 98. Формовка с подрезкой а — модель ; б- формовка нижней опоки ;

в - подрезка ; г- форма в сборе ;

12.2.3. Формовка с «фальшивой» опокой - это разновидность формовки с подрезкой (Рис. 99) Фальшивая опока служит в качестве фасонной подмодельной плиты и применяется только в процессе изготовления форм.



99. Формовка с фальшивой опокой

Для изготовления формы на подмодельную плиту ставят опоку, насыпают в нее формовочную смесь и утрамбовывают (Рис. 99, а). Излишек смеси срезают, опоку поворачивают на 180° и укладывают разъемом кверху. Поверхность разъема разглаживают, в форме делают углубление подобно очертаниям модели (Рис. 99, б), в которую осаживают модель и образец (Рис. 99, в), а затем подрезают лишнюю землю, модель и образец расталкивают и свободно извлекают. Поверхность отпечатка посыпают разделительным песком, после чего модель и образец снова укладывают в форму. На набитую форму сверху устанавливают нижнюю опоку и заформовывают обычным образом (Рис. 99, г). После этого опоки переворачивают таким образом, чтобы модель осталась в нижней полуформе (Рис. 99, е). Далее устанавливают литниковую систему в верхней полуформе (Рис. 99, ж) и подают на заливку.

При серийном производстве фальшивую опоку делают из цемента, гипса, дерева и других прочных материалов.

В массовом производстве фальшивую опоку делают в виде дополнительной модельной плиты, повторяющей поверхность формы, которую крепят к основной модельной плите.

12.2.4. Формовка по модели с отъемными частями

применяется при изготовлении сложных фасонных отливок для облегчения удаления модели из формы (Рис. 100)

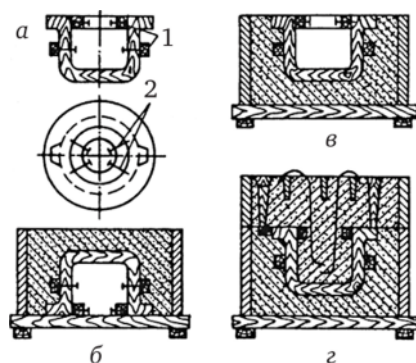


Рис. 100. Формовка по модели с отъемными частями

а — модель; б - изготовление нижней полуформы; в - удаление шпилек из наружных отъемных частей; г — изготовление верхней полуформы; 1 - отъемные части; 2 - шпильки крепежные;

При формовке с отъемными частями модель устанавливают на подмодельную доску (плиту), накрывают опокой частично засыпают смесью и утрамбовывают. Формовочную смесь возле отъемных частей следует утрамбовывать осторожно, чтобы их не сместить. После окончания формовки шпильки вынимают. При вынимании модели отъемные части остаются в форме и вынимаются отдельно.

12.2.5.. Стопочная и ступенчатая формовка. Литье в вертикально-стопочные формы обеспечивает рациональную конструкцию формы, в которой отливки располагаются на одном стояке в несколько этажей (Рис. 101)

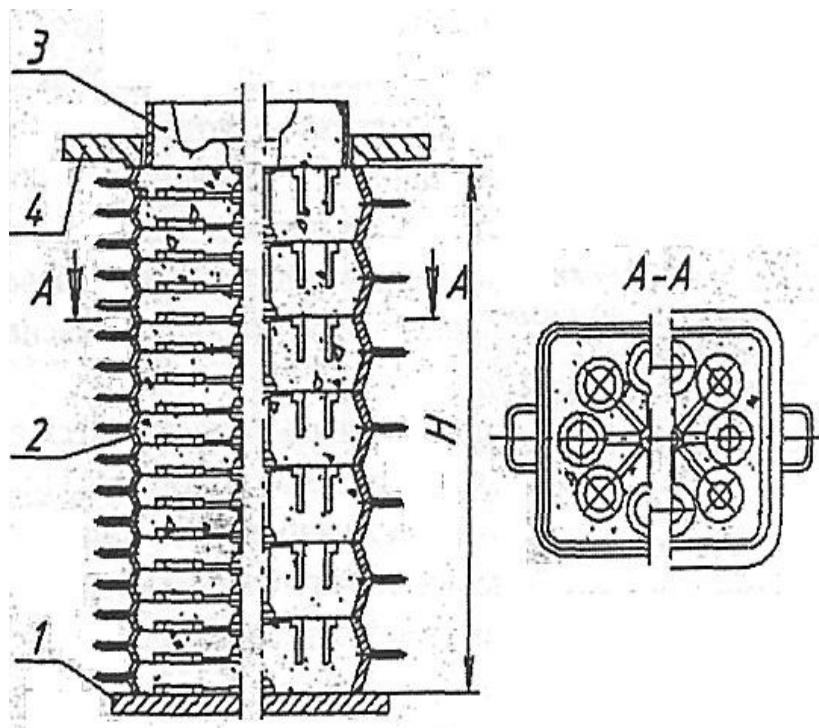


Рис. 101. Стопочная формовка. Форма в сборе. 1- поддон ; 2- опока ; 3- груз ;

При стопочной формовке достигается увеличение производительности труда, так как почти в два раза уменьшается количество форм, сокращается расход формовочных материалов, увеличивается выход годного.

Методом стопочной формовки изготавливают отливки типа поршневых колец, фланцы, крышки и др. изделия простой конфигурации.

12.2.6. Формовка в стержнях - вид формовки, при котором форма собирается целиком из стержней, образующих как внешнюю так и внутреннюю поверхности отливки. (Рис. 102). Таким способом получают сложные по конфигурации отливки с высокими требованиями к чистоте поверхности.

Изготовление формы из стержней дает возможность деления ее на простые элементы, изготовление которых в отдельности не представляет сложности. Использование стержневой смеси с высокой прочностью позволяет получать качественные отливки. При этом трудоемкость выбивки уменьшается. Недостатком является высокая стоимость форм и повышение себестоимости отливок.

Изготовление формы из стержней дает возможность деления ее на простые элементы, изготовление которых в отдельности не представляет сложности. Использование стержневой смеси с высокой прочностью позволяет получать качественные отливки. При этом трудоемкость выбивки уменьшается. Недостатком является высокая

стоимость форм и повышение себестоимости отливок.

249

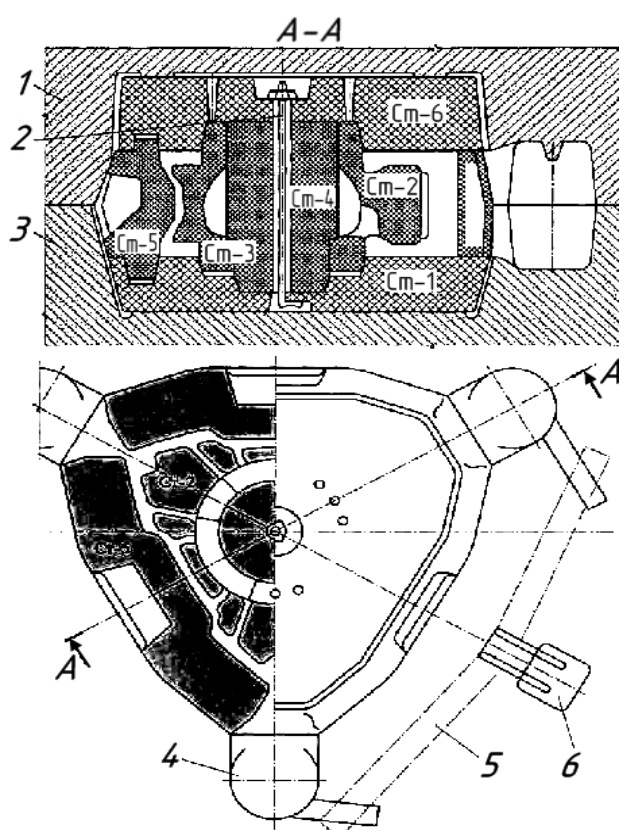


Рис. 102. Формовка в стержнях: 1- верхняя полуформа; 2- шпилька; 3- нижняя полуформа; 4 - прибыль; 5 - литниковый ход; 6- дроссель; Ст1 - Ст 6 - стержни.

Формовка в кусках является разновидностью формовки в стержнях. Сущность процесса изготовления формы тот же, что и при формовки в стержнях. Однако сами элементы формы могут изготавливаться не только из стержневой но и из формовочной смеси и корректироваться по месту сборки формы с целью обеспечения большей точности.

12.2.7.Формовка в почве.- это формовка на формовочном плацу (в формовочной яме) по литейным моделям и формовочным литейным шаблонам Формовку в почве применяют для изготовления очень крупных отливок массой до нескольких тонн, не требующих большой точности. Формовка в почве может быть открытая и закрытая.

12.2.8. Формы изготавливают в специальных ямах (кессонах), дно которых находится ниже уровня основного пола. Стенки и дно кессонов облицовывают бетоном для герметизации. Почва должна давать четкий отпечаток модели. Существует два вида почвенной формовки - по мягкой и твердой постели.

12.2.9. Формовку по мягкой постели применяют для крупных плоских моделей, имеющих небольшую высоту. При формовке по мягкой постели (Рис. 103) в полу делают яму, габаритные размеры которой превышают габариты модели на 150-200 мм. По уровню устанавливают металлические рейки 3 или уголки. В яму насыпают наполнительную смесь 4 до верхних кромок уголка, затем излишек смеси удаляют деревянной рейкой 1 и засыпают облицовочную смесь 2.

250

Модель 7 укладывают на облицовочную смесь и осаживают в землю с помощью молотка 8 до тех пор, пока она не сравняется с горизонтальными брусками. Для контроля выравнивания желательно использовать плоскую доску.

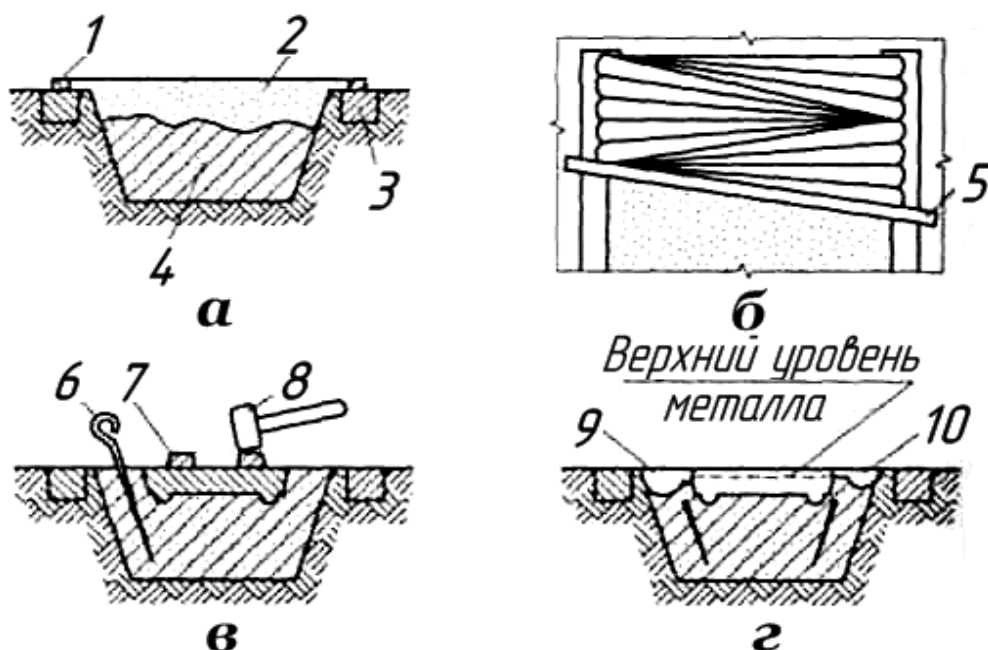


Рис. 103. Открытая почвенная формовка по мягкой постели

а, б — изготовление постели ; в — осадка модели ; г - готовая форма.

1 — установочная рейка ; 2 — облицовочная смесь ; 3 — металлическая рейка ;

4 - наполнительная смесь ; 5 — деревянная рейка для выравнивания смеси ;

6 - вентиляционная игла ; 7 — модель ; 8 - молоток ; 9- приемная литниковая чаша ;

10 - сливной резервуар ;

После осаживания модель дополнительно уплотняют и срезают излишки смеси. Затем прорезают питатели, устанавливают литниковую

чашу 9 и накалывают вокруг модели вентиляционные каналы с помощью вентиляционной иглы 6. Чтобы исключить подрыв формы при извлечении модели формовочную смесь по контуру модели предварительно смачивают. Полость формы перед заливкой припыливают графитовым порошком.

12. 2.10. Формовка по твердой постели позволяет изготавливать отливки со сложной поверхностью. При формовке по твердой постели размеры ямы должны быть на 300-500 мм больше габаритных размеров модели. Дно ямы хорошо уплотняют

(Рис. 104, а). На дно ямы 1 насыпают и уплотняют слой крупного шлака или кокса 2 размером 50-70 мм. Слой кокса покрывают листами асбеста и устанавливают вентиляционные трубы 5 для отвода газов из формы. Затем засыпают и уплотняют наполнительную смесь 6 слоями через 60-80 мм. В уплотненной наполнительной смеси делают вентиляционные каналы 4 и засыпают облицовочную смесь 7.

При закрытой почвенной формовке после осаживания модели А (Рис. 104,б) поверх ее устанавливают верхнюю опоку (Рис. 104, в), уплотняют в ней смесь и выполняют литниковую систему. В опоке может быть выполнена и часть рабочей полости формы. Затем снимают опоку, извлекают модель, отделяют форму присыпкой и вновь накрывают ее опокой с литниковой системой под заливку.

251

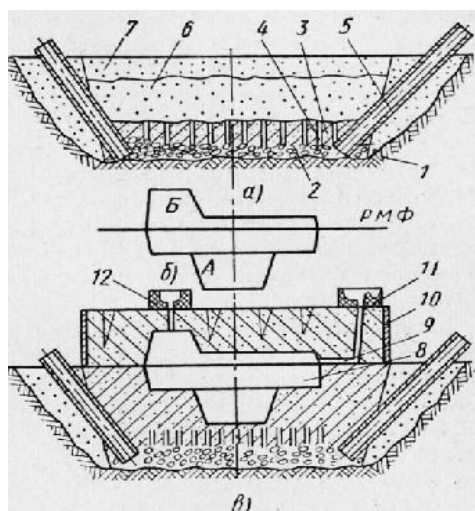


Рис. 104. Закрытая почвенная формовка по твердой постели : а — приготовление

твердой постели ; б - модель ; в - форма в сборе ; 1- яма ; 2 — слой кокса или

шлака ; 3 — слой уплотненной наполнительной смеси ; 4 - вентиляционные наколы ;

5 — вентиляционные трубы ; 6 - слой наполнительной смеси ; 7 — слой

облицовочной смеси ; 8 — полость формы ; 9 — литниковый канал ; 10 — опока ;

11 - литниковая чаша ; 12 - выпор.

12.2.11. Формовка по шаблону является разновидностью почвенной формовки.

Формовку по шаблону применяют для изготовления массивных отливок, имеющих форму тел вращения (цилиндры, шкивы и т. п.). При этом способе отпадает необходимость в дорогостоящих моделях. Поверхность формы получают за счет выгребания формовочной смеси специальными досками, имеющими профиль будущей отливки. При формовке используют специальные приспособления, обеспечивающие точность выполнения профиля отливки (Рис. 105).

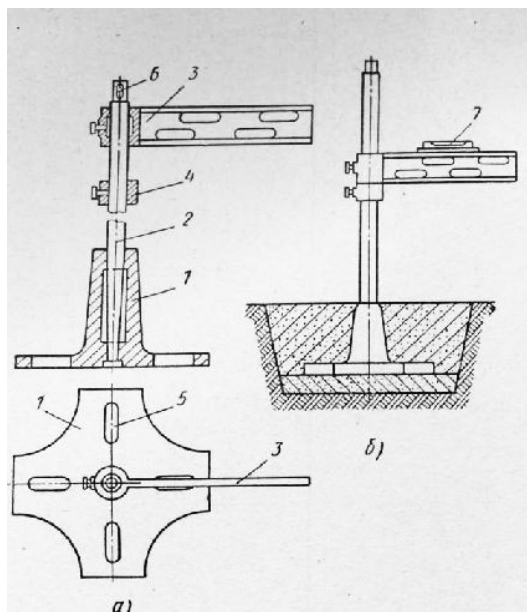


Рис. 105. Приспособления для формовки по шаблону (а) и схема их установки (б).

12.2.12. Формовка «по сырому» - это технологический процесс изготовления литейных форм, которые не подвергаются сушке перед заливкой. Сушке могут подвергаться только стержни. Формовка «по сырому» применяется для изготовления небольших по массе тонкостенных отливок. Литейные формы таких отливок не

испытывают большого давления заливаемого в них расплава, поэтому форма не требует большой прочности. Форма обладает хорошей газопроницаемостью и низкой себестоимостью.

12.2.13. Формовка «по сухому» - это технологический процесс изготовления литейных форм, при котором все части формы подвергаются сушке перед заливкой. (ГОСТ 18169-86). Формовка «по сухому» применяется для всех видов отливок и сплавов.

12.2.14. Формовка по CO₂-процессу — это технологический процесс, при котором упрочнение литейной формы осуществляется продувкой углекислым газом CO₂.

12.2.15. Формовка по нагреваемой модельной оснастке — это технологический процесс получения форм, при котором термореактивная смесь наносится на горячую модельную оснастку и отверждается.

12.2.16. Вентиляция форм. Для увеличения газопроницаемости формы в ней вентиляционными иглами делают каналы. Каналы не должны доходить до поверхности модели. Количество вентиляционных каналов зависит от площади формы, заливаемого сплава и способа формовки. Нормы вентиляции форм приведены в табл. 206.

Таблица 206. Нормы вентиляции форм

Способ вентиляции	Показатель	Ед. измерения	Нормы вентиляции			
			До 0,25	0,25-0,5	1,0-2,0	св.2,0
Вентиляция прямым душником при формовке в парных опоках	Площадь опоки	м ²	До 0,25	0,25-0,5	1,0-2,0	св.2,0
	Диаметр душника	мм	3,0	5,0	7,0	10,0
	Количество наколов на 1 дм ²	-	15	10	7	5я
Вентиляция изогнутым душником при формовке в почве по мягкой постели	Периметр опоки	м	До 1,0	До 2,0	До 4,0	-
	Диаметр душника	мм	3,0	5,0	7,0	-
	Количество наколов на 1 дм ²	-	15	10	7	-
Вентиляция нижней полужоуры трубами при формовке в почве по твердой постели	Площадь опоки	м ²	До 1,0	2,0-3,0	3,0-5,0	Св.5,0
	Диаметр труб	мм	50,0	50,0	70,0	100,0
	Количество труб	-	2	4	6	8
	Высота слоя твердой постели	мм	100,0	150,0	200,0	300,0

Таблица 207. Рекомендуемые размеры шага прошивки для различных

поверхностей чугунных отливок

Наименование поверхностей отливок	Размер шага прошивки, мм
Вертикальные и наклонные поверхности	50,0 - 100,0
Верхние горизонтальные поверхности	50,0 - 75,0
Углы, обращенные вершинами кверху	50,0 - 75,0
Углы, обращенные вершинами книзу	25,0 - 35,0

253

Таблица 208. Наименьшее расстояние между моделями и стенками опок для

мелких, средних и крупных отливок

Параметры	Размеры отливок
-----------	-----------------

	Мелкие (До 2,0 кг)	Средние (2,0-70,0 кг)	Крупные (св. 70,0 кг)
Расстояние между моделями, мм	0,5 от высоты модели в форме		
Расстояние между моделью и стенками опоки, мм	20,0-30,0	50,0 — 75,0	125,0-175,0
Толщина слоя земли над моделью, мм	35,0 - 60,0	75,0-100,0	150,0-200,0
Толщина слоя земли под моделью, мм	50,0-75,0	100,0-125,0	175,0 — 250,0

12.3. МАШИННАЯ ФОРМОВКА

Использование формовочных машин и механизмов значительно снижает трудоемкость технологического процесса формовки и повышает производительность труда.

Формовочные машины используются для изготовления форм методом уплотнения песчано-глинистой смеси.

В зависимости от вида используемой энергии формовочные машины делятся на пневматические, механические, гидравлические и электромагнитные.

По методу уплотнения смеси различают машины встряхивающие, прессовые вибропрессовые, встряхивание с подпрессовкой и пескометы.

По способу извлечения модели из формы машины бывают со штифтовым подъемом опоки, с перекидным и поворотным столом.

12.3.1. Машины формовочные

встряхивающие

Формы из песчано глинистых смесей (ПГС) изготавливают на встряхивающих формовочных машинах. Принцип работы встряхивающей формовочной машины заключается в следующем : подмодельная плита крепится к рабочему столу формовочной машины, на нее устанавливается опока. На рабочую поверхность модели наносится разделительное покрытие, после чего опока наполняется формовочной смесью. Уплотнение производится встряхиванием : рабочий стол поднимается на установленную высоту давлением сжатого воздуха и падает.

По способу извлечения модели из формы машины бывают со штифтовым подъемом опоки, с перекидным и поворотным столом.

Машины литейные встряхивающие однопозиционные общего назначения должны соответствовать ГОСТ 7020-75. Машины должны изготавливаться следующих типов :

- 1 - без поворота полуформ ;
- 2 - с поворотом полуформ

и исполнений :

- 11 и 21 - уплотняющие полуформы встряхиванием с

одновременным или последующим прессованием или имеющие несколько режимов уплотнения ;

22 - уплотняющие полуформы встряхиванием.

254

Основные параметры таких машин приведены в табл. 208.

Таблица 208. Основные параметры машин формовочных
однопозиционных
встряхивающих

Наименование основных параметров		Исполнение	Нормы							
Размеры в свету, мм	Длина	11; 21	500	630	800	1000	1250	-	-	-
	Ширина			500	630	800	1000	-	-	-
	Длина	22	-	-	800	1000	1250	1600	2000	2500
	Ширина		-	-	630	800	1000	1250	1600	2000
Высота опоки (наименьшая), мм		11; 21; 22	150	250	300	350	400	600	700	800
Ход вытяжки, не менее, мм		11; 21;	160	200	250	300	360	-	-	-
		22	-	-	320	360	400	500	630	800
Грузоподъемность, не менее, т		11; 21;	0,16	0,40	0,60	1,0	2,0	-	-	-
		22	-	-		1,0	2,0	3,0	5,0	10,0
Усилие прессования, не менее, кН		11; 21;	39,2	54,9	98,0	137,2	196,0	-	-	-
Продолжительность цикла для машин, работающих в автоматическом режиме, не более, с		11; 21;	36	60	72	80	80	-	-	-
		22	-	-	90	180	200	210	360	710
Цикловая производительность для машин, работающих в автоматическом режиме, не более, с		11	145	120	110	90	56	-	-	-
		21	100	90	80	75	50	-	-	-
		22	-	-	45	20	18	17	12	8

ческом режиме, не менее, форм / ч									
Удельная масса, не более, кг/мЗ/ ч	11	390 (380)	265 (253)	233 (218)	222 (215)	-	-	-	-

Примечания :

1. Цикловую производительность и продолжительность цикла определяют, исходя из длительности несомещенных во времени операций, выполняемых машиной.
2. Для изготовления полуформ в опоках размером в свету 1200 x 1000 мм допускается изготовление машин 1 типа, уплотняющих полуформы встряхиванием без прессования.
3. Нормы удельной массы в скобках применяются при разработке новых (модернизированных) машин.

255

Характеристика некоторых моделей формовочного оборудования приведены в табл. 209.

Таблица 209. Машины формовочные встряхивающие

Наименование	Модель	Размер опок в свету, мм	Высота опоки, мм	Ход вытяжки, мм	Продолжительность цикла, с	Грузополъемность, т
Машина формовочная встряхивающе-прессовая без поворота полуформ	22111	500 x 400	200	180	30	0,2
	22112	600 x 500	250	220	36	0,4
	22113	800 x 700	300	250	40	0,7
Машина формовочная встряхивающе-прессовая с поворотом полуформ	233М	1000 x 800	400	-	-	1,32
	234МК	1600 x 1200	600	-	-	3,00
	235 МК	2000 x 1600	700	-	-	5,0
	236С	2500 x 2000	800	-	-	10,0
Машина формовочная встряхивающе-прессовая с поворотом полуформ, полуавтомат	91271	500 x 400	200	-	-	0,15
	265М	800 x 700	300	-	-	0,60
	267М	1000 x 800	35000	-	-	1,2

12.3.2 Машины формовочные с импульсно-прессовым способом уплотнения

Уплотнение формовочной смеси в опоке производится последовательным сочетанием: импульсом сжатого воздуха под низким давлением и последующей допрессовкой пассивной головкой. Процесс формовки осуществляется в полуавтоматическом режиме. Вне автоматического цикла с помощью дополнительных механизмов выполняются операции: установка пустой опоки, заполнение опоки с наполнительной рамкой, удаление полуформы.

Подъемный стол на позиции уплотнения поднимает модельную оснастку с опокой и наполнительной рамкой, заполненных формовочной смесью, и прижимает их к импульсно-прессовой головке. При открывании клапана сжатый воздух проходит через формовочную смесь от ее верха до подмодельной плиты и выходит через венты. Поток воздуха обтекает модель и уплотняет ее у поверхности модели. Регулировкой давления воздуха в ресивере машины и удельного давления допрессовки можно добиться оптимальной плотности формы. Характеристика формовочных машин импульсно-прессовой формовки приведена в табл. 210.

Таблица 210. Характеристика формовочных машин импульсно-прессовой формовки
с поворотным столом

Модель	Размер опок в свету, мм	Высота опоки, мм	Давление сжатого воздуха, МПа	Удельное давление допрессовки, МПа	Установленная мощность, кВт
2Н380	500 x 400	200	0,63	1,2	5,5
2Н381	630 x 500	250			5,0
2Н382	800 x 630	300			8,0
2Н383	1000 x 800	350			8,0
2Н384	1250 x 1000	400			12,0
2Н385	1600 x 1250	500			13,0

Применение поворотного стола позволяет на одной машине последовательно изготавливать верхние и нижние полуформы.

12.3.3 Пескометы

При пескометной формовке наполнение и уплотнение формовочной смеси происходит одновременно. Формовочная смесь из бункера подается в опоку с помощью гибкого рукава. Плотность набивки полуформ обеспечивается за счет высокой скорости вылета пакетов формовочной смеси. Пескометы и пескометные головки должны

изготавливаться в соответствии с ГОСТ 19498-74 и ГОСТ 10580-74.

Пескометы изготавливают двух типов :

- 1 - стационарные ;
- 2 - передвижные (консольные).

Длина рукавов устанавливается в соответствии с ГОСТ 19498-74 следующих размеров, мм :

малых - 1200, 1800, 2500, 3500 ;

больших - 1400, 2000, 2800, 4000, 5500.

Основные параметры и размеры пескометов приведены в табл. 211

Таблица 211. Основные параметры пескометов формовочных (ГОСТ 19498-74)

Номенклатура основных параметров и размеров	Тип	Нормы					
Производительность при плотности смеси 1,6 т/м3, для типов, м3/ ч	1	12,5		25		-	
	2					50	
Диаметр ротора головки, не более, мм	1 ; 2	480; 560 ; 630 ; 800		630 ; 800		800	
Ширина ковша головки, мм	1 ; 2	100 ; 125		125 ; 150			
Количество ковшей	1 ; 2	1; 2					
Вылет рукавов (сумма длин большого и малого ру кавов) для типов, мм	1	3200	4600	4600 ; 5300	6500; 7500	-	
	2					6500; 7500	9000
Расстояние от выходного отверстия пескометной го- ловки : для типа 1 - до уровня фундамента; для типа 2 — до верхней плоскости рельса, мм	Верхнее ,не менее	1400	1600		2000		2360
	Нижнее, не более	800			600		
Угол поворота рукавов, рад (в скобках значение в градусах), не менее	Большо го	3,14 (180º)					
	Малого	4,71(270º)					

Характеристика пескометов приведены в табл. 212 и 213.

12.3.5. Вибростолы

Вибростолы применяют для уплотнения песчано-смоляных смесей при изготовлении форм из холодно-твердеющих смесей (ХТС). Вибростол состоит из стационарной рамы с рольгангом, рабочей рамы с вибродвигателями и пневматических подушек.

После заполнения смесью оснастки оператор включает подъем вибростола, рабочая рама поднимается над уровнем рольганга на установленную высоту, после чего оператор запускает вибрацию. Характеристика некоторых моделей вибростолов приведена в табл. 215.

Таблица 215. Характеристика вибростолов

Модель	Грузоподъемность, т	Усилие вибрации, кН	Размер рабочей поверхности, мм	Мощность вибродвигателей, кВт
Z291	1	10	1250 x 1200	4 x 0,25
Z292	2	20	1250 x 1200	4 x 0,40
Z293	3	32	1500 x 1200	4 x 0,75
Z294	4	40	1550 x 1200	4 x 1,5
Z295	5	50	1800 x 1200	4 x 1,5
Z296	6	70	2545 x 1400	4 x 1,5
Z298	8	80	2945 x 1400	4 x 2,0
Z2910	10	100	2945 x 1400	4 x 2,2

12.4. ИЗГОТОВЛЕНИЕ СТЕРЖНЕЙ

Стержень литейный - элемент литейной формы, предназначенный для образования внутренней полости или сложного контура в отливке. Рабочая часть стержня воспроизводит в зеркальном отображении контуры отливки. Опорные части стержня (знаки) служат для фиксации стержня в полости формы.

Стержни должны обладать высокой прочностью и газопроницаемостью при минимальной гигроскопичности и газотворности.

12.4.1 .Стержни изготавливают в стержневых ящиках — разъемных и неразъемных, с горизонтальной или вертикальной плоскостью разъема. Стержни простой конфигурации изготавливают в вытряхных стержневых ящиках.

258

12.4.2. Литейные стержни изготавливают из специальных стержневых смесей - песчано-глинистых и химически твердеющих как в нагреваемой так и в холодной оснастке (с добавлением катализаторов). Заполнение стержневого ящика смесью и уплотнение смеси может производиться методом ручной и машинной формовки на прессовом, встряхивающем, пескодувном оборудовании.

12.4.3. При ручном изготовлении стержней толщину рабочего слоя смеси для небольших стержней принимают равной 60-80 мм, для стержней размером до 1000 мм — 80-100 мм, для крупных стержней (более 1000 мм) — 100-120 мм. Для мелких стержней заполнение стержневого ящика производится в один прием, а для средних и особенно для крупных стержней смесь уплотняют через каждые 35-100 мм.

12.4.4. Для повышения прочности в стержни устанавливают металлические каркасы. Для мелких стержней каркасы делают из стальной проволоки. Для средних и крупных - стержней каркасы могут быть литыми из чугуна, сварными и комбинированными. Установленный в ящик каркас не должен препятствовать свободной усадке отливки. Расстояние от стенок ящика до каркаса должно быть :

для стержней размером до 500,0 мм - 20,0-30,0 мм ;

для стержней размером до 1000,0 мм - 25,0 - 40,0 мм;

для стержней размером более 1000,0 мм — 40,0-60,0 мм.

12.4.5. Вентиляцию стержней осуществляют с помощью наколов душниками, с помощью прокладки специальных жгутов или при помощи прорезных каналов, которые выполняют по разьему стержневого ящика.

Таблица 216. Размеры душников в зависимости от размеров стержня

Диаметр или толщина стержня, мм	До 20,0	30,0	40,0	50,0	70,0	100,0
Диаметр душника, мм	3,0	5,0	7,0	10,0	15,0	20,0

12.4.6. Криволинейные ленточные стержни вентилируют с помощью витой стальной стружки, хлопчатобумажных жгутов с нанесением на них слоя воска или с помощью жгутов из соломы (табл. 217).

Таблица 217. Способы вентиляции в зависимости от толщины стержня

Способ вентиляции	Диаметр или толщина стержня, мм					
	До 20,0	30,0	40,0	50,0	70,0	100,0
Диаметр стальной стружки, мм	3,0	5,0	7,0	10,0	15,0	20,0
Диаметр хлопчатобумажного жгута, мм	3,0	5,0	6,0	7,0	-	-
Диаметр соломенного жгута, мм	-	-	-	-	15,0	25,0

12.4.7. В стержнях, выполненных из двух частей вентиляцию стержня выполняют при помощи прорезных каналов по разьему ящика, В каналах выполняют наколы душником, не доведя до рабочей поверхности 3,0 - 8,0 мм.

12.4.8.

Таблица 218. Размеры прорезных каналов

Размеры вентиляционных	Диаметр или толщина знака стержня, мм
------------------------	---------------------------------------

каналов	50,0	70,0	100,0	150,0	200,0	300,0
Диаметр канала , мм	15,0	20,0	30,	40,0	50,0	60,0
Диаметр душника , мм	3,0	3,0	5,0	5,0	7,0	7,0
Количество каналов	5 - 6	6 - 7	6 - 8	8 - 10	8 - 10	8 - 10

12.4.8. В соответствии с ГОСТ 8907-87 машины стержневые пескодувные должны изготавливаться двух типов :

тип 1 — для использования стержневой оснастки с вертикальной плоскостью разъема ;

тип 2 - для использования стержневой оснастки с горизонтальной плоскостью разъема ;

исполнения А - с устройствами для нагрева стержневой оснастки ;

исполнения Б - с устройствами для подготовки и подачи газоотвердителя смеси и нейтрализации отходящих газов.

Основные параметры и размеры машин должны соответствовать приведенным в табл. 219.

Таблица 219. Основные параметры машин стержневых пескодувных (ГОСТ 8907-87).

Наименование основных параметров и размеров			Норма						
Наибольший объем стержня, дм3			1,6	4,0	10,0	25,0	63,0	100,0	160,0
Наибольшая масса стержня, кг			2,5	6,3	12,0	25,0	50,0	100,0	150,0
Рабочая емкость резервуара, дм3, не менее			2,5	6,3	16,0	40,0	100,0	160,0	250,0
Габаритные размеры стержневых ящиков, мм, не более	Тип 1	Длина	300	400	600	900	(750)	(1000)	(1100)
		Ширина	200	320	500	600	(600)	(750)	(900)
		Высота	150	200	200	300	(750)	(700)	(800)
	Тип 2	Длина	300	400	600	900	1100	1300	1500
		Ширина	200	320	500	600	800	1000	1200
		Высота	150	200	200	300	300	350	400
Продолжительность цикла, с , не более	Исполнение А		15	18	20	30	30	45	45
	Исполнение Б		24	30	36	48	55	66	100

Примечания. 1. В таблице под длиной и шириной стержневого ящика понимают его размеры в плоскости разъема, а под высотой - суммарный размер двух половин ящика, перпендикулярный плоскости разъема.

2.Размеры стержневых ящиков, заключенные в скобки при новом проектировании не применять; параметр «наибольшая масса стержня» приведен справочно.

3.Продолжительность цикла указана без учета продолжительности отверждения стержня, операций извлечения отъемных частей оснастки и выдачи стержня из машины.

4.Цикловую производительность $P_{ц}$ рассчитывают по формуле (16):

$$P_{ц} = \frac{3600}{T + t + t_{в.с.}}, \text{ съемов/ ч} \quad (16)$$

где : T - продолжительность цикла, с ;
260

t - время отверждения стержня ;

$t_{в.с.}$ - время на операцию извлечения отъемных частей оснастки, выдачи стержня из машины, с .

12.3.9.Характеристики некоторых моделей стержневых машин приведены в табл. 220.

Таблица 220. Машины для изготовления стержней

Машина	Модель	Наибольшие габаритные размеры стержневого ящика, мм	Наибольший объем стержня, дм ³
Автоматические с отверждением стержней в нагреваемой оснастке однопозиционные с вертикальным разъемом	232A21A1	400 x 200 x 320	2,54
	23223A1	630 x 400 x 400	10,0
	23225A1	800 x 450 x 630	10,0
	23225A1A	900 x 260 x 350	25,0
	23227A1	400 x 200 x 320	
Автоматические с отверждением стержней в нагреваемой оснастке однопозиционные с горизонтальным разъемом	23223A2	630 x 400 x 400	4,0
	23223A2A	580 x 480 x 180	4,0
	23225A2	800 x 450 x 630	10,0
	23227A2	1000 x 800 x 500	25,0
	23227A2A	1080 x 780 x 290	25,0
	23229A2A	1600 x 800 x 300	63,0
Автоматические с отверждением стержней в нагреваемой оснастке двухпозиционные с горизонтальным разъемом	4705Б	830 x 320 x 220	10,0
Автоматические карусельные	4532 Б	200 x 80 x 110	0,63
	4509 А	400 x 300 x 200	4,0

	4509 С	600 x 400 x 200	10,0
Автоматическая для оболочковых стержней	29113	760 x 500 x 500	20,0
Полуавтоматическая с последующей сушкой стержня	2Б83	400 x 320 x 400	4,0
Полуавтоматическая с последующей сушкой стержня, специальная	310	900 x 450 x 200	25,0

12.4.10. Стержни, изготавливаемые в нагреваемой оснастке твердеют в нагретых стержневых ящиках при температуре 200 -300°С. Нагрев может быть газовым и электрическим .

12.4.11. Характеристика машин для изготовления стержней из ХТС приведена в табл. 221..

261

Таблица 221. Характеристика машин для изготовления стержней из ХТС с

продувкой газообразным отвердителем

Наименование показателя	Модель				
	4749Б1К2	4758Б2К1	4752Б2К1	4747У2Б2К1	4760Б2К1
Наибольшая масса стержня, кг	10,0	10,0	25,0	90,0	150,0
Производительность, съёмов / ч	60 -80	60 -80	40 -50	30 -35	20 -30
Разъём стержневого ящика	вертикальный	горизонтальный	горизонтальный	горизонтальный	горизонтальный
Размеры стержневого ящика, мм					
длина	400	400	580	1000	1600
ширина	320	320	580	850	1180
высота	200	200	210	365	570
Тип привода	пневматический	пневматический	пневматический	пневматический	пневматический
Расход воздуха,, м3 / ч	15	15	22	35	45
Установленная мощность, кВт	5	5	11	19	19
Габаритные размеры, мм					
длина	1850	1850	5800	5720	8180
ширина	1590	1590	4500	5900	7500

высота	2660	2660	3200	4240	5230
Масса, кг	3200	3200	9000	17500	22000

12.5. ОСОБЕННОСТИ ФОРМОВКИ ПО ГАЗИФИЦИРУЕМЫМ МОДЕЛЯМ

Литье по пенополистироловым газифицируемым моделям применяется для изготовления сложных тонкостенных отливок с развитой поверхностью. Способ также может применяться для изготовления разовых ремонтных деталей, оснастки, для изготовления деталей экспериментальных машин.

При данном способе формовке пенополистироловая модель не извлекается из формы, а под действием тепловой энергии расплавленного металла газифицируется. Пенополистироловые модели могут заформовываться в обычные песчаные формы с различными видами связующих и без связующих (Replicast - процесс, Vacuum - процесс).

12.5.1.Размерная точность отливок по газифицируемым моделям по ГОСТ 26645-85 соответствует 14-16 классам при единичном производстве и 12-14 классу при серийном производстве.

12.5.2.Модель с противопожарным покрытием обеспечивает получение 3-4 классов шероховатости поверхности по ГОСТ 2789-73.

12.5.3.Пенополистироловые модели изготавливают двумя способами :

262

-механической обработкой из плиточного полистирола марки ПСВ плотностью 0,016-

0,025 г/см³; крупные и сложные модели получают путем склеивания отдельно изготовленных элементов; для склеивания применяют поливинилацетатную эмульсию (ГОСТ 18992-80).

-в металлических (алюминиевых) пресс-формах путем нагревания гранулированного пенополистирола, который при нагревании расширяется и заполняет полость пресс-формы. Пресс-формы должны обязательно иметь венты.

Нагрев пресс-форм осуществляется в ваннах или автоклавах. При ванном способе пресс-форма с гранулами помещается в ванну с кипящей водой. При автоклавном способе пресс-форма с гранулами помещается в автоклав, куда под давлением подается пар. Автоклавный способ быстрее ванного в несколько раз и позволяет получать модели необходимой плотности.

Толстостенные пенополистироловые модели изготавливают способом внутреннего теплового удара , при котором пар под давлением подается в полость пресс-формы через инжекторы диаметром 20-25 мм.

12.5.4. При использовании пенополистироловых моделей формы делают неразъемными. В качестве материала формы применяют

формовочные смеси с высокой газопроницаемостью — жидкие самотвердеющие, смеси по CO₂-процессу, фурановые и т.п. На основе кварцевых, цирконовых, металлических и др. песков.

В качестве упрочняющего покрытия можно использовать следующий состав (% по массе) : асбест — 5,0-25,0; графит — 3,0-10,0 ; клей полистирольный 0,05-0,15; связующее — 0,5-3,0.

12.5.5. Составы противопригарных покрытий для пенополистироловых моделей приведены в табл. 222.

. 222. Составы противопригарных покрытий для пенополистироловых моделей

Вид литья	Номер краск и	Состав краски, % по массе			Плотность краски, г/см ³	Скорость высыхани я на воздухе, ч
		Наполнитель	Растворитель	Лигносуль фонаты		
Стально е	1	Паста СТ-45,5 концентрат цирконовый-45,5	Вода до необходимой плотности	9,0	1,4	1,0
	2	Пылевидный кварц-68,0	4%-ный раствор по ливинилбутир аля в изопропило- вом спирте	-	1,56-1,58	0,5 — 0,6
	3	Дистенсилли - манит- 30,0	-	70,0	1,38 - 1,40	1,2
	4	Пылевидный кварц или дистенсилли - манит- 30	Изопропиловы й спирт -25	45,0	1,38 - 1,40	1,2
	5	Паста ГБ -91,0	-	9,0	1,4	1,0
	6	Графит или паста ГБ -30,0	Этиловый спирт- 25	45,0	1,38 - 1,40	1,5

ГЛАВА 13. ПЛАВКА ЧУГУНА

13.1. ПЛАВКА ЧУГУНВ В ВАГРАНКЕ

13.1.1.Вагранкой называется шахтная печь, предназначенная для плавки чугуна.

Металлический цилиндрический кожух вагранки установлен на колонны (Рис. 106)

Вагранки применяют в цехах серийного и крупносерийного производства

литья. Производительность вагранок 1,3,5,7, 10, 20, 30 т / ч.

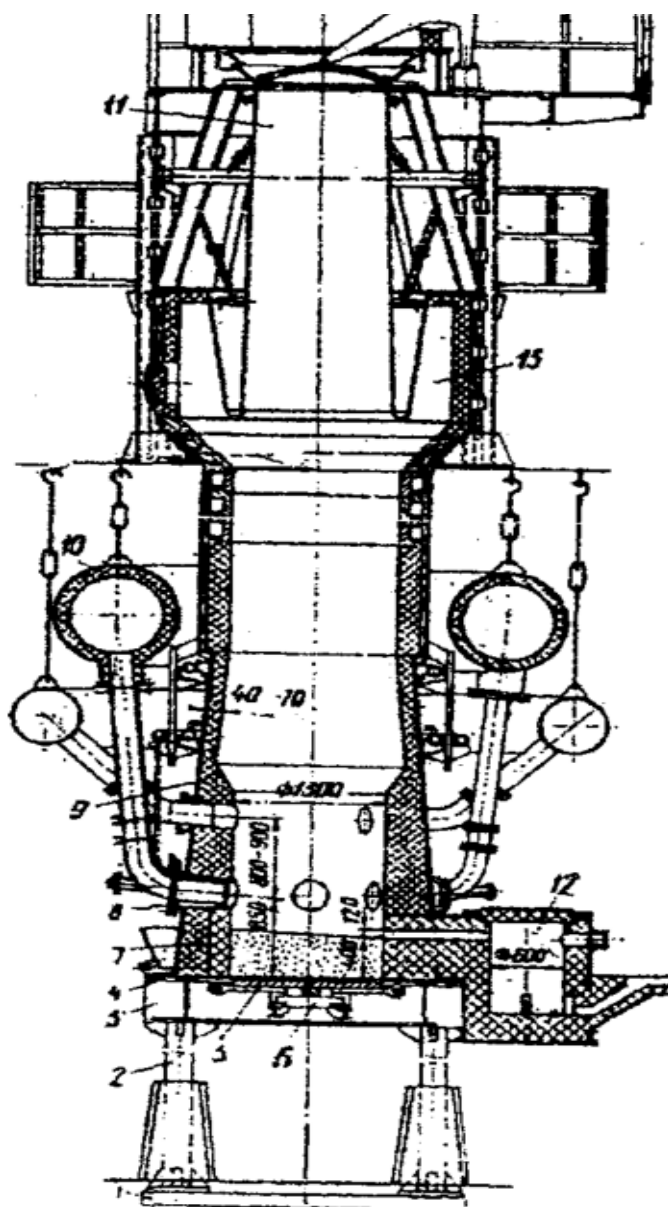


Рис. 106. Общий вид вагранки с расширенной зоной горения:
1- фундаментная плита ; 2- колонна; 3 — опорная рама; 4- подовая плита ; 5 — днище ; 6- механизм открывания и закрывания днища ; 7 - горн вагранки; 8- фурма ; 9 - шахта вагранки с водяным охлаждением корпуса шахты ; 10- фурменная коробка ; 11 — узел загрузки шахты ; 12 — металлоприемник- шлакоотделитель для выпуска металла и шлака ; 13 - устройство для отбора ваграночных газов и очистки ; 14 — дымовая труба.

264

и с внутренней стороны облицован огнеупорным кирпичом. Опорная часть воспринимает статическую нагрузку от всей вагранки и динамическую нагрузку от загружаемой шихты и состоит из фундаментной плиты 1, четырех колонн 2, опорной рамы 3, подовой плиты 4, днища 5, механизма 6 открывания и закрывания днища.

Днище вагранки состоит из двух крышек (полудниц), которые с помощью цапф подвешиваются на оси, проходящей через подшипники 7, закрепленные на подовой плите. Подовая плита служит для крепления нижних колонн и равномерного распределения нагрузки на фундамент.

Для предохранения от раскаленных остатков плавки, выливающих из вагранки через откидное днище, плиту углубляют на 150 — 200 мм ниже уровня пола, который засыпают сухой формовочной смесью.

13.1.2. Перед началом плавки откидные полудница вагранки закрывают, щель между полудницами и подовой плитой промазывают глиной.

Розжиг вагранки начинается с загрузки на горящие дрова порции кокса (холостая калоша). Когда кокс холостой калоши разгорится, включают дутье и загружают порции металла, топлива и флюса (известняка, мартеновского или плавикового шпата). Расплавленный металл собирается в горне или в стекает в копильник, откуда по мере надобности выпускается через летку (нижнее сливное отверстие). Шихта для вагранки состоит из доменного литейного чугуна в чушках, чугунного и стального лома, собственного возврата литейного цеха.

13.1.3. Из-за разрушения футеровки вагранки необходимо ремонтировать через каждые 12-18 ч. В чугунолитейном производстве используют водоохлаждаемые вагранки, позволяющие вести непрерывную плавку на протяжении 100-120 ч без текущего ремонта футеровки.

13.1.4. Продувка воздухом повышает производительность плавки и уменьшает расход топлива. Воздух подается под давлением 300-1700 мм. вод. ст. Соотношение высоты холостой колоши и давления дутья приведены в табл. 223.

Таблица 223. Высота холостой колоши в зависимости от давления дутья.

Давление дутья (мм.вод.ст.)	Высота холостой колоши, мм.вод.ст.	Давление дутья (мм.вод.ст.)	Высота холостой колоши, мм.вод.ст.
300	750	300	1100
400	850	300	1150
500	950	300	1250
600	1050	300	1300

Давление дутья подбирается в зависимости от производительности вагранки по формуле (17):

$$P = (120 - 180) \times (H + 0,25D) \text{ мм вод.ст.},$$

(17)

где: H - высота шахты вагранки от уровня фурм до загрузочного окна, мм;

D - диаметр вагранки в плоскости фурм.

13.1.5. Загрузка рабочей колоши состоит из металлической шихты, топлива и флюсов. Масса рабочей колоши зависит от производительности вагранки (Табл. 224.)

265

Таблица 224. Масса рабочих и металлических колош для вагранок

Колоша	Производительность вагранки, т / ч							
	1,0-1,5	1,5-2,5	2,5-3,5	3,5-4,5	4,5-5,5	5,5 - 7,0	7,0-8,5	8,5-10,5
	Масса колоши, кг							
Металлическая колоша при высоте рабочей колоши :								
150 мм	150-175	200-250	220-270	300-350	375-450	450-550	550-700	600-850
200 мм	200-250	250-300	300-350	375-450	450-550	600-700	700-850	850-1000
Рабочая коксовая колоша при высоте рабочей Металлическая колоша при высоте рабочей колоши:								
150 мм	15	20	27	35	45	55	65	75
200 мм	20	27	35	45	55	70	85	100

Таблица 225. Рекомендуемые скорости дутья в зависимости от диаметра вагранки

Внутренний диаметр вагранки, мм	Отношение площади сечения фурм к площади сечения вагранки $S_{ф} : S_{в}$	Площадь сечения фурм, $S_{ф}$, дм ²	Скорость дутья, м/с
---------------------------------	--	--	---------------------

500	1 : 8	2,5	16
600	1 : 8	3,5	16
700	1 : 8	4,7	16
800	1 : 10	5,0	20
900	1 : 10	6,3	20
1000	1 : 10	7,8	20
1200	1 : 12	9,3	24
1500	1 : 12	14,6	24
1800	1 : 12	21,2	24
2100	1 : 14	24,6	28
2300	1 : 14	34,6	28

266

Таблица 226. Влияние различных факторов на количество воздуха,
подаваемого в вагранку

Количество воздуха на 1 м2 поперечного сечения вагранки, м3/ мин	Условия плавки
80 - 100	Мелкое пористое топливо ; малый расход топлива (для кокса нормального качества расход 8,0-10,0 %); крупный лом; вагранки больших размеров (более 2000 мм); получение высокоуглеродистого чугуна
100 - 140	Топливо — литейный кокс нормального качества (расход 10,0-12,0 %) ; средний по размеру лом ; вагранка средних размеров (1000-2000 мм)
140 - 180	Высокий расход нормального по качеству литейного кокса (до 16,0 %); мелкая металлическая шихта ; вагранки малых диаметров (до 1000 мм); получение малоуглеродистого чугуна

13.1.6. Давление дутья в начале процесса рекомендуется устанавливать в объеме 40-50-5 от нормы. При правильном ведении розжига первые капли жидкого металла появляются у фурм через 15-20 минут от начала дутья. После этого давление дутья увеличивают до оптимального.

13.1.7. Время простоя вагранки не должно превышать 10 минут в первый час работы, 30 минут — во второй и третий часы и не более 1,5 ч - во все следующее время работы. При непредвиденной остановке вагранки более чем на 15-20 минут сразу же после пуска

в вагранку загружают двойную колошу топлива.

13.1.8. Период окончания плавки начинается с момента прекращения загрузки шихты. По мере проплавления шихты следует снижать давление дутья. В вагранке с горячим дутьем после прекращения подачи дутья в вагранку его нужно пропускать через рекуператор еще в течение 30-40 минут для охлаждения теплообменников.

13.1.9. Перед выбивкой вагранки следует выпустить из нее весь металл и шлак, убедиться в отсутствии воды и влажного грунта под вагранкой

13.1.10. Шлак представляет собой спекшуюся золу, обрзующуюся при плавке металла в результате спекания нерастворимых остатков топлива и флюсов, неметаллических примесей шихты, а также при оплавлении футеровки печи. Составы шлаков для вагранок с основной и кислой футеровкой приведены в табл. 227.

Таблица 227. Составы ваграночных шлаков

Футе- ровка	Массовая доля компонента, %								Основ- ность CaO+MgO SiO2
	Кремне зем SiO2	Извест ь CaO	Магне зия MgO	Глино зем Al2O3	Окислы железа FeO+Fe2O3	Оксид марган ца MnO	Оксид фосфо ра P2O5	Сера S	
Кислая	42,0- 50,0	18,0 -30,0	1,0-8,0	1,0- 20,0	5,0-15,0	2,0- 10,0	0,1-0,5	0,05 -0,3	0,4-0,8
Основн ая	30,0- 35,0	40,0 -45,0	10,0- 14,0	5,0- 10,0	2,0-3,0	1,0-3,0	0,5-1,0	До 0,5	1,5-2,0

267

Для повышения жидкотекучести шлаков в вагранку добавляют известняк в объеме 25,0-30,0 % от массы коксовой колоши.

13.1.11. С целью повышения температуры выпуска чугуна и его жидкотекучести используют подогрев дутья или продувку кислородом, а также добавление карбида кальция в рабочую колошу.

13.2. ПЛАВКА ЧУГУНА В ВАГРАНКЕ С КИСЛОРОДНО ПРОДУВКОЙ

13.2.1. Продувка чугуна кислородом дает возможность повысить температуру металла до 1420 — 1500 °С. Наиболее эффективно производить продувку чугуна кислородом в копильнике.

13.2.2. С повышением температуры расплава на 70- 90 °С увеличивается угар кремния и марганца. Угар кремния составляет 0,3 -0,6 % на 1 тонну, а марганца - 0,1-0,15 % на 1 тонну чугуна. Для получения чугуна заданного химического состава угар кремния и марганца необходимо компенсировать добавками ферросплавов в копильник либо при шихтовке.

13.2.3. В случае, когда необходимо продолжительное время

сохранять высокую температуру металла в ковше, продувку кислородом производят в ковшах при помощи трубок из красной меди диаметром 3,0-4,0 мм длиной 1,5-2,0 м, покрытых огнеупорным составом. При этом расход кислорода увеличивают на 10,0% по сравнению с продувкой в копыльнике.

13.2.4. Расход кислорода зависит от производительности вагранки и заданного интервала повышения температуры металла (Табл. 228).

Таблица 228. Расход кислорода (м³) и скорость снижения давления кислорода (ат/мин) в зависимости от заданного интервала повышения температуры чугуна для вагранок разной производительности

Повышение температуры, °С	Расход кислорода, м ³ / т	Производительность вагранки, т/ч								
		2,0			3,0			4,0		
		Расход кислорода		Скорость снижения давления, ат/мин	Расход кислорода		Скорость снижения давления, ат/мин	Расход кислорода		Скорость снижения давления, ат/мин
		м ³ /ч	м ³ /мин		м ³ /ч	м ³ /мин		м ³ /ч	м ³ /мин	
20	2,5	5,0	0,08	2,0	7,5	0,13	3,25	10,0	0,16	4,0
30	3,0	6,0	0,1	2,5	9,0	0,15	3,85	12,0	0,2	5,0
40	3,5	7,0	0,12	3,0	10,5	0,17	4,25	14,0	0,24	6,0
50	4,0	8,0	0,13	3,25	12,0	0,2	5,0	16,0	0,26	6,5
60	5,0	10,0	0,16	4,0	15,0	0,25	6,25	20,0	0,33	8,25
70	6,0	12,0	0,2	5,0	18,0	0,30	7,50	24,0	0,40	10,0
80	7,0	14,0	0,24	6,0	21,0	0,36	9,0	28,0	0,46	11,5
90	8,0	16,0	0,26	6,5	24,0	0,4	10,0	32,0	0,53	13,25
100	9,0	18,0	0,3	7,5	27,0	0,45	11,25	36,0	0,6	15,0

Продолжение табл. 228

Повышение температуры, °С	Расход кислорода, м ³ / т	Производительность вагранки, т/ч								
		5,0			6,0			7,0		
		Расход кислорода		Скорость снижения давления, ат/мин	Расход кислорода		Скорость снижения давления, ат/мин	Расход кислорода		Скорость снижения давления, ат/мин
		м ³ /ч	м ³ /мин		м ³ /ч	м ³ /мин		м ³ /ч	м ³ /мин	
20	2,5		0,21	5,25		0,25	6,25	17,5	0,29	7,25

		12,5			15,0					
30	3,0	15,0	0,25	6,25	18,0	0,3	7,5	21,0	0,36	9,0
40	3,5	17,5	0,29	7,25	21,0	0,36	9,0	24,5	0,41	10,25
50	4,0	20,0	0,33	8,25	24,0	0,4	10,0	28,0	0,48	12,0
60	5,0	25,0	0,40	10,0	30,0	0,5	12,5	35,0	0,60	15,0
70	6,0	30,0	0,50	12,5	36,0	0,6	15,0	42,0	0,70	17,5
80	7,0	35,0	0,60	15,0	42,0	0,7	17,5	49,0	0,84	21,0
90	8,0	40,0	0,64	16,0	48,0	0,8	20,0	56,0	0,96	24,0
100	9,0	45,0	0,75	18,75	54,0	0,9	22,5	63,0	1,08	26,0

13.3. ПЛАВКА ЧУГУНА В ЭЛЕКТРОПЕЧАХ

13.3.1.Плавку чугуна в индукционной тигельной печи

следует вести остатком жидкого чугуна в тигле («болотом»). Масса «болота» должна быть не менее 30,0 % массы номинального объема расплавленного металла в тигле.

13.3.2. При наличии «болота» шихту загружают в тигель двумя порциями — вначале карбюризатор (75,0-80,0 % от расчетного количества), а затем все остальное - лом стальной и чугунный, стружка стальная и чугунная, чушковый чугун, отходы и возврат собственного производства. Все загружаемые материалы должны быть сухими. Кусковую шихту рекомендуется предварительно подогревать до 350 -650 °С, а стружку - до 150 -250 °С. Шихту загружать только при включенной печи. Не допускается загрузка шихты больше объема тигля. Шихту во время плавки необходимо осаживать, не допуская образования «мостов». Осаживание производят при отключенной печи специальными ломиками с изолированной ручкой.

13.3.3. После полного расплавления металла ввести в тигель необходимое количество ферросплавов и оставшуюся часть карбюризатора. При необходимости печь можно догрузить возвратом собственного производства. Уровень расплавленного металла не должен доходить до верхней кромки тигля на 150-200 мм.

13.3.4. Перед выдачей металла из печи его необходимо нагреть до температуры 1450 °С и перемешать.

13.3.5. При необходимости гомогенизации расплава для получения более однородной структуры его подвергают перегреву на 50-60 °С выше температуры равновесия кремнийвосстановительной реакции и выдерживают при повышенной температуре в

течение определенного времени, которое зависит от марки чугуна. Продолжительность выдержки чугуна, перегретого над равновесной температурой на 50 °С приведена в табл. 229.

269

Таблица 229. Продолжительность выдержки при перегреве над равновесной

температурой на 50 °С

Марка чугуна	Продолжительность выдержки при перегреве над равновесной температурой на 50 °С, мин
СЧ 15	3 - 5
СЧ 18	3 - 5
СЧ 20	5 - 10
СЧ 25	5 - 10
СЧ 30	10 - 20
СЧ 35	15 - 20
СЧ 40	15 - 20
СЧ 45	15 - 20

13.3.6. При выплавке чугуна для отливок из высококачественного серого,, ковкого и высокопрочного чугуна жидкий расплав одновременно с началом термовременной обработки целесообразно подвергнуть рафинированию карбидом кальция (зерна размером 1,0-1,5 мм, ГОСТ 1460-2013) с целью десульфурации. Присадку карбида кальция производить на зеркало металла при температуре расплава 1450 °С в течение 10-15 минут. При основной футеровке вместе с карбидом кальция целесообразно добавлять 0,3-0,5 % плавикового шпата, измельченного до пылеобразного состояния.

13.3.7 После окончания термовременной обработки и десульфурации необходимо скатать шлак и ввести расчетное количество легирующих материалов.

13.3.8. Перед выпуском металла его нагревают до температуры 1400 -1500С в зависимости от марки чугуна и характера отливок и выдерживают при этой температуре 5 - 10 минут.

13.3.9.Плавка чугуна в дуговых электропечах. В дуговых электропечах для расплавления металла используется тепловой эффект электрической дуги (Рис. 107).

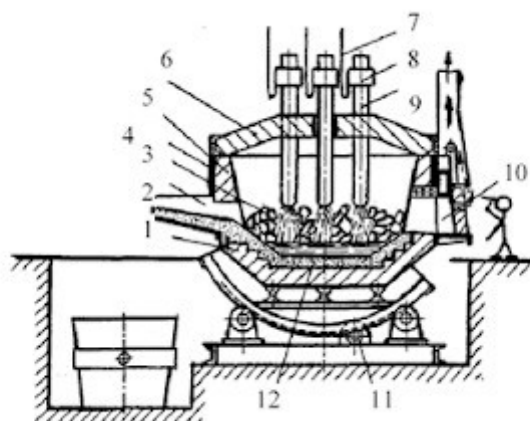


Рис. 107. Схема электродуговой печи

1- днище ; 2 - сливной желоб ; 3 - металлическая шихта ; 4 - кожух стальной ; 5 - огнеупорная футеровка ; 6- свод съемный ; 7 гибкие электрокабели ; 8 — электродержатели ; 9 — графитовые электроды ; 10 — рабочее окно ; 11 — поворотный механизм ; 12 - подина

270

13.3.10. Дуговая электропечь питается трехфазным переменным током. Имеет три цилиндрических графитовых электрода 9, закрепленных в электродержателях 8, к которым подводится электрический ток по проводам 7. Между электродом и металлической шихтой 3 возникает электрическая дуга. Корпус печи имеет форму цилиндра. Снаружи он заключен в прочный стальной кожух 4, внутри днище 1 футеровано основным или кислым кирпичом. Плавильное пространство ограничено стенками 5, подиной 12 и сводом 6. Съемный свод 6 имеет отверстия для электродов. В стенке корпуса рабочее окно 10 служит для слива шлака, загрузки ферросплавов, взятия проб. Во время плавки окно 10 закрывается заслонкой. Готовый металл выпускают через сливное отверстие со сливным желобом 2. Печь опирается на секторы и имеет привод 11 для наклона в сторону рабочего окна или желоба. Печь загружают при снятом своде.

13.3.11. Печь загружают при снятом своде. Вначале загружают мелкую часть шихты, возврат собственного производства. Чушковые чугуны, стальной лом и крупные куски шихты загружают под электроды.

13.3.12. Перед включением печи необходимо убедиться в рабочем состоянии электродов и системы охлаждения, заделать летку песком или формовочной смесью. После опускания и включения должны загореться все электроды. В случае плохого зажигания дуг необходимо подложить под электроды куски кокса или электродного боя.

13.3.13. По мере появления жидкого металла в печь добавляют небольшими порциями кварцевый песок для образования шлака. К концу плавки масса шлака должна составлять до 4,0 % массы металла. Для повышения жидкотекучести шлака добавляют известняк

в количестве не более 10,0-15,0 % от массы загруженного песка.

13.3.14. Не допускать закипания ванны, для чего периодически загружать в печь

две - три лопаты молотого кокса или электродного боя.

13.3.15. После расплавления шихты и перемешивания металла проводят экспресс анализ на содержание углерода, кремния, марганца, фосфора и серы, а затем корректировку согласно **табл. 232.**

13.3.16. Выпуск металла производить в ковши, подогретые до температуры 700-1000 °С.

13.4. ОСОБЕННОСТИ ПЛАВКИ ЧУГУНА В ВАГРАНКЕ

13.4.1. Плавка чугуна в вагранке с присадкой карбида кальция производится в обычной вагранке. При правильной дозировке карбид кальция повышает температурную жидкого металла и уменьшает расход кокса, что сопровождается уменьшением содержания серы в металле.

13.4.2. Присадка карбида кальция производится следующим образом : после того, как уровень холостой колоши при завалке достигает фурм, оставшуюся часть холостой колоши (до 800 мм выше оси фурм), делят на три части и в каждую часть добавляют 0,2 % (по отношению к массе металлической колоши) карбида кальция.

13.4.3. Продувка вагранки производится обычным способом.

13.4.4. В каждую следующую завалку (от 2 до 5) включительно добавляю кокс - 0,2 % от массы карбида кальция. Дальнейшие добавки карбида кальция производят через одну завалку, т. е. В 7-ю, 9-ю и т. д. В последние шесть завалок карбид кальция не

271

добавляется во избежание взрыва.

13.4.4. Плавка чугуна в коксогазовой вагранке. Частичная замена кокса природным газом позволяет регулировать температуру выпуска чугуна в пределах 1410 -1420 °С. При этом расход кокса и газа на одну тонну выплавляемого чугуна составляют 75-80 кг и 35-40 м³ соответственно.

13.4.5. Для сжигания газовоздушной смеси в футеровке вагранки делают туннели-форкамеры длиной 500 мм, выложенные шамотным или хромомагнезитовым кирпичом с уклоном 15° в сторону подины вагранки. Среднее сечение туннеля должно составлять 2,0-2,5 диаметра выходного сопла горелки.

13.4.6. Отношение площади сечения фурм к площади сечения вагранки составляет 1 : 9, а отношение суммарной площади сечения воздухоподводящих каналов к площади сечения фурм — 1 : 4.

13.4.7. Особенности плавки чугуна на заменителях кокса. При плавке чугуна на полноценных заменителях кокса (антрацит, термоантрацит и др.) режим плавки имеет свои особенности, а

имеено : холостую колошу рекомендуется брать коксовой. Давление дутья следует увеличить на 200-300 мм вод ст.,, высоту завалки держать не выше 4,0 м. Рекомендуется применять антрацит в кусках размером не более 60,0 мм .

13.4. 8. Особенности процесса плавки при производстве ковкого чугуна. Ковкий чугун марок КЧ 30-6 и КЧ 33-8 может выплавляться в обычных вагранках производительностью 2,0-3,0 т / ч или дуплекс - процессом. Ковкий чугун марок 35-10 и выше выплавляется только дуплекс-процессом, а именно : вагранка с пониженным горном - электропечь : вагранка с силикатной холостой колошей — электропечь ; вагранка - отражательная печь При дуплекс — процессе достигается температура перегрева чугуна 1500° С.

13.4.9. Дуплекс-процесс : вагранка - кислая электропечь. При этом процессе расплавленный чугун равномерно переносится из вагранки в электропечь, в которой нагревается до температуры 1500 — 1560 °С. Содержание углерода в печи доводится до 2,5-2,7 %, кремния - до 0,9-1,4 % при сохранении содержания остальных элементов без изменения. В процессе плавки в электропечь присаживают до 0,2 % 45%- ного ферросилиция, до 0,25 % 75%- ного ферромарганца и лом низкоуглеродистой стали.

13.4.10. Дуплекс -процесс : вагранка с силикатной холостой колошей - кислая электропечь. Этот процесс плавки чугуна может осуществляться в вагранке обычной конструкции . При этом часть холостой колоши (до фурм) заполняется силикатной смесью из шамотного кирпича таким образом, чтобы соотношение свободного пространства и шамотного кирпича было равным 1 : 1. На силикатный слой засыпают слой кокса до нормальной высоты холостой колоши. Далее процесс плавки аналогичен предыдущему.

13.4.11. Дуплекс -процесс : вагранка - отражательная печь. Плавка ведется в вагранке с выдачей металла непосредственно в отражательную печь. Емкость ванны отражательной печи должна быть в два раза больше часовой производительности вагранки. В отражательной печи чугун перегревают до 1500 °С и доводят до нормы содержание элементов : углерода — 2,45-2,65 %, кремния - 1,0-1,2 %, марганца — 0,4-0,5 %, фосфора -0,12 %, серы - 0,1%.

13.5. РАСЧЕТ ШИХТЫ ПРИ ПЛАВКЕ ЧУГУНА

13.5.1. Расчет шихты необходим для определения массы металлической завалки(шихты) и ее химического состава с учетом угара для выплавки необходимого количества металла требуемого состава и качества.

Все шихтовые материалы должны подаваться в завалку в необходимом количестве для обеспечения нормального хода плавки. Желательно полностью использовать возврат собственного

производства (брак, элементы литниковой системы и т.п).

Шихтовые материалы, поступающие из внешних источников, применяют только после лабораторных анализов, подтверждающих сертификатные данные. Шихтовые материалы хранят строго по маркам в отдельных емкостях. Легированные чугуны делят на куски массой 10-15 кг. Ферросплавы измельчают до кусков массой 0,5-5,0 кг. Чугунный и стальной лом разделяют на куски размером, который не превышает 1/3 диаметра вагранки. Литники и брак очищают от окалины.

- требуемый химический состав металла отливок ;
- химический состав шихтовых материалов ;
- угар элементов .

Угар (и пригар) химических элементов при плавке чугуна приведен в табл. 230.

Таблица 230. Угар и пригар химических элементов при плавке чугуна

Плавильный агрегат	Футеровка	Угар элементов (% от содержания в шихте)									
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Mo	Ti
Вагранка с холодным дутьем	Кислая	8-(-8)	10-35	15-40	-	(-25) - (-100)	15-20	До 10	До 10	До 10	20-50
	Основная	10 - (-15)	35-50	10-15	До 30	10-30	15-30	До 10	До 10	До 10	20-50
Вагранка с горячим дутьем	Кислая	8-(-8)	10-(-10)	10-30	-	(-10) - (-50)	10-15	До 5	До 5	До 5	30-60
	Основная	10 - (-12)	20-25	10-20	До 10	20-50	10-20	До 5	До 5	До 5	30-60
Газовая вагранка	Высокоглиноземистая	(-10) - (-15)	(-25) - (-35)	(-20) - (-30)	-	(-20) - (-24)	(-25) - (-45)	-	-	-	-
Дуговая электропечь	Кислая	(-3) - (-10)	-	15-20	-	До 30	15-30	До 10	До 10	До 10	30-60
	Основная	(-3) - (-5)	5 - 10	10-15	До 20	20-50	15-30	До 10	До 10	До 10	30-60
Индукционная тигельная печь промышленной частоты	Кислая	5-15	3- (-5)	10-25	-	-	-	-	-	-	-
	Основная	5-10	5-10	5-10	-	-	-	-	-	-	-
Индукцио	Осно	15-	5-10	10-	-	-	-	-	-	-	-

н ная тигель- ная печь высокой частоты	вная	20		15							
		10- 15	10- 15	8-12	-	-	-	-	-	-	-

Примечания. 1. Знак минус (-) означает пригар элемента ;
2. Угар фосфора при вводе в шихту феррофосфора составляет при кислой футеровке 10-15 %.

13.5.2. На первом этапе расчета определяют средний химический состав шихты. Зная величину угара (пригара) элемента Y , можно определить допустимое содержание расчетного элемента в шихте $Эш$, который обеспечивает требуемый состав жидкого чугуна по данному элементу :

$$Эш = (Эж / 100 + Y) \times 100 \% \\ (18),$$

где : $Эж$ - содержание элемента в жидком чугуне ;

Y — значение угара (со знаком « - ») или пригара (со знаком « + »).

Общая величина угара металлозавалки составляет при плавке : в вагранке

– 2,5 -5,0 % ; в дуговой печи — 1,5 — 3,0 % ; в индукционной печи - 1,0-2,0 %.

Таблица 231. Пример расчета шихты для чугуна марки СЧ-25 при плавке в вагранке

Компо ненты шихты	Химический состав компонентов шихты , E , % по массе					Содер жание компо ненто в в шихте g , % по массе	Вносится в шихту компонентами, q , % по массе				
	C	Si	Mn	S	P		C	Si	Mn	S	P
Отходы соб ственного производс тва	3,0	1,18	1,0	0,1	0,2	30,0	0,9	0,35	0,3	0,03	0,06
Покупной лом	3,3	2,0	0,8	0,13	0,3	20,0	0,66	0,4	0,16	0,026	0,06
Лом стали	0,3	0,4	0,5			20,0	0,06	0,08	0,1		0,04

				0,05	0,05					0,001	
Чугун ЛК-,1 кл.Б	3,5	3,1	0,85	0,02	0,15	25,0	0,88	0,78	0,21	0,005	0,015
Чугун ЛК-2, кл.Б	3,6	2,5	0,9	0,03	0,30	5,0	0,18	0,13	0,05	0,002	0,015
Вносится шихты, %						100,0	2,68	1,74	0,82	0,064	0,19
Угар, %							-	-0,2	-0,15	+0,03 2	-
Содержание в жидком металле, %							3,0-3,2	1,54	0,67	0,096	0,19
Требуемый состав, %							2,9-3,2	1,4-1,7	0,8-1,0	До 0,12	До 0,25
Необходимо добавить в шихту							-	-	0,23	-	-

Примечание. 1. Количество компонента q , которое вносится в шихту составляющими компонентами , определяется по формуле (19) :

$$q = (E \times g) / 100 ,$$

(19)

где : E - исходные данные по содержанию элемента в компоненте шихты ;

g - количество компонента в шихте.

13.5.3.Расчет таблицы можно производить с помощью программы **Excel**.

13.5.4. Корректировку химического состава жидкого чугуна производят путем ввода необходимых элементов в расплав (Табл. 232).

Таблица 232. Количество вводимых компонентов для корректировки химического состава жидкого чугуна

Требуемое изменение химического состава чугуна	Наименование вводимого компонента	Количество компонентов на 1 т жидкого металла, кг	
		Кислая футеровка	Основная и нейтральная футеровка
Увеличение углерода на 0,1 %	Электродный бой	1,35	1,25
	Графитовая стружка	1,35	1,25
	Графит гранулированный	1,35	1,25
	Орешек коксовый	1,40	1,30
Увеличение	Ферросилиций ФС 45	2,40	2,75

кремния на 0,1%	Ферросилиций ФС 75	1,35	1,65
Увеличение марганца на 0,1%	Ферромарганец (78,0 %)	1,30	1,25
Увеличение хрома на 0,1%	Феррохром (65,0 %)	1,55	1,5
Увеличение олова на 0,1%	Олово (100 %)	1,0	1,0
Уменьшение углерода на 0,1 %	Стальные отходы	30,0	30,0
	Ферросилиций ФС 75	0,7	0,8
Уменьшение кремния на 0,1 %	Стальные отходы	60,0	60,0
	Графит (электродный бой, графитовая стружка)	1,9-2,1	1,7 -1,9

Примечание. 1. Все присадки должны быть прокаленными и сухими.

275

Таблица 233. Рекомендуемые составы шихты для выплавки серого чугуна

Плавильный агрегат	Марка чугуна	Средний состав шихты, % по массе							Примечания
		Доменный чугун		Лом со стороны		Стружка		Возврат собственной	
		Литейный*1	Передельный	Чугунный	Стальной	Чугунная	Стальная		
Вагранка холодного дутья	СЧ10 - СЧ18	30,0-50,0	До 5,0	10,0-30,0	До 10,0			20,0-30,0	При использовании вагранок в дулекс-процессе с электропечами содержание передела чугунов
	СЧ20	25,0-40,0	До 5,0	10,0-25,0	10,0-20,0			15,0-30,0	
	СЧ25 - СЧ30	23,0-35,0	До 5,0	10,0-20,0	15,0-35,0			10,0-25,0	
Вагранка горячего дутья	СЧ10 - СЧ18	20,0-40,0	5,0-10,0	10,0-20,0	4,0-10,0			20,0-40,0	
	СЧ20	20,0-30,0	5,0-10,0	10,0-25,0	10,0-20,0			10,0-25,0	
	СЧ25 - СЧ35	15,0-25,0	-	5,0-25,0	20,0-60,0			5,0-20,0	

									можно увеличи ть до 20,0 %
- Электроп ечь (дуговая, индукцио н- ная, тигель- ная)	СЧ10 - СЧ20	-	10,0- 25,0	25,0- 35,0	20,0- 40,0	5,0- 10,0* 2	До*2 5,0	25,0- 35,0	Карбюри заторы и ферросп лавы по рас чету сверх 100 %
	СЧ25 - СЧ30	-	10,0- 25,0	15,0- 30,0	30,0- 55,0*3	5,0- 10,0* 2	До*2 5,0	20,0- 30,0	
	СЧ 35	-	5,0- 10,0	-	70,0- 80,0*3	-	До*2 5,0	10,0- 20,0	
	СЧ40 - СЧ45	-			95,0- 100,0* 3	-	До*2 5,0	10,0- 20,0	

Примечания. *1. Литейные чугуны по маркам применять в шихте в следующем отношении, % : Л1-15,0 ; Л2 — 25,0 ; Л3 — 30,0 ; Л4 — 20,0; Л5- 10,0.

*2. Стружка россыпью, известного химического состава

*3. В том числе отходы углеродистых и легированных сталей (ГОСТ 2787-2019)

Таблица 234. Рекомендуемые составы шихты для выплавки ковкого чугуна

Индекс шихты					Возврат собственны й чугунный (в т.ч. стружка)
	Доменный чугу н		Лом		
	литейный	переделън ый	чугунный	Стальной (в т.ч. стружка)	
I	10,0-15,0	10,0-15,0	5,0-15,0	25,0-40,0 (6,0-10,0)	35,0-50,0 (5,0-10,0
II	-	20,0-25,0	До 10,0	25,0-40,0 (6,0-10,0)	40,0-50,0 (4,0-8,0
III	-	10,0-20,0	-	40,0-50,0	40,0-50,0 (до 5,0)

Примечания. 1. Для нормального протекания процесса графитизации отливок при отжиге необходимо, чтобы содержание хрома в шихте не превышало 0,06-0,07 % ;

2. Стальная и чугунная стружка при плавке в электрических печах может применяться россыпью, в вагранках - в виде брикетов.

Таблица 235. Рекомендуемые составы шихты для выплавки высокопрочного чугуна с шаровидным графитом

Плавильн	Марка	Средний состав шихты, % по массе				Приме
		Доменный	Лом со	Стружка	Возвра	

ый агрегат	чугуна	чугун		стороны				т собст венны й	чания
		Литей ный	Пере дельн ый	Чугу н ный	Стал ь ной	Чугун ная	Стал ь ная		
Вагранка горячего дутья с кислой футеровкой	ВЧ45 - ВЧ60	20,0-50,0	10,0-50,0	20,0-30,0	5,0-10,0	5,0-10,0	-	30,0-35,0	Массовое производ ствотлив ок из чугуна перлитн ого класса
Вагранка горячего дутья с основной футеровкой	ВЧ36 - ВЧ70	20,0-30,0	10,0-20,0	20,0-30,0	До 15,0	5,0-10,0	До 5,0	30,0 - 35,0	Массовое производ ствотлив ок из чугуна перлитн ого и феррит- ного класса
Электродуго вая печь с кислой фу- теровкой	ВЧ100	10,0-50,0	10,0-50,0	До 50,0	5,0-10,0	До 15,0	-	До 70,0	Производ ство тликов из чугуна ферритн о- го класса; использо- зовать ра- финиров ан ный чугун
Печь дуго- вая с основ- ной футе- ровкой	Все марки	10,0-40,0	10,0-40,0	До 50,0	5,0-10,0*1	До 15,0	До 5,0	До 70,0	Используй- зовать ра- финиров ан ный чугу
Печь индук- ционная тигельная	Все марки	До 0,15	До 0,15	До 50,0	До 60,	До 50,	До 5,0	До 70,0	При вы- плавке чу- гунов фер-

									ритного класса ис- пользо- вать отходы электро- механи- ческой стали
--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

Таблица 236. Рекомендуемые составы шихты для выплавки высокопрочного чугуна с вермикулярным графитом

Плавильный агрегат	Средний состав шихты, % по массе						Примечания
	Доменный чугун		Лом со стороны		Ферросплавы	Возврат собственный	
	Литейный	Передельный	Чугунный	Стальной			
Дуговая электро - опечь с кислой футеровкой	-	97,0	-	-	3,0 в печь и ковш в соответствии с расчетом шихты	-	Использовать рафинированный чугун
Дуговая электро - печь с основной футеровкой	-	45,0-55,0	-	-	Сверх 100,0% по расчету шихты	45,0-55,0	Проводить десульфурацию
	-	73,0 - 75,0	-	-	3,0 в печь и ковш в соответствии с расчетом шихты	22,0-25,0	
	-	97,0	-	-			Использовать рафинированный чугун
Индукционная печь промышленной частоты	-	98,0	-	-	2,0 в печь и ковш в соответствии с расчетом шихты	-	Использовать рафинированный чугун

13.5.8. Причины возможных неполадок при плавке чугуна в вагранке, меры их предупреждения и устранения приведены в табл. 237.

Таблица 237. Причины неполадок при плавке чугуна в вагранке и меры их

предупреждения и устранения

Виды неполадок	Причины неполадок	Меры устранения неполадок	Меры по предупреждению неполадок
Шлакование фурм	Загрязненная шихта, низкая температура в вагранке; некачественный по составу флюс, избыточное или недостаточное его количество	Очистить фурмы, добавить кокс для повышения температуры, заменить, уменьшить или добавить флюс; применить мартеновский шлак, плавиковый шпат или другие флюсы, способствующие разжижению шлака	Очистить шихту от песка и грязи; правильно добавлять флюс, применять плавиковый шпат и другие флюсы, разжижающие шлак; увеличить число рядов фурм до двух-трех; повышать температуру в вагранке
Верхнее зависание шихты (признаком зависания является задержка в опускании уровня шихты)	Плохая подготовка шихты (крупный лом, длинные разветвленные литники и т.п.); выбоины и выступы в футеровке; обратная кокусность шихты	Остановить дутье, пробить ломом зависание шихты; после устранения зависания дать увеличенную топливную колошу	Тщательно готовить лом и литники; качественно ремонтировать кладку и футеровку печи; сохранять цилиндрический или расширяющийся книзу профиль шихты ниже плавильного пояса
Нижнее зависание шихты	Плохая подготовка шихты (крупный лом, засорение шихты большим количеством песка и грязи); высокое содержание золы в топливе; некачественный флюс	Добавить две-три дополнительные колоши качественного топлива и легкоплавкого флюса (плавиковый шпат), а затем колоши с мелким ломом; при образовании препятствий для движения шихты (так называемых "козлов") и догревают дополнительной продувкой	Хорошо измельчать и очищать шихту, применять качественное топливо и флюс; не допускать верхних зависаний
Низкая температура металла	Понижение уровня холодной колоши;	Внести облегченные металлические колоши (на 30-50%);	Соблюдать правила подготовки шихты и

	дли-тельные перерывы в дутье или недостаточное количество дутья; недостаток топлива или его низкое качество	подобрать более крупный и качественный кокс ; повысить уровень холостой колоши ; оптимизировать подачу дутья	завалки (сортировка кокса, измельчение металлической шихты и т. п.); хорошо разогревать вагранку и копильник; правильно определять расход воздуха и исключить перерывы в дутье
Прорывы металла	Неправильная набивка подины (сухая смесь, неплотная набивка, недостаточная толщина кладки в проходе)	Остановить дутье, выпустить металл и шлак, заделать место прорыва в днище вагранки	Выполнять правила набивки подины и кладки прохода
Пригар футеровки и местный разогрев кожуха	Некачественные огнеупорные материалы; некачественная кладка футеровки; излишнее применение легкоплавких флюсов и их односторонняя загрузка; неравномерное распределение дутья по фурмам; неравномерный сход колош по сечению вагранки	Обдуть сжатым воздухом ; если разогрев кожуха не устраивается, полить его водой, следя за тем, чтобы перед и под ней вода не скапливалась; если нагрев кожуха не устраивается, надо прекратить плавку	Заменить материалы футеровки на более термостойкие; не допускать трещин и др. изъянов при ремонте футеровки ; соблюдать нормы присадки флюсов и правила загрузки шихты ; равномерно распределять дутье по фурмам и по сечению вагранки
Замерзание металла в летке	Низкая температура расплава ; малый диаметр летки ; неправильная заделка летки; недостаточная	Осторожно пробить летку, не допуская повреждения леточного кирпича ; прожечь ее кислородом	Обеспечить необходимый перегрев чугуна в вагранке и в копильнике; увеличить диаметр летки ; обеспечить правильное

	высота холостой колоши		закры - вание летки; устроить запасную летку
Затруднение с провалом (выбивкой)	Набивка подины слиш-ком сырой или гли-нистой смесью	Остатки подины осторожно выломать длинным ломов (при этом сточь сбоку за колоннами вагранки)	Выполнять набивку подины в соответствии с и нструкцией
	Намерзание слоя ме-талла на подине из-за слишком глубокого приямка под леткой или у прохода в копильник	Пробить края подины (длин-ным ломом или сбросить 2-3 тяжелые чушки через зава-лочное окно)	Следить, чтобы уровень подины не был ниже летки или прохода

13.6. ВНЕПЕЧНАЯ ОБРАБОТКА ЖИДКОГО ЧУГУНА

13.6.1. Модифицирование серого чугуна

Модифицирование - введение в расплав веществ (модификаторов), небольшое количество которых существенно влияет на процесс кристаллизации и изменяет структуры и свойства металлов и сплавов. Отличие легирования от модифицирования состоит в том, что легирующие элементы могут вводиться как в шихту, так и в расплавленный металл, а модификаторы вводятся только в расплавленный металл и их действие кратковременно (15-20 минут). Легированные металлы сохраняют свои свойства при последующих переплавах, а эффект модифицирования после переплава не сохраняется.

По способу воздействия на процесс кристаллизации чугуна различают две группы модификаторов. Одна группа воздействует на условия роста графита и способствует его кристаллизации в виде компактных или шаровидных включений. Другая группа изменяет степень графитизации (модифицирование способствует более равномерному охлаждению, благодаря чему обеспечивается получение однородной структуры с мелко пластинчатым графитом в сечениях отливки).

По сравнению с обычным чугуном **модифицированный чугун** такого же химического состава обладает более высокими механическими свойствами.

Для отливок из серого чугуна применяют, главным образом, графитизирующие модификаторы для измельчения графита, устранения отбела и междендритного графита. Поэтому модифицирование серого чугуна целесообразно при низком

содержании углерода, кремния и других графитизирующих элементов или при

280

повышенной концентрации элементов, препятствующих графитизации, а также при повышенном содержании в шихте стали и перепельного чугуна или при ускоренном охлаждении.

Модификаторы вводят в струю жидкого металла в ковш или в форму. Перед применением модификаторы измельчают, очищают от пыли, сушат и прокаливают при температуре 300-400 °С. Чтобы добиться полного растворения модификатора в жидком металле его можно помещать на дно ковша и расплав тщательно перемешивать. Эффективность модифицирования зависит от размера зерен модификатора. Размер зерен модификатора зависит от массы расплавленного металла в ковше (табл. 238).

Таблица 238. Рекомендуемые размеры зерен модификаторов

Масса металла в ковше, т	До 0,5	0,5 - 2,0	2,0 - 10,0	10,0- 25,0
Размер зерен модификатора, мм	1,0 - 2,0	2,0 - 5,0	5,0 - 15,0	15,0 — 25,0

Основным модификатором серого чугуна является **ферросилиций ФС75** (ГОСТ 1415-93). Для модифицирования ферросилиций в размолотом виде (фракция 2,0-10,0 мм) вводят в разливочный или раздаточный ковш при температуре 1300 -1400 °С в количестве 0,1 — 0,5 % массы жидкого металла. Модифицирующий эффект ферросилиция сохраняется не более 15 минут.

Для модифицирования серого чугуна силикокальцием применяют **силикокальций марок СК 10, СК15, СК20, СК25, СК30** (ГОСТ 4762-71). Оптимальная температура модифицирования 1400 — 1450° С. Количество присадки составляет 0,3 — 0,5 % массы жидкого металла. Для улучшения усвоения силикокальций целесообразно вводить в смеси с плавиковым шпатом в соотношении 1 : 1. Добавка плавикового шпата повышает активность взаимодействия кальция с кислородом и серой и способствует удалению образующихся при этом неметаллических включений из расплава в шлак. Для эффективного модифицирования серого чугуна силикокальцием время выдержки расплава в ковше должно соответствовать приведенному в табл. 239.

Таблица 239. Время выдержки расплава в ковше при модификации силикокальцием

Емкость ковша, кг	Предельно допустимое время выдержки, мин	Емкость ковша, кг	Предельно допустимое время выдержки, мин
50 - 100	3	3000 - 6000	15

100 - 500	5	6000 - 10000	20
500 - 300	10	10000 - 20000	25

Силикобарий - модификаторы на основе ферросилиция и бария обладают высокой графитизирующей способностью серого чугуна. В литейном производстве применяют готовые модификаторы марок ФС65Ба17, ФС65Ба20, ФС60Ба22, ФС75Ба4 (ТУ 08 - 2300 - 006 - 31178039 - 2010). В названии марки буквы обозначают название элемента (ФС — ферросилиций, Ба- барий), цифры обозначают количество элемента. Наилучшие результаты модифицирования достигаются при вводе модификатора в количестве 0,2 — 0,4% от массы жидкого металла. При дальнейшем увеличении количества присадки

281

прочность чугуна будет уменьшаться вследствие появления в структуре феррита.

При изготовлении крупных чугунных отливок в серийном производстве, а также при заливке чугуна на автоматических формовочных линиях необходимо применение модификаторов с длительным (до 30 минут) периодом действия модифицирующего эффекта. Таким модификатором является **силикобарий СБ30** с массовой долей бария 30-35 %, модифицирующий эффект которого продолжается от 15 до 25 минут. Оптимальная температура модифицирования силикобарием 1360-1380°C. Силико-барий повышает однородность структуры и прочность чугуна в различных сечениях отливки.

Церий является одним из распространенных модификаторов серого чугуна. Церий, обладая высоким химическим сродство к кислороду и сере, активно раскисляет жидкий чугун, образуя тгоплавкие соединения. Его вводят в расплав в виде металлического церия, ферроцерия и мишметалла ФЦМ-5.

Церий металлический - содержит 97,0 % церия при общем содержании редкоземельных элементов 98,5 %. Церий имеет сравнительно низкую температуру плавления (725°C) и хорошо растворяет газы. На воздухе легко окисляется, поэтому требует хранения в герметичных емкостях.

Мишметалл- сплав церия с другими редкоземельными металлами, получают методом электролиза хлоридов.

Ферроцерий - сплав редкоземельных элементов цериевой группы с железом, получают методом электролиза хлоридов. Содержит 40-55 % церия, 15% железа, остальное - редкоземельные элементы. Ферроцерий добавляют в количестве до 0,1 % по массе от жидкого металла. Температура введения присадки в расплав должна превышать 1450° С.

ФЦМ-5 - сплав редкоземельных металлов с магнием, получают методом электролиза. ФЦМ-5 содержит, % по массе : Се — 40,0-50,0 ; Mg - 5,0-7,0 ; Fe- до 2,0; La - 18,0-25,0; Nd - 10,0-12,0; Pr - 5,0-7,0.

Углеродсодержащие модификаторы применяют вместе с ферросилицием в количестве

0,01 — 0,05% с целью улучшения распределения графита. Наиболее эффективны при выплавке чугуна в электропечах, и при длительной выдержке расплава, так как имеют более длительный период усвоения жидким чугуном.

В табл. 240 приведены классификация модификаторов, которые вводятся в серый чугун в зависимости от задач, которые надо решить.

Таблица 240 Классификация модификаторов для серого чугуна

Уменьшение отбела	Повышение прочности	Повышение твердости	Увеличение времени модифицирования	Технологичность
Силикобарий	Ферроцерий	Ферроцерий	Графит, силикобарий	Ферросилиций
ФС (РЗМ)	Силикокальций	Мишметалл	Ферроцерий	ФС (Sr)
ФС (Sr)	Мишметалл	ФС (Sr)	Силикокальций	Ферроцерий
Мишметалл	ФС (Sr)	ФС (РЗМ)	Мишметалл	ФС (РЗМ)
Ферроцерий	ФС (РЗМ)	Силикобарий	ФС (Sr)	Силикобарий
Силикокальций	Силикобарий	Ферросилиций	-	Графит
Ферросилиций	Ферросилиций	Силикокальций	ФС (РЗМ)	Мишметалл
Графит	Графитовая стружка	Графит	Ферросилиций	Силикокальций

282

13.6.2. Модифицирование белого и ковкого чугуна

Белый чугун - сплав железа с углеродом, в котором содержание углерода не превышает 0,3%. Белый чугун обладает высокой твердостью, прочностью, износостойкостью, термостойкостью и коррозионной стойкостью.

Модифицирование белого чугуна 75%-ным ферромарганцем применяют при литье крупных толстостенных отливок для предотвращения выделения графита в массивных узлах отливки. Присадка ферромарганца в виде зерен 1-3 мм производится в ковш перед заполнением его металлом. Модифицирование марганцем (для увеличения содержания марганца в ковком чугуне до 0,8-1,2%) применяется при производстве перлитного ковкого чугуна с зернистым перлитом.

Модифицирование бором. Белый чугун при увеличении содержания в нем хрома сверх 0,05-0,7% непригоден для производства ферритного ковкого чугуна. Присадка бора в пределах 0,001 — 0,003 от массы жидкого чугуна в зависимости от содержания хрома позволяет графитизировать белый чугун при цикле отжига обычной длительности.

Модифицирование висмутом и бором позволяет снизить

продолжительность отжига белого чугуна для тонкостенных отливок — на 22,0%, для толстостенных на 33,0%. Дробленый висмут и ферросиликобор добавляют в струю металла из электропечей. Расчетное количество бора — 0,003%, висмута — 0,0635 % от массы жидкого чугуна. Одновременно с бором добавляют алюминий в расчетном количестве

Модифицирование магнием - требуется при выплавке чугуна в вагранке с основной футеровкой. Состав модификатора, % от массы обрабатываемого чугуна. : NaCl -0,4% ; MgCl₂ -0,38 % ; SiCa – 1,8% . Перед заливкой такой чугун модифицирую ферросилицием в количестве 0,3-0,4 %.

Ковкий чугун - по сравнению с серым чугуном обладает большей пластичностью и прочностью благодаря тому, что графит в ковком чугуне имеет не пластинчатую, а хлопьевидную форму. Ковкий чугун получают путем длительного отжига отливок из белого чугуна, в результате которого происходит распад цементита с образованием графита, то есть происходит процесс графитизации. Такой отжиг называют графитизирующим. Тем не менее, концентрация графитизирующих элементов в ковком чугуне - углерода и кремния ниже чем в сером чугуне.

Для модифицирования ковкого чугуна применяют два вида присадок - стабилизирующие и графитизирующие. Стабилизирующие присадки предотвращают выделение пластинчатого графита в массивных частях отливок при повышенном содержании углерода и кремния. Графитизирующие модификаторы позволяют сократить цикл отжига ковкого чугуна. Модификаторы для ковкого чугуна приведены в табл. 241.

Таблица 241 Модификаторы для ковкого чугуна

Присадка	Назначение	Количество присадки, % от массы чугуна	Способ ввода
Висмут	Предотвращение выделения графита до отжига	0,0015 -0,01Bi	В ковш перед разливкой
Висмут + сурьма	Предотвращение выделения графита до отжига	(0,001 -0,0055)Bi + (0,001 -0,005)Sb	В ковш перед разливкой
Висмут + марганец + теллур	Предотвращение выделения графита до отжига	(0,001 -0,005)Bi + (0,001 -0,005)Mn + (0,0003 - 0,001) Te	В ковш перед разливкой в виде брикетов
Висмут (висмут + сурьма ; висмут + марганец) + бор (висмут+ алюминий	Предотвращение выделения пластинчатого графита в структуре отливок из белого чугуна («отсеривания»);	а) (0,0015 -0,01)Bi + (0,002 -0,005) B ; б) (0,001-0,005)Bi +	В виде смеси или лигатуры - в ковш, в струю металла или отдельно : в раз- даточный

или висмут+бор+алюминий)	сокращение длительности отжига	(0,001 -0,005)Sb+ (0,002 -0,005)) В ; в) (0,0015 -0,01)Bi + (0,001 -0,005)Mn + (0,002 -0,005)) В ; г) (0,0015 -0,01)Bi + (0,01 -0,03) Al; д) (0,0015 -0,01)Bi + (0,002 -0,005)) В + (0,01 -0,03) Al ;	ковш, а висмут и бор - в разливочный ковш
Теллур (теллур + медь ; теллур +сера ; теллур+водород) + бор + алюминий	Предотвращение выделения пластинчатого графита в структуре отливок из белого чугуна («отсеривания»); сокращение длительности отжига	а) (0,0003-0,005) Те + (0,002 -0,005) В + (0,01 -0,03) Al ; б) (0,0003-0,005) Те + (0,0001-0,005)Cu + (0,002 -0,005)) В + (0,01 -0,03) Al ;	В виде брикета сплава или смесь - в ковш, на струю металла или раздельно : алюминий- в ковш ; (теллур + медь ; теллур +сера ; теллур+ бор) - в виде брикета в литниковую систему
Сурьма+бор или Сурьма+бор +алюминий	Предотвращение выделения пластинчатого графита в структуре отливок из белого чугуна («отсеривания»); сокращение длительности отжига	а) (0,004 -0,007)Sb + (0,002 -0,004) В ; б) (0,004 -0,007)Sb + (0,002 -0,004) В + (0,015 -0,20) Al ;	В виде смеси- в ковш, в струю металла
Сера + алюминий или сера + бор + алюминий	Сокращение длительности отжига ; получение в структуре чугуна шаровидного графита	а) (0,2 -0,5) S + (0,01 -0,030) Al ; б) (0,2 -0,5) S + (0,01 -0,03) Al + (0,002 -0,004) В ;	Сера- в шихту или в ковш ; алюминий и бор - ковш
Магний или магниевые лигатуры	Сокращение длительности отжига ; получение в структуре чугуна шаровидного графита	0,1- 0,5 Mg	Вводить при содержании серы в чугуне не более 0,02 %

Иттрий или его концентраты	сокращение длительности отжига ; получение в структуре чугуна шаровидного графита	0,1- 0,5 Y	Вводить при содержании серы в чугуне не более 0,02 %
Соли азота (циана- мид кальция CaCN ₂ ; железосинеродистый калий - гексацианоферрат калия C ₆ N ₆ Fek ₃ ; мочевина и т.д.) + бор +алюминий	Нейтрализация повышенного содержания хрома (до 0,15,0 %) ; сокращение длительности отжига	а) (0,01-0,025) N ₂ + (0,002 -0,005) В + (0,01 -0,03) Al ; б) 0,01-0,025) CaN ₂ + (0,002 -0,005) В + (0,01 -0,03) Al ;	В ковш - виде смеси или отдельно : алю- миний — в раздаточ- ный ковш; азот и бор — в разливочный ковш

Примечание. 1. Дефицитный висмут можно заменить на теллур.

13.6.3. Получение высокопрочного чугуна с шаровидным графитом

Высокопрочный чугун - чугун, имеющий графитные включения сфероидальной формы. Благодаря шаровидной форме графита высокопрочный чугун обладает комплексом высоких механических и технологических свойств: временное сопротивление ; ударная вязкость ; предел текучести ; относительное удлинение ; высокие прочность и износостойкость; хорошие литейные свойства ; хорошо поддается механической обработке. Из высокопрочного чугуна изготавливают детали ответственного назначения в автомобильной и других отраслях промышленности

Высокопрочный чугун с шаровидным графитом получают путем модифицирования жидкого чугуна сфероидизирующими модификаторами. Для выплавки высокопрочного чугуна применяют индукционные тигельные печи, в которых получают чугун нужного состава и температуры, достаточной для последующего модифицирования. В качестве модификаторов используют магний, церий, иттрий в виде чистых металлов или лигатур, а также шлаковые комплексные модификаторы и мишметаллы, в которых присутствуют магний, кальций, редкоземельные металлы (РЗМ).

Ферроцерий -мишметалл, содержащий 40,0-45,0 церия, 18,0-25,0% лантана, 10,0-12,0% неодима, 5,0-7,0 празеодима и не более 15,0% железа применяется для модифицирования жидкого чугуна и получения высокопрочного чугуна. При введении 0,4 % сплава ферроцерия с магнием прочность чугуна увеличивается вдвое.

При модифицировании магнием и его лигатурами в расплав необходимо добавлять плавиковый шпат, криолит и другие хлористые и фтористые соли для предотвращения образования нерастворимых в металле окислов и сульфидов магния и марганца.

Примерная дозировка магниевых добавок при получении чугуна с шаровидным графитом приведена в табл. 242.

Таблица 242. Дозировка магниевых добавок при получении чугуна с шаровидным графитом

Методы обработки чугуна магниевыми добавками	Температура металла во время присадки добавок, °С	Количество магния (5 от массы жидкого чугуна) при применении			
		Магния металлического	Магниевых лигатур с содержанием магния, %		
			40,0-50,0	14,0- 25,0	8,0-10,0
В барабанах ; в конвертерных или других открытых ковшах емкостью до 1,5 т с обработкой чугуна вне камер и с вводом добавок в колоколах, карманах ковшей или с помощью простых удерживающих приспособлений	1350-1400 1410 -1450	0,35- 0,45 0,45 - 0,55	До 0,4 до 0,5	0,25 - 0,30 0,30 -0,35	0,15-0,20 0,20-0,25
В ковшах открытого типа емкостью от 2,0 до 10,0 т с обработкой металла в камерах или вне камер под крышками с вытяжкой и в копильниках вагранок при вводе добавок в колоколах	1350-1400 1410 -1450	0,4 -0,6 0,5- 0,7	До 0,5 до 0,6	0,25 - 0,30 0,30 -0,35	0,15-0,20 0,20-0,25
Под давлением в специальных ковшах и автоклавах	1350-1400 1410 -1450	0,15- 0,30 0,20 - 0,35	До 0,25 до 0,30	0,20 0,25	0,15 0,20

13.6.4. Влияние химических элементов на свойства чугуна

Формирование структуры чугуна происходит при затвердевании отливки. Основными факторами, влияющими на структурообразование чугуна являются его химический состав и скорость охлаждения отливки в форме. При быстром охлаждении образуется структура

белого чугуна (углерод находится в химически связанном состоянии в виде цементита и ледебурита). При длительном отжиге такого чугуна образуется ковкий чугун (углерод находится в виде хлопьев графита), имеющий прочность 300-370 МПа и твердость HB 163 единицы. При длительном охлаждении образуется структура серого чугуна (углерод находится в виде пластинчатого графита). Серый чугун имеет прочность при сжатии 100-350 МПа и твердость HB 120-290 единиц. При модифицировании жидкого чугуна образуется структура высокопрочного чугуна с шаровидным графитом. Отливки из высокопрочного чугуна имеют прочность при сжатии 350-400 МПа и твердость HB 180-360 единиц.

Влияние химических элементов на свойства чугунов приведены в табл. 243.

Таблица 243. Влияние химических элементов на свойства чугунов

Серый чугун	Высокопрочный чугун	Ковкий чугун
Углерод C		
Повышенное содержание углерода приводит к уменьшению прочности и твердости; увеличивается пластичность, улучшаются литейные свойства чугуна	Увеличенное содержание углерода улучшает литейные свойства чугуна	Повышенное содержание углерода приводит к уменьшению прочности и твердости; увеличивается пластичность, улучшаются литейные свойства чугуна
Кремний Si		
Кремний (с учетом содержания углерода) способствует выделению графита и снижает твердость, а также уменьшает усадку; повышенное содержание кремния снижает пластичность и увеличивает твердость	С повышением содержания кремния возрастает предел прочности при растяжении	Для ферритного ковкого чугуна суммарное содержание кремния и углерода должно быть 3,7-4,1 %. При содержании кремния до 1,5% механические свойства сплава повышаются
Марганец Mn		
Марганец ограничивает выделение графита, способствует размельчению перлита и отбеливанию чугуна; нейтрализует вредное влияние серы; при содержании марганца до 0,7-1,3% механические свойства повышаются, при дальнейшем увеличении - снижаются; Марганец увеличивает усадку сплава	С повышением содержания марганца возрастает предел прочности при растяжении и уменьшается относительное удлинение. Содержание марганца 1,0-	При повышении содержания марганца до 0,8-1,4% повышается прочность, но падают пластичность и ударная вязкость; в ферритном чугуне содержание марганца не должно превышать 0,6%, в перлитном - 1,0%

	1,3% повышает износо- стойкость	
Магний Mg		
	Для образования графита шаровидной формы содержание магния должно быть не ниже 0,03%, а церия не ниже 0,02%; при повышении содержания магния выше 0,4-0,8% механические свойства снижаются	
Сера S		
Сера снижает прочность и пластичность, но повышает износостойкость сплава; препятствует выделению графита; избыточное содержание серы приводит к образованию трещин при высоких температурах	Препятствует выделению графита шаровидной формы	Содержание серы в ферритном чугуна, модифицированном алюминием может быть повышено до 0,2%, что улучшает форму графита; соотношение содержания марганца и серы должно быть в пределах 0,8 - 3,0
Фосфор P		
Повышает жидкотекучесть сплава ; придает чугуну хрупкость и склонность к образованию трещин	Снижает пластичность. Для получения пластичного сплава содержание фосфора не должно превышать 0,08%	Повышает жидкотекучесть сплава ; придает чугуну хрупкость и склонность к образованию трещин
Никель Ni		
Повышает твердость, коррозионную стойкость ; улучшает обрабатываемость сплава	Улучшается тепло- и электропроводность сплава; повышается коррозионная стойкость и	Способствует графитизации углерода и образованию перлита

	жаро- стойкость сплава	
Хром - карбидообразующий элемент Cr		
С увеличением хрома растет твердость и прочность отливок, замедляется процесс графитизации	Повышается жаро- стойкость, износо- стойкость, коррози- онная стойкость отливок	Содержание хрома более 0,06- 0,08 % замедляет процесс графитизации; повышение содержания до 0,1-0,12 % при- водит к образованию в структуре сплава стойких карбидов
Молибден Mo		
Замедляет графитизацию, способствует образованию карбидов. Повышает твердость и износостойкость		Замедляет графитизацию, способствует образованию карбидов. Повышает твердость, прочность и износостойкость
Медь Cu		
Способствует графитизации углерода, увеличивает жидкотекучесть, повышает прочность и твердость сплава	При содержании меди 0,5-1,0 % уве- личивает жидко- текучесть, повышает прочность и твердость сплава; при содер- жании более 2,0% пре- пятствует образова- нию шаровидного графита	Способствует графитизации углерода, увеличивает жидкотекучесть, повышает прочность и твердость сплава
Алюминий Al		
Нейтрализует азот. При содержании более 0,08% препятствует образованию шаровидного графита		
Сурьма Sb		
Стабилизатор перлита и карбидов ; препятствует образованию шаровидного графита		
Мышьяк As		
Стабилизатор перлита и карбидов ; улучшает форму шаровидного графита		
Барий Ba		
Способствует графитизации ; увеличивает время действия модификаторов		
Висмут Bi		
Способствует образованию шаровидного графита		
Бор B		

Содержание 0,02 % бора улучшает способность к отжигу ковкого чугуна
Кальций Ca
Способствует образованию шаровидного графита
Церий Ce
Способствует образованию шаровидного графита
Свинец Pb
Способствует образованию перлита и карбидов
Стронций Sr
Способствует графитизации. Значительно снижает отбел в сером чугуне
Теллур Te
Стабилизатор карбидов. Препятствует графитизации
Олово Sn
Способствует образованию перлита. Повышает прочность и хрупкость сплава
Титан Ti
Нейтрализует азот в сером чугуне. Препятствует образованию шаровидного графита
Вольфрам W
Стабилизатор перлита
Ванадий V
Измельчает включения пластинчатого графита в сером чугуне. Существенно повышает прочность

13.6.7. Удаление серы из чугуна

Сера снижает прочность и пластичность чугуна, препятствует образованию шаровидной формы графита, поэтому ее содержание в жидком чугуне необходимо контролировать. Для обессеривания жидкого чугуна применяют следующие составы:

- магний в количестве 0,4-0,6 % от массы металла ;
- сода в количестве 0,6-1,0% от массы металла ;
- смесь, состоящая из соды и едкого натра из расчета на 1 тонну металла — 0,9% соды и 0,4% едкого натра ;
- брикеты, состоящие из 94,0 % соды, 5,0% хлористого бария и 1,0% окислы.

13.7. ТЕМПЕРАТУРА ЧУГУНА ПРИ ЗАЛИВКЕ В ФОРМУ

Температура заливки чугуна зависит от его состава, средней толщины стенки отливки наибольшего прохождения металла по горизонтали от питателя до противоположного края отливки. Местные приливы и утолщения при определении толщины стенки не учитываются. Если металл подводится в форму с двух сторон и

сечения питателей равны, его путь прохождения уменьшается вдвое. В табл. 244 приведены данные по температуре заливки чугуна в зависимости от средней толщины стенки отливки.

Таблица 244. Температура заливки чугуна в зависимости от средней толщины
стенки отливки

Температура заливки, °С	Средняя толщина стенки отливки, мм			
	До 4,0	5,0- 10,0	11,0 -20,0	21,0-40,0
Серый чугун	1450-1400	1400- 1340	1380-1320	1360-1300
Высокопрочный чугун	1510-1450	1470-1410	1430-1370	1400-1340
Ковкий чугун	1480-1410	1460-1400	1430-1370	-

Температура заливки высоколегированных чугунов выбирается в зависимости от состава на 30 -50 °С выше солидуса.

В табл. 245. приведены ориентировочные данные о снижении температуры чугуна во время его выдержки в ковше и разливки

Таблица 245. Ориентировочные данные о снижении температуры чугуна

Операция	Снижение температуры, град
Выпуск чугуна из печи	10 - 30
Выпуск чугуна из ковша в ковш	15 - 40
Выдержка чугуна в течение 1 минуты в коническом ковше емкостью, т :	
0,05	15 - 40
0,1	20 - 30
0,4	10 - 20
0,5-1,0	8 - 14
1,0-2,0	5 - 10
2,0-4,0	3 - 5
4,0-10,0	2 - 3
10,0-20,0	08 - 1,6

Примечание. В барабанных ковшах температура снижается в приблизительно в два раза медленнее.

Таблица 246. Зависимость продолжительности охлаждения отливок из чугуна

от их массы

Масса отливки, кг	Время охлаждения, ч		Масса отливки, кг	Время охлаждения, ч	
	На	На плацу		На	На плацу

	конвейере			конвейере	
До 10,0	До 0,15	0,5-1,0	251,0-500,0	0,8- 2,0	3,0-8,0
10,0-30,0	0,15-0,4	0,8-0,2	501,0-1000,0	1,5-3,0	4,0-8,0
31,0-50,0	0,25-0,5	1,0-3,0	1001,0-10000,0	-	55,0-130,
51,0-100,0	0,30-0,60	1,5-2,0	10001,0-50000,0	-	80-,360,0
101,0-200,0	0,50-1,00	2,5-6,0	-	-	

ГЛАВА 14. ПЛАВКА СТАЛИ

14.1. ПЛАВКА СТАЛИ В МАРТНОВСКИХ ПЕЧАХ

Плавка стали представляет собой сложный процесс преобразования шихты, флюсов и других элементов при нагреве в расплав определенного химического состава. При этом в процессе принимают участие печные газы и футеровка печей. Выплавление стали осуществляют в электродуговых и индукционных печах.

Иногда при получении крупных отливок массой свыше 10 т применяют процесс плавки в мартеновских печах (Рис. 108). Вместимость мартеновских печей в литейных цехах составляет 5,0-100,0 т. Мартеновская печь работает скрап-процессом: шихта включает до 30,0% передельного чугуна, 10,0-15,0 % стальной стружки, остальное - лом и возврат собственного производства. Мартеновские печи строят с кислой и основной футеровкой. Стойкость печи при динасовом своде составляет до 500 плавов, а при магнезитовом - более 700 плавов.

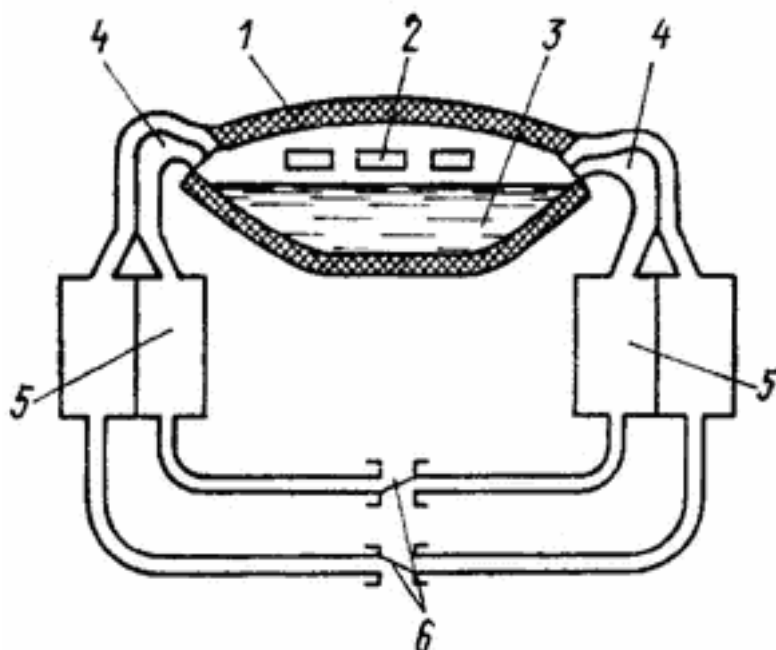


Рис. 108. Схема мартеновской печи

1- свод ; 2 - заливочные окна ; 3 - ванна расплава ; 4 - головки ; 5 - регенераторы ;
6 — перекидные клапаны

Располагающаяся на подине ванна расплава 3 перекрывается сводом 1, сделанным из огнеупорного материала (динаса, магнезита и др.). Для загрузки шихты, котрая вводится в коробках-мульдах с помощью специальной машины, в передней стене рабочего пространства предусмотрены завалочные окна 2. С боковых торцов печи расположены головки 4, в которых сжимается топливо (газ или мазут). Направляемые в рабочее пространство печи газ и воздух подогреваются в генераторах 5. Непрерывная подача воздуха и газа обеспечивается системой каналов с перекидными клапанами 6, которые регулируют поочередную работу генераторов : при работе левых генераторов на нагрев воздуха правые нагреваются отходящим газами и наоборот.

Интенсификация процесса достигается за счет использования кислорода для

291

прямого окисления элементов расплава, обогащения подаваемого в печь воздуха, расплавления загруженного в печь скрапа кислородной струей с помощью специальных сопел с водяным охлаждением.

В табл. 247 приведены данные по продолжительности плавки в мартеновских печах и ее производительности в зависимости от вместимости ванны.

Таблица 247. Производительность и продолжительность плавки в мартеновских печах

различной вместимости

Показатели	Вместимость ванны мартеновской печи, т
------------	--

	10	15	20	30	40	50
Продолжительность плавки, ч	4,0 -6,0	5 ,0-6,0	5,0-6,5	5,5-7,5	5,5-7,5	6,0-8,0
Производительность, т/сутки	47 - 57	56 - 75	75 - 100	110 - 130	150- 190	175 -215

К преимуществам мартеновского процесса плавки можно отнести возможность использования большого количества стального лома ; возможность получения стали из исходных материалов с разнообразным химическим составом ; высокое качество получаемой стали и возможность выплавки многих ее марок.

14.2. ПЛАВКА СТАЛИ В ИНДУКЦИОННЫХ ТИГЕЛЬНЫХ ПЕЧАХ

Процесс плавки стали в индукционных печах происходит без окисления, поэтому при расчете состава шихты необходимо учитывать, чтобы содержание серы и фосфора были на 0,005-0,01 % ниже допустимого нижнего предела., а содержание углерода - на 0,1 % выше , чем в готовой стали.

В литейных цехах используют индукционные печи с основной и кислой футеровкой повышенной частоты (1000 — 2500 Гц) с машинными и тиристорными преобразователями (Рис. 109)

Печь состоит из водоохлаждаемого индуктора 1, внутри которого находится тигель 2 (с основной или кислой футеровкой). В тигель загружается шихта , затем через индуктор 1 от генератора высокой частоты пропускают однофазный переменный ток повышенной частоты (500 -2500 ГЦ). При этом в металлической шихте, находящейся в тигле индуцируются мощные вихревые токи, что обеспечивает нагрев металла до его расплавления. Одновременно под действием электромагнитного поля индуктора происходит интенсивная циркуляция жидкого металла, что способствует получению однородного по химическому составу металла, быстрому всплыванию неметаллических включений, выравниванию температуры

Шихта в тигельных печах должна быть уложена с максимальной плотностью. На дно тигля загружают мелкую шихту, поверх ее - ферросплавы и крупные куски шихты, причем наиболее крупные следует разместить у стенок тигля, где сила индуцируемых токов наиболее велика. Промежутки между кусками крупной шихты заполняют мелкой шихтой. Общая высота загружаемой шихты — 2/3 высоты тигля.

Первыми начинают плавиться куски шихты возле стенок тигля на высоте 1 / 2 индуктора, после чего расплав постепенно перемещается вверх и вниз по высоте тигля.

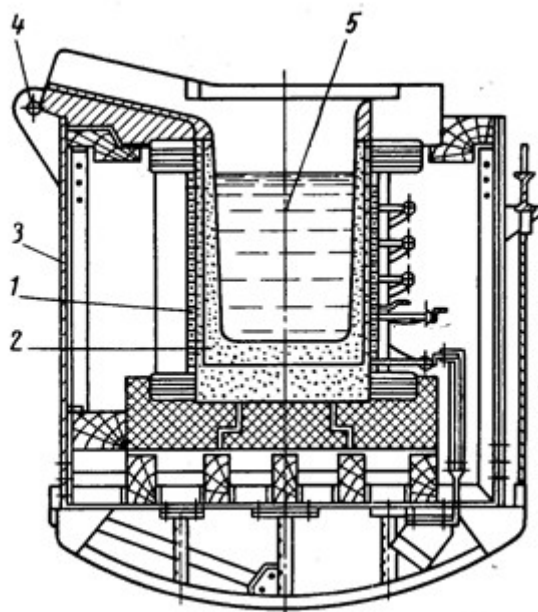


Рис. 109. Схема индукционной тигельной печи

1- индуктор ; 2 - тигель ; 3 - каркас ; 4 - поворотная ось; 5 - расплавленный металл

Для предотвращения образования мостов в верхней части тигля шихту необходимо время от времени осаживать инструментом с изолированной ручкой.

В процессе плавки необходимо исключить его бурление и избегать открытой поверхности металла во избежание его окисления, для чего в тигель вводят шлаковый состав на основе извести, флюорита и шамота.

Перед окончанием плавления берут пробу на химический анализ, затем производят нагрев металла на пониженной мощности и корректируют состав металла.

Легирующие элементы и раскислители присаживают в следующем порядке :

- ферровольфрам, молибден и хром - в завалку, так как их угар не превышает 2,0% - для вольфрама и молибдена и 5,0 % - для хрома ;
- феррованадий и ферромарганец - за 7- 10 минут до выпуска стали (их угар не превышает 10,0%) ;
- ферросилиций вводят за 10 минут до выпуска, он практически не окисляется ;
- алюминий — непосредственно перед выпуском или в ковш.

Стали, содержащие много марганца, титана, алюминия лучше выплавлять в печах с основной футеровкой, так как эти элементы взаимодействуют с кислой футеровкой и способствуют ее быстрому износу.

Особенностью плавки в основных индукционных печах является необходимость присадки поверх мелкой шихты в нижней части тигля извести в количестве 5,0% от массы загрузки. Угар легирующих элементов и раскислителей в печах с основной футеровкой такой же как и в печах с кислой футеровкой. Исключение составляет

кремний, угар которого в основных печах составляет 10,0 - 15,0%.

В индукционных печах выплавляют сталь и сплавы из легированных отходов методом переплава или из чистого шихтового железа и скрапа с добавкой ферросплавов.

293

14.3. ПЛАВКА СТАЛИ В ДУГОВЫХ ЭЛЕКТРОПЕЧАХ

В дуговых электропечах для расплавления шихты используют тепловой эффект электрической дуги (Рис. 103). Окисление легирующих элементов в дуговых печах минимальное. Эти печи служат для получения высококачественных высоколегированных сталей.

Для плавки стали используют дуговые печи прямого действия, когда электрическая дуга возникает между электродом и расплавляемой шихтой. Их разделяют на печи переменного тока (ДСП) и печи постоянного тока (ДППТ).

В литейных цехах используют дуговые электропечи с основной и кислой футеровкой емкостью от 6 до 200 т.

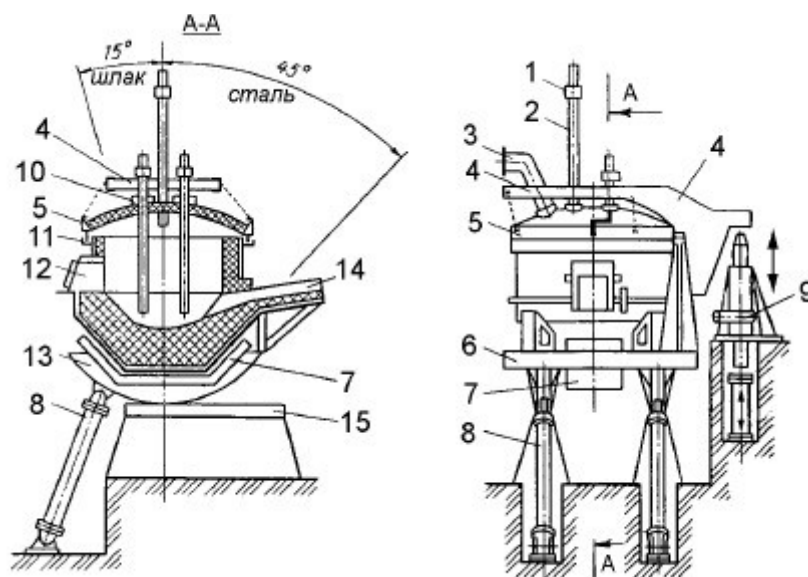


Рис. 110. Схема дуговой сталеплавильной печи

1 — электродержатели ; 2 - электроды ; 3 — газоотборный патрубок; 4 — полупортал для поддержки свода ; 5 — сводовое кольцо ; 6 - опорная конструкция (люлька), на разрезе А-А не показана ; 7 - устройство для электромагнитного перемешивания жидкой стали ; 8- механизм наклона ; 9 — механизм подъема и поворота свода при загрузке шихты ; 10 - уплотнители ; 11 - песочный затвор ; 12 — рабочее окно ; 13 - опорные сегменты ; 14 - сливной желоб ; 15 - фундаментная балка.

Свод печи сдвигают и шихтовые материалы загружают на подину

печи сверху в открываемое рабочее пространство с помощью бадьи (корзины) с открывающимся дном.

Затем свод надвигают на ванну, имеющую форму чаши. Подину делают из магнезитового кирпича, а стены и свод - из магнезитохромтового кирпича. Общая толщина подины 800-900 мм, стойкость до 5000 плавов. Стойкость футеровки стен и свода - от 75 до 250 плавов.

Электроды 2 опускают через отверстия свода до возникновения короткого замыкания с шихтой, в результате чего зажигается электродуга. Плавление и нагрев происходит за счет теплоты электрических дуг. Готовую сталь и шлак выпускают через сливной желоб 14. Рабочее окно 12, закрываемое заслонкой, предназначено для

294

контроля за ходом плавки, загрузки материалов и промежуточного выпуска шлака во время окислительного периода. Температура жидкой стали при выпуске на 120 -150 °С выше температуры ликвидуса и составляет 1550 -1650°С.

По ходу плавки выделяют четыре периода :

1-й — подготовка к плавке (20 — 40 минут). Исправление изношенных участков пода путем заправки подины магнезитовым порошком, загрузка шихты ;

2-й - период плавления (70 — 180 минут). Ввод максимальной электрической мощности, нагрев и расплавление шихты. Формирование шлака за счет окисления кремния, марганца, углерода и железа кислородом воздуха. Возможна продувка жидкого металла кислородом для ускорения процесса плавления. Удаление основной массы фосфора из расплава с помощью железистого шлака.

3-й - окислительный период (30-90 минут). Слив основной массы шлака для удаления из расплава фосфора. Присадка извести и других шлакообразующих добавок. Присадка руды для интенсивного окисления углерода, получения эффекта «кипения», во время которого происходит дефосфация металла и удаления с пузырьками окиси углерода (CO) водорода и азота.

4- восстановительный период. (40 -120 минут). Присадка ферромарганца и феррохрома для корректировки содержания марганца хрома в соответствии с требуемым химическим составом выплавляемой стали. Добавление ферросилиция и алюминия для раскисления металла. (Раскисление - удаление из сплава кислорода путем присадки раскислителей : углерода, кремния, марганца). Для ускорения процесса раскисления наводят основной шлак путем добавления извести, плавикового шпата и шамотного боя.

Легирование стали. Выпуск стали вместе со шлаком.

Составы шихты для плавки стали в дуговых печах приведены табл. 248 и 249.

Таблица 248. Примерный состав металлической шихты при плавке стали в дуговых печах с основной футеровкой

Наименование шихтовых материалов	Марки сталей для отливок нормального качества			Марки сталей для отливок повышенного качества			Марки сталей для отливок особо высокого качества	
	15, 25	35, 45	55	15, 25	35, 45	55	15, 25	35
Отходы собственного производства	40,0-50,0	40,0-50,0	40,0-50,0	30,0-40,0	30,0-40,0	30,0-40,0	20,0-30,0	20,0-30,0
Стальной лом	35,0-45,0	52,0-42,0	48,0-38,0	63,0-53,0	58,0-48,0	55,0-45,0	70,0-60,0	65,0-50,0
Передельный чугун	3,0	7,5	10,5	14,5	10,0	13,0	7,5	13,0
Зеркальный чугун	2,0	1,5	1,5	2,5	2,0	2,0	2,5	

Таблица 249. Примерный состав металлической шихты при плавке стали в дуговых печах с кислой футеровкой

Наименование шихтовых материалов	Марки сталей для отливок нормального качества			Марки сталей для отливок повышенного качества		
	25	35, 45	55	25	35, 45	55
Отходы собственного производства	40,0-50,0	40,0-50,0	40,0-50,0	30,0-40,0	30,0-40,0	30,0-40,0
Стальной лом	57,0-47,0	55,0-45,0	53,0-43,0	65,0-55,0	62,0-52,0	58,0-48,0
Передельный чугун	3,0	5,0	7,0	5,0	8,0	123,0

Таблица 250. Содержание углерода в шихте и его изменение по ходу плавки

Группа отливок	Футеровка печи	Марка стали	Содержание углерода, % по массе			
			В шихте	В начале окислительного периода	В конце окислительного периода	При выпуске стали
Нормального качества	основная	15 - 55	0,4- 0,8	0,3 - 0,7	0,08 - 0,45	0,18 - 0,55
	кислая	25 - 55	0,4- 0,7	0,3 - 0,6	0,15 - 0,45	0,25 - 0,55
Повышенного качества	основная	15 - 55	0,5 - 0,9	0,4 - 0,8	0,08 - 0,45	0,18 - 0,55
	кислая	25 - 55	0,5- 0,8	0,4 - 0,7	0,15 - 0,45	0,25 -

						0,55
Особо высокого качества	основная	15 - 35	0,6 - 0,8	0,5 - 0,7	0,05 - 0,25	0,15 - 0,35

Таблица 251. Содержание марганца в шихте и его изменение по ходу плавки

Группа отливок	Футеровка печи	Марка стали	Содержание марганца, % по массе			
			В шихте	В начале окислительного периода	В конце окислительного периода	При выпуске стали
Нормального качества	основная	15 - 55	0,8- 1,0	0,4 - 0,6	0,20 - 0,25	0,6 - 0,8
	кислая	25 - 55	0,6- 0,7	0,3 - 0,4	0,15 - 0,20	0,6 - 0,8
Повышенного качества	основная	15 - 55	0,9 - 1,1	0,5 - 0,7	0,20 - 0,25	0,6 - 0,8
	кислая	25 - 55	0,7- 0,8	0,35 - 0,45	0,15 - 0,20	0,6 - 0,8
Особо высокого качества	основная	15 - 35	1,0 - 1,2	0,6 - 0,8	0,20 - 0,25	0,6 - 0,8

Металлическую часть шихты для дуговых печей рекомендуется составлять на 20,0-40,0 % по массе из мелких кусков размером до 100 x 100 x 100 мм, массой от 2,0 до 7,0 кг ; 30,0-60,0 % по массе - это средние куски размером до 250 x 250 x 200 мм массой от 8,0 до 40,0 кг ; 20,0-30,0 % по массе - крупные куски размером до 600 x 350 x 250 мм массой более 40,0 кг.

В дуговые печи объемом от 1,5 до 10,0 т шихту загружают в следующем порядке : на дно подины укладывают половину мелкой части шихты, затем укладывают крупные куски, которые должны находиться в зоне действия электрических дуг ; поверх крупных кусков укладывают средние куски, чушки чугуна и оставшуюся половину мелкой завалки; завалку следует укладывать до плотности 3,0-4,5 . Верхнюю часть завалки желательно делать конусной, острием

Для лучшего поддержания электрически дуг перед началом плавки под каждый электрод подкладывают 2-3 куска кокса.

296

Для своевременного шлакообразования в печи с основной футеровкой следует загружать известь в количестве 1,0-1,5 % от массы шихты сверх металлической завалки. После расплавления шихты следует добавить в металл еще 1,5-2,0 % по массе извести.

При плавке в печах с кислой футеровкой после расплавления шихты необходимо добавить 1,5-2,0 % по массе кварцевого песка (или

отработанной земли).

14.4. РАСКИСЛЕНИЕ СТАЛИ И ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД

14.4.1. Раскисление стали - процесс удаления из сплава избытка растворенного в жидкой стали кислорода, который является вредной примесью, путем присадки раскислителей: углерода, кремния, марганца, алюминия и др. Раскислители образуют с кислородом окислы в виде твердых и газообразных веществ, которые удаляются из расплава в виде шлаков. При выплавке стали чаще всего используют следующие виды раскисления:

Осаждающее раскисление - раскисление, при котором используют элементы, обладающие большим сродством к кислороду чем железо. В качестве раскислителей применяют кремний, алюминий и марганец.

Диффузионное или экстракционное раскисление - процесс, при котором снижение содержания кислорода в стали происходит за счет раскисления шлака. В качестве раскислителей используют алюминий, углерод, кремний.

Обработка синтетическими шлаками - раскисление стали в дуговой печи путем ее обработки шлаком, состоящим из оксида кальция CaO (негашеная известь) и оксида алюминия Al_2O_3 . Данный способ раскисления применяют для снижения содержания серы и кислорода в стали.

В табл 252. приведены способы раскисления стали для печей с основной и кислой футеровкой.

Таблица 252. Способы раскисления стали для печей с основной и кислой футеровкой

Группа отливок	Рекомендованный способ раскисления	Рекомендуемые раскислители и последовательность их введения	
		Печи с основной футеровкой	Печи с кислой футеровкой
Отливки нормально го качества	Осаждающее раскисление	1. Ферромарганец и 45%-ный ферросилиций (по 0,9-1,0% от массы металла) вводятся в кусках в ванну расплава после удаления окислительного шлака 2. Раскисление шлака производить раскислительной смесью с молотым коксом. Перед	1. Ферромарганец (1,1-1,3% от массы металла) вводятся в кусках в ванну расплава после удаления шлака 2. Перед выпуском стали из печи или после выпуска в ковш добавить кусковой алюминий -0,1% от массы металла

		выпуском стали из печи или после выпуска в ковш добавить кусковой алюминий -0,1% от массы металла	
Отливки повышенного качества	Осаждающее и диффузионное раскисление	1. Силикомарганец (1,1-1,3% от массы металла) вводятся в кусках в ванну расплава после удаления окислительного шлака 2. Раскисление шлака производить раскислительной смесью с молотым коксом и 45%-ным ферросилицием. 3. В раскисленный металл вводят 45%-ный ферросилиций — 0,3-0,4 % от массы металла 4. Перед выпуском стали из печи или в ковш вводится кусковой алюминий — 0,1% от массы металла	1. Ферромарганец (0,5-0,6% от массы металла) вводятся в кусках в ванну расплава после удаления шлака 2. Раскисление шлака производить раскислительной смесью с молотым углем , 5%-ным ферросилицием и электродным боем 3. В раскисленный металл вводят 45%-ный ферросилиций — 0,2-0,3 % от массы металла, а затем ферромарганец — 0,5-0,6% от массы жидкого металла 4. Перед выпуском стали из печи или в ковш вводится кусковой алюминий — 0,1-0,15 % от массы металла
Отливки особо высокого качества	Диффузионное раскисление	1. Раскисление шлака производить раскислительной смесью с молотым коксом и 75%-ным ферросилицием. 2. После получения шлака вводится силикомарганец — 0,8-0,9% от массы металла и силикокальций — 0,3-0,4% от массы металла 3. Перед выпуском стали из печи или в ковш вводится кусковой алюминий — 0,05-0,10 % от массы металла	

Таблица 253. Примерные значения угара кремния и марганца при раскислении

Способ введения раскислителей	Угар марганца, %		Угар кремния, %	
	Основная футеровка	Кислая футеровка	Основная футеровка	Кислая футеровка
После удаления окислительного шлака	30,0-40,0	20,0-30,0	20,0- 30,0	30,0-40,0
В раскислительную смесь	45,0-50,0	-	-	-
В раскисленный металл перед выпуском	10,0-15,0	5,0-10,0	5,0 - 10,0	10,0-20,0

298

14.4.2. Восстановительный период. При выплавке сталей, к которым предъявляются повышенные требования по свойствам, в которых необходимо получить пониженное содержание окисных включений при низком содержании углерода (0,15-0,20 %) или низкое содержание серы (0,015-0,020 %), а также при выплавке стали, в которую вводится большое количество окисляемых легирующих элементов (AL, Ns, V, Cr, W) , раскисление проводят в восстановительный период под восстановительным шлаком, который наводят после скачивания окислительного шлака. Основными задачами восстановительного периода являются :

- раскисление стали ;
- удаление серы ;
- корректировка химического состава стали ;
- регулирование температуры металла перед выпуском ;

В начале восстановительного периода содержание углерода должно быть на 0,03 - 0,10 % меньше нижнего предела в готовой стали. При меньшем содержании углерода его необходимо откорректировать до требуемых значений, для чего после скачивания окислительного шлака в расплав добавляют кокс или электродный бой и расплав перемешивают.

Восстановительный период начинается наведением известкового шлака , состоящего из смеси извести, плавленого шпата и шамота в соотношении 5 : 1 : 1 в количестве 2,0 -3,5 % от массы металла.

В табл. 254 приведены составы некоторых шлаков для раскисления в восстановитель-ном периоде.

Таблица 254. Примерные составы и масса шлаковых смесей для восстановительного периода плавки

Компоненты	Состав смеси, % по массе				
	Для образования певоначального шлака в печах		Для стали нормального качества	Для стали повышенного качества в печах	
	основная футеровка	кислая футеровка		основная футеровка	кислая футеровка
Кварцевый песок	-	80,0-85,0	-	-	60,0-62,0
Известь	70,0-85,0	20,0 - 15,0	60,0-65,0	60,0-65,0	25,0-20,0
Плавиковый шпат	25,0-15,0	-	15,0-10,0	15,0-10,0	-
Ферросилиций 45%	-	-	-	10,0-15,0	5,0-6,0
Ферросилиций 75%	-	-	-	-	-
Кокс молотый	-	-	25,0	15,0-10,0	-
Древесный уголь молотый	-	-	-	-	5,0-6,0
Электродный бой	-	-	-	-	5,0-6,0
Масса смеси, % от массы металла	1,0-2,0	1,5-2,0	1,5-2,0	2,0-3,0	1,0-1,5

299

14.4.3. Удаление серы. Удаление серы в печах с основной футеровкой следует производить до следующих значений, % от массы металла :

- для стали нормального качества до 0,03-0,04 ;
- для стали повышенного качества до 0,25-0,035 ;
- для стали особо высокого качества до 0,02-0,03 .

Для успешного удаления серы из расплава необходимо соблюдение следующих условий :

- высокая температура в печи, позволяющая иметь подвижный активный шлак высокой основности ;
- поддерживать в шлаке отношение $\text{CaO} / \text{SiO}_2$ не ниже 30, что регулируется добавками извести ;
- достаточное время выдержки под шлаком ; примерная продолжительность выдержки составляет при исходном содержании серы 0,06 — 0,07 % для печей емкостью от 3 до 8 т от 20 до 35 минут.

Для получения однородного состава сплава его необходимо перемешивать во время восстановительного периода.

14.5. ЛЕГИРОВАНИЕ СТАЛИ

Легирование стали производят для улучшения ее технологических и физико-механических свойств. Легирование производят с помощью ферросплавов, которые представляют собой сплав железа с другими компонентами. Ниже приведены рекомендации по введению основных ферросплавов.

Хром вводят в ванну в виде феррохрома после раскисления металла и шлака ;
угар хрома составляет 5,0-10,0 % ; выдержка металла после присадки феррохрома **должна быть не менее 30-35 минут ;**

Никель - вводят в жидкий металл в начале окислительного периода. Угаром никель можно пренебречь.

Молибден вводят в виде ферромolibдена в период энергичного кипения. Если молибден вводят в ванну в виде молибдата кальция (CaMoO_4), то кристаллы молибдата кальция следует вводить в ванну в смеси с известью после снятия окислительного шлака и сверху накрыть окислительной смесью. Молибден из молибдата кальция полностью переходит в металл через 25-30 минут. Угаром молибдена можно пренебречь.

Вольфрам вводят в виде ферровольфрама при горячем металле в восстановительный период после частичного раскисления металла и шлака ; выдержка металла после присадки ферровольфрама должна быть не менее 50 — 60 минут ; при условии перемешивания ванны в металл переходит от 80,0 до 100,0 % вольфрама. До 20,0% вольфрама может впитываться в подину и переходить в металл следующих сплавов.

Титан вводят в виде ферротитана в печь с основной футеровкой в хорошо разогретый металл за 10 -15 минут до выпуска ; угар титана составляет 30,0-40,0 % ; для уменьшения угара титана рекомендуется куски его «притапливать» в расплаве металлическим инструментом с изолированной ручкой.

300

Ванадий в виде ферросплава вводят в раскисленный металл за 10-15 минут до выпуска; угар ванадия составляет 10,-15,0 %.

Кремний вводят в расплав в виде ферросплава после раскисления металла и шлака за 10-15 минут до выпуска ; угар кремния составляет 10,0-15,0%.

Марганец в виде ферромарганца вводят в восстановительный период плавки после частичного раскисления металла и шлака; угар марганца при плавке в печи с кислой футеровкой составляет 20,0-25,0 %, а печи с основной футеровкой - 6,0-10,0%.

Экспресс анализ проб металла должен производиться в следующие моменты процесса плавки :

- после расплавления для определения содержания углерода, марганца, фосфора и серы, а для легированных сталей — также для определения хрома, никеля и молибдена ;

- в период окисления (2-3 пробы) для определения содержания углерода, марганца, а для печи с основной футеровкой - для определения содержания серы и фосфора ;
- в период восстановления (2-3 пробы) для определения содержания углерода, марганца, а для печи с основной футеровкой - для определения содержания серы и фосфора ; рекомендуется проводить экспресс анализ шлака на содержание
- закиси железа (FeO) .
- экспресс анализ по определению в шлаках окислительного и восстановительного периода отношения $\text{CaO} / \text{SiO}_2$ ^
- проба перед выпуском металла;
- проба из ковша (контрольный анализ).

14.6. ТЕМПЕРАТУРА ЗАЛИВКИ СТАЛИ

При перемешивании стали в печи ее температура остается одинаковой по всему сечению ванны. При переливании металла в ковш и выдержке в ковше происходит его остывание. Снижение температуры металла в первую очередь происходит возле днища ковша. Разница температур между нижними и верхним лоями может достигать 60° С.

Таблица 255. Температура заливки стали в зависимости от массы и

толщины стенок отливок

Группа отливок	Толщина стенок отливок, мм	Масса отливок, кг	Температура по оптическому периметру, °С.	
			Без поправки	С учетом поправки
Отливки из углеродистой и низколегированной стали				
Отливки сложные тонкостенные	6,0 -20,0	До 100,0	1450 - 1500	1540 - 1580
	12,0 - 25,0	100,0-500,0	1420 -1450	1520 - 1560
	20,0 - 30,0	500,0-3000,0	1450 - 1430	1520 - 1550
Отливки средней массы	30,0-75,0	3000,0-5000,0	1400 - 1420	1520 - 1540
Отливки большой массы	75,0-125,0	5000,0-25000,0	1400-1415	1520 - 1530
Отливки особо большой массы	150,0-500,0	-	1390 - 1400	1510 - 1520

Таблица 256. Температура заливки некоторых легированных сталей

Марка стали	Средняя температура начала затвердевания , °C	Температура заливки, в зависимости от линейной скорости подъема уровня стали в форме °C		
		Линейная скорость подъема уровня стали в форме, мм/с		
		Менее 8,0	,0-12,0	Свыше 12,0
20ГСЛ	1500	1560 - 1590	1550 - 1570	1540 - 1560
30ГСЛ	1493	1550 - 1580	1540 - 1560	1530 - 1550
40Г2Л	1490	1550 - 1580	1540 - 1560	1530 - 1550
110Г13Л	1370	1420 - 1430	1410 - 1420	1400 - 1420
30ХМЛ	1498	1550 - 1570	1540 - 1560	1530 - 1550
30ХГСЛ	1495	1560 - 1590	1550 - 1570	1540- 1560
15Х1М1ФЛ	1505	1560 - 1580	1550 - 1570	1540- 1560
70ХЛ	1470	1530 - 1560	1520 - 1540	1510 - 1530
20Х13Л	1490	1590 - 1610	1580 - 1600	1570 - 1590
20Х12НДЛ	1500	1590 - 1610	1580 - 1590	1570 - 1580
20Х13НЛ	1495	1570 - 1600	1560 - 1580	1550 - 1570
10Х18Н9ГЛ	1440	1580 - 1610	1580 - 1610	1580 - 1610

Таблица 257. Зависимость продолжения охлаждения отливки из углеродистой стали от их массы

Масса отливки, кг	Время охлаждения, ч	Масса отливки, кг	Время охлаждения, ч
До 100,0	0,5 - 2,0	2001-5000	16,0-25,0
100 - 200	2,0 — 4,0	5001-10000	30,0-35,0
201 -400	3,0 — 6,0	1001-15000	40,0-45,0
401 - 800	4,0 — 8,0	15001-25000	72,0-90,0
801 - 1200	280 — 10,0	25001-50000	90,0-120,0
1201- 2000	10,0— 12,0	50001- 75000	180,0-200,0

ГЛАВА 15. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВИДЫ ЛИТЬЯ

15.1. ЛИТЬЕ В ОБОЛОЧКОВЫЕ ФОРМЫ

Сущность процесса литья в оболочковые формы (тонкостенные разъемные) заключается в следующем (Рис. 111): металлическую модельную плиту 1, нагретую до температуры 20 — 250 °С, закрепляют на опрокидывающем бункере 2 (Рис. 111, а) с формовочной смесью 3 и поворачивают его на 180 градусов (Рис. 111, б). Формовочная смесь, состоящая из мелкозернистого кварцевого песка (93 — 96 %) и термореактивной смолы ПК — 104 (4 - 7 %) насыпается на модельную плиту и выдерживается от 10 до 30 с. От теплоты модельной плиты термореактивная смола в пограничном слое переходит в жидкое состояние, склеивает песчинки и образует песчано-смоляную оболочку 4 (Рис. 111, б) толщиной от 5 до 20 мм в зависимости от времени выдержки. Бункер возвращается в исходное положение (Рис. 111, в), излишки формовочной смеси осыпаются в бункер, а модельная плита с полутвердой оболочкой 4 снимается с бункера и нагревается до температуры 300 — 350 °С в течение 1 — 1,5 мин, при этом термореактивная смола переходит в твердое необратимое состояние. Твердая оболочка снимается с модели специальными толкателями 5 (Рис. 111, г). Аналогично изготавливают вторую полуформу.

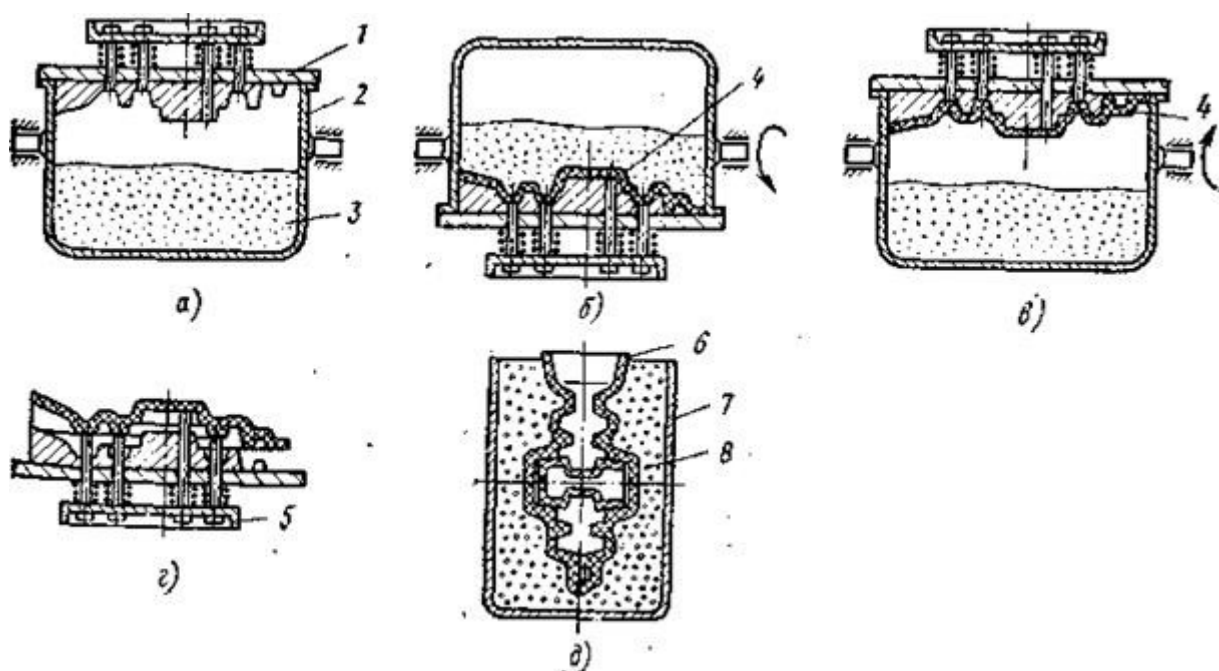


Рис.111. Последовательность изготовления оболочковой формы

Готовые оболочковые полуформы склеивают быстротвердеющим клеем на специальных прессах, предварительно установив на них литейные стержни. Допускается сборка с помощью специальных скоб.

Для склеивания оболочковых полуформ применяют жидкие и твердые (в виде порошка) клеи. Пригодность клея определяют по следующим показателям: скорость отверждения клея должна быть не более 60 с; температура отверждения не более 110 °С. Клей должен обладать достаточной жизнеспособностью (время, в течение которого клей

остаётся пригодным к употреблению) и обеспечивать требуемую прочность клеевого шва.

303

Чаще всего для склеивания оболочковых полуформ применяют порошкообразное связующее ПК — 104, который имеет высокую скорость отверждения и обеспечивает высокую термостойкость клеевого шва. Применяют также жидкий клей на основе мочевиноформальдегидных смол (УКС, М — 56, М — 60, М — 70 КФ — 90). Для отверждения смол в их состав перед употреблением вводят отвердители - слабые кислоты, кислые соли и аммонийные соли сильных кислот. При повышении концентрации отвердителя и температуры до 110-120 °С скорость отверждения достигает максимума.

Клеи на основе смол могут впитываться в оболочку. Чтобы избежать этого в клей добавляют в качестве наполнителя декстрины или тонкоизмельченную огнеупорную глину.

В качестве неорганического клея может быть использовано жидкое стекло, смешанное с тальком в соотношении 1 : 0,6.

Таким же способом изготавливают оболочковые стержни в нагреваемых стержневых ящиках.

Заливку керамических оболочковых форм производят в вертикальном или горизонтальном положении. При заливке в вертикальном положении готовую литейную форму 6 (Рис. 111, д) помещают в опоку- контейнер 7 и засыпают кварцевым песком или металлической дробью 8 (Рис. 111, д) для предохранения от преждевременного разрушения оболочки при заливке расплава.

Литье в оболочковые формы обеспечивает высокую геометрическую отливку, так как формовочная смесь, обладая высокой подвижностью, даёт возможность получать четкий отпечаток модели. Высокая точность формы позволяет снизить припуски на механическую обработку в два раза. Использование мелкозернистого песка позволяет снизить шероховатость поверхности отливок. Высокая прочность форм позволяет изготавливать их тонкостенными, что значительно сокращает расход формовочных материалов. В оболочковых формах изготавливают отливки от 0,25 до 100 кг с толщиной стенки от 3,0 до 15,0 мм из чугуна, углеродистой стали, сплавов цветных металлов.

Оболочковые формы изготавливают на специальных машинах и автоматических линиях, имеющих высокую производительность труда. Этот технологический процесс целесообразно применять для серийного и массового производства.

15.2. ЛИТЬЕ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ

Литье по выплавляемым моделям применяют как в индивидуальном производстве (художественное литье, стоматология и др.) так и в серийном и массовом производстве.

Сущность способа заключается в том, что металл заливают в

целиковую литейную форму, полученную по выплавляемой или выжигаемой модели (ГОСТ 18169-86). Выплавляемые смеси представляют собой легкоплавкие материалы (парафин, воск и т.п), которые удаляют из керамической формы путем нагрева горячим воздухом, горячей водой, температура которых выше температуры плавления модельных составов. Выжигаемые смеси изготовляют из обычного или вспененного полистирола. В этом случае удаление модели происходит на стадии прокаливания оболочки, так как температура прокаливания значительно выше плавления полимеров. Растворяемые модели на основе карбамидов и нитрата калия или натрия удаляются теплой водой.

304

Применение форм, изготовленных по выплавляемым (выжигаемым) моделям

позволяет получать сложные отливки из любых сплавов с высокой точностью размеров и чистоты поверхности. Модельные составы для ЛВМ должны быть легкоплавкими (до 100 °С), жидкотекучими, не должны взаимодействовать с растворителями суспензий и одновременно обеспечивать термостойкость и прочность готовой модели. Основными компонентами модельных составов являются парафин (П)(ГОСТ 23683-89), стеарин(С), натуральный и синтетический церезин, буроугольный(Б) и торфяной(Т) воски(битумы), сложные эфиры органических кислот и др.

В зависимости от состава и количества компонентов модельные составы для ЛВМ можно разделить на 7 групп (В.А.Озеров). Классификация модельных составов приведена в табл. 258.

Таблица 258. Классификация модельных составов для литья по выплавляемым моделям

Группа	Наименование группы	Примеры составов *
1	Воскообразные выплавляемые составы	ПС 50-50; ПСЭ 70-25-5; ПЦБКо 70-12-13-5 (Р-3) ; ПЦПэв 62-25-13 (МВС-3А); ПБПсм 60-25-15 (ИПЛ) ; ПБТТэ 25-35-35-5(ВИАМ-102)
2	Составы на основе натуральных и синтетических смол с добавками воскообразных компонентов	КПсЦ 50-30-20; КЦПэБн 80-18-1,6-04(МАИ-3ш)
3	Водорастворимые составы	К6Бк 98-2; К6-Нк 90-10 (МОН-ЮК); К6ПвсМс 95,5- 2 -2,5 (МПВС);
4	Термопласты компактные и вспенивающиеся, удаляемые из оболочек форм выжиганием	Полистирол блочный, полистирол суспензионный вспенивающийся (ПСВ-ЛД)
5	Легкоплавкие металлы и сплавы	Ртуть, амальгамы ртути
6	Смеси и сплавы различных	МВ (мочевинно восковой состав : смесь

	групп	расплавов карбамида и состава ПБТТэ 50-25-20-5
7	Выплавляемые составы с твердыми наполнителями	

Примечание : 1. В маркировке модельных составов буквы обозначают наименование компонентов : П - парафин; С - стеарин; Ц - церезин; Б — буроугольный воск; Ко - кубовый остаток крекинга; Т - торфяной воск ; Тр - триэтаноламин ; Пс - полистирол ; Пэв - полиэтиленовый воск ; Кб - карбамид ; Пвс — поливиниловый спирт ; Мс - Mg SO₄ ; Бк - борная кислота ; Нк - нитрат калия ; К - канифоль ; Св - сибирский воск ; Цифры в маркировке указывают массовую долю (%) компонентов в составе.

Например ПС 50-50 содержит 50 % по массе парафина и 50 % стеарина.

2, В скобках указано название торговой марки.

. Для литья по выплавляемым моделям применяют высокоочищенный парафин марок П-1 и П-2 (ГОСТ 23683 -89. Парафины должны соответствовать техническим требованиям, приведенным в табл. 259.

305

Таблица 259. Парафины нефтяные твердые (ГОСТ 23683 - 89).

Наименование показателя	Норма для марки	
	П - 1	П - 2
Внешний вид	Кристаллическая масса белого цвета	
Температура плавления, о С не ниже	54,0	52,0
Массовая доля масла, %, не более	0,45	0,80
Цвет, условные марки, не более	3	4
Запах	отсутствует	
Содержание механических примесей	отсутствует	
Массовая доля воды, % не более	отсутствует	

Добавление в модельные составы на основе парафина полиэтиленовых восков ПВ-200 и ПВ-300 повышает их теплоустойчивость и прочность. Свойства некоторых модельных составов первой группы приведены в табл. 262.

Церезин — продукт переработки петролатума и озокерита, представляет собой воскообразное вещество без вкуса и запаха от белого до коричневого цвета, нерастворимое в воде, но растворимое в бензоле. Температура каплепадения от 65 до 88 °С. В зависимости от температуры каплепадения выпускаются марки : 65, 70, 75, 80 (ГОСТ 2488-79). Для изготовления легкоплавких

моделей применяют также церезин синтетический высокоплавкий марки 100 (ГОСТ 7658-74), имеющий температуру каплепадения 100 °С.

Церезин не вступает в реакцию с гидролизованным раствором этилсиликата. Зольность церезина не превышает 0,03 %, плотность 910-940 кг/м³. К недостаткам церезина относятся его сравнительно невысокие прочность и твердость, малая пластичность и значительная линейная усадка (до 3,5 %).

Буроугольный воск — смесь сложных углеводов, получают из бурого угля. Температура каплепадения буроугольного воска — 88 -89 °С, зольность — 0,1 %. Буроугольный воск хорошо сплавляется с парафином, церезином, с синтетическими восками. Не взаимодействует с гидролизованным раствором этилсиликата.

Стеарин — смесь твердых жирных кислот. Стеарин получают из живот ных жиров и гидрированных растительных масел. Стеарин представляет собой бесцветную кристаллическую массу с температурой плавления 69,6 °С. Недостатками стеарина являются склонность к взаимодействию с гидролизованным раствором этилсиликата, что приводит к образованию дефектов на поверхности отливок, а также дефицитность и высокая стоимость.

Канифоль (ГОСТ 19113-73) - обладает хорошей пластичностью при температуре 52 -70 ° С. В модельных составах обычно используют составу канифоль высшего и первого сортов с температурой размягчения не менее 66 °С и зольностью 0,04 % в сочетании с парафином, церезином, полистиролом, полиэтиленом.

Карбамид (техническая мочеви́на) (ГОСТ 2081-75) - получают из аммиака и угольной кислоты. Карбамид представляет собой кристаллы или гранулы белого или светло-желтого цвета с плотностью 1335 кг/м³. Хорошо растворяется в воде. Карбамид плавится при температуре 129 — 134 °С и в расплавленном состоянии обладает высокой жидкотекучестью. Модели, изготавливаемые из карбамида в металлических пресс-формах, обладают высокой точностью, прочностью и гладкой поверхностью.

306

Полистирол для вспенивания (ГОСТ 20282 - 86) - синтетический полимерный материал представляет собой бесцветные полупрозрачные гранулы размером от 2,0 до 5,0 мм

Для изготовления литейных моделей используют полистирол вспенивающийся блочный марок ПСМ 111, ПСМ 115 и ПСМ 118. Физико- механические показатели и марки полистирола приведены в табл. 260.

Таблица 260. Физико — технические показатели литейных полистиролов
(ГОСТ 20282 -86)

Наименование показателя	Норма для марок			
	ПСС	ПСМ - 111	ПСМ - 115	ПСМ - 118

Внешний вид	Гранулы размером от 2 до 7 мм. Допускается наличие гранул размером от 5 до 8 мм массовой долей до 1 5			
Чистота поверхности	Поверхность диска должна быть чистой и блестящей, серебристость не допускается. Допускаются включения не более одной точки диаметром 0,2 мм на площади 1 см ²			
Массовая доля остаточного мономера(стирола),%,не более	0,05	0,10	0,10	0,10
Массовая доля воды, %, не более	0,10	0,10	0,10	0,10
Температура размягчения, °С	90	95	90	85
Прочность при разрыве, Мпа (кГ/см ²)	44,1 (500)	44,1 (500)	40,2 (410)	39,2 (400)

Полиэтиленовые воски добавляют в смеси ЛВМ на основе парафина и стеарина для повышения их теплостойкости и предела прочности. Свойства некоторых полиэтиленовых восков приведены в табл. 261.

Таблица 261. Марки и свойства полиэтиленовых восков для ЛВМ (ТУ 6-05-1516-72)

Марка	Температура кап-лепадения, °С	Твердость при 25 °С, сП	Плотность при 20 °С, кг/м ³	Зольность, %	Кислотное число, мгКОН / г	Теплостойкость, °С	Линейная усадка, %
ПВ-10	80	1,0	850	0,018		50	0,9
ПВ - 200	103 - 105	0,3	880	0,01	0,08	85	2,6
ПВ - 300	105 - 108	0,03	920	0,01	0,09	88	2,5
ПВ-1000	112 - 115	0,01	950	0,01	0,08	90	2,5

Физико-технические свойства модельных составов первой группы приведены в табл. 262.

307

Таблица 262. Марки и физико-технические свойства модельных составов 1 группы

для литья по выплавляемым моделям

Модельный состав	Теплостойкость,	Температура в	Предел прочности	Свободная линейная	Зольность, % по	Вязкость кинема	Кислотное число
------------------	-----------------	---------------	------------------	--------------------	-----------------	-----------------	-----------------

	°С	пастоо б- разно м состоя - нии , °С	при 20 °С, МПа	я усадка, %	массе	ти ческая при 100 °С, сСТ	мг КОН/ г
ПЦБКо 70-12-13-5 (парафин-70, цере- зин -12,буроуголь- ный воск-13, кубо- вый остаток горяче- го крекинга пара- фина — 5)	33	53 -56	3,6-3,7	0,6 -0,9	0,05- 0,03	-	3,0 - 4,0
ПБС 60-25-15 (парафин-60, ,буроугольный воск-25, стеарин -15)	33 - 40	48 - 70	2,4 - 4,0	0,6 — 1,0	0,075 - 0,124	8,6	6,7-10,0
ПС 50 - 50 (парафин -50, стеарин -50)	30	42 - 45	1,8 -2,0	0,8 -1,0	0,03 - 0,10	4,38	98
ПБТТр 25-35-35-5 (парафин-25, буро- угольный воск -35, торфяной воск — 35, триэтанол- амин-5)	35 - 40	-	4,7-5,0	0,9 - 0,4	0,15- 0,30	-	-
ПЦБ 62-25-13 (парафин-62, цере- зин -25,буроуголь- ный воск-13)	-	-	3,4	-	0,10	-	-
ПЦПс 67-25,5-7,5 (парафин-67, цере- зин -25,5, поли - стирол -7,5)	-	-	6,3	0,7 — 1,0	0,02	-	-

Модельные составы 2 и 3 групп обладают большей по сравнению с первой группой прочностью и теплостойкостью, но из-за высокой температуры плавления имеют сложности с запрессовкой модельного состава в пресс-форму и удалением его из оболочки. Свойства модельных составов 2 и 3 групп приведены в табл. 263.

Таблица 263. Марки и физико-технические свойства модельных составов 2 и 3 группы

для литья по выплавляемым моделям

Модельный состав	Температура плавления, °C	Теплостойкость, °C	Предел прочности при 20 °C, МПа	Свободная линейная усадка, %	Зольность, % по массе	Коэффициент термического расширения, 1/°C	Плотность, кг/м ³
КЦПэБн 80-18-1,6-0,4 (канифоль -80; церезин- 18; поли-этилен — 1,6; битум нефтяной — 0,4	90-92	35	6,2	0,7	0,05-0,08	1,2 -10,0	1000
КПсЦ 50-30-20 (канифоль -50; поли-стирол — 30; церезин- 20)	140	-	7,5 -8,0	0,9 -1,43	0,03 - 0,05	2,5-10,0	1000
КБПвсМс 95,5-2-2,5 (карбамид -95,5; поливиниловый спирт- 2; MgSO ₄ - 2,5)	110	40	12,0-17,0	0,8 -1,0	0,01 - 0,15	2,5-10,0	1300
КБНк 90-10 (карбамид -90; калиевая селитра KNO ₃ -10)	125	70-78	15,0-19,0	0,15 - 0,4	0,15-0,18	2,6-10,0	1320

Модельные составы 3 группы обладают высокой текучестью в расплавленном состоянии, поэтому их используют для изготовления моделей сложных тонкостенных отливок.

К четвертой группе относятся выжигаемые модельные составы. Плотность изготовленных из него моделей составляет 0,24 -0,30 г/см³, прочность при изгибе - 10-14 МПа, усадка — 0,2-0,3 %.

Модели для ЛВМ изготавливают методом запрессовки модельной пасты в металлическую пресс-форму с последующим охлаждением. В серийном производстве пресс-формы изготавливают из алюминиевых, реже стальных сплавов. Они, как правило, бывают многоразовными. В индивидуальном производстве для изготовления пресс-форм применяют пластмассы, гипс и пр. материалы. Запрессовку модельных составов производят на пневматических, рычажных и ручных прессах. В серийном производстве для изготовления моделей

применяют 10-позиционный карусельный автомат и др. оборудование.

Применение пенопластовых моделей позволяет использовать неразъемные формы, из которых модель не извлекается, а выжигается. Пенопласт (ГОСТ 15588-86), из которого изготавливают модель, имеет малую плотность (0,02-0,03 г/см³), предел прочности при изгибе - 0,07 - 0,2 МПа и разлагается при температуре 300-350 °С (теплостойкость 70-80 °С). Он легко обрабатывается простым ножом или горячей проволокой, что позволяет получать отливки от 0,2 кг до нескольких тонн из стали, чугуна, медных и алюминиевых сплавов в единичном и мелкосерийном производстве.

Мелкие модели собирают в блоки, припаявая их паяльником к литниковой системе (Рис. 112).

309

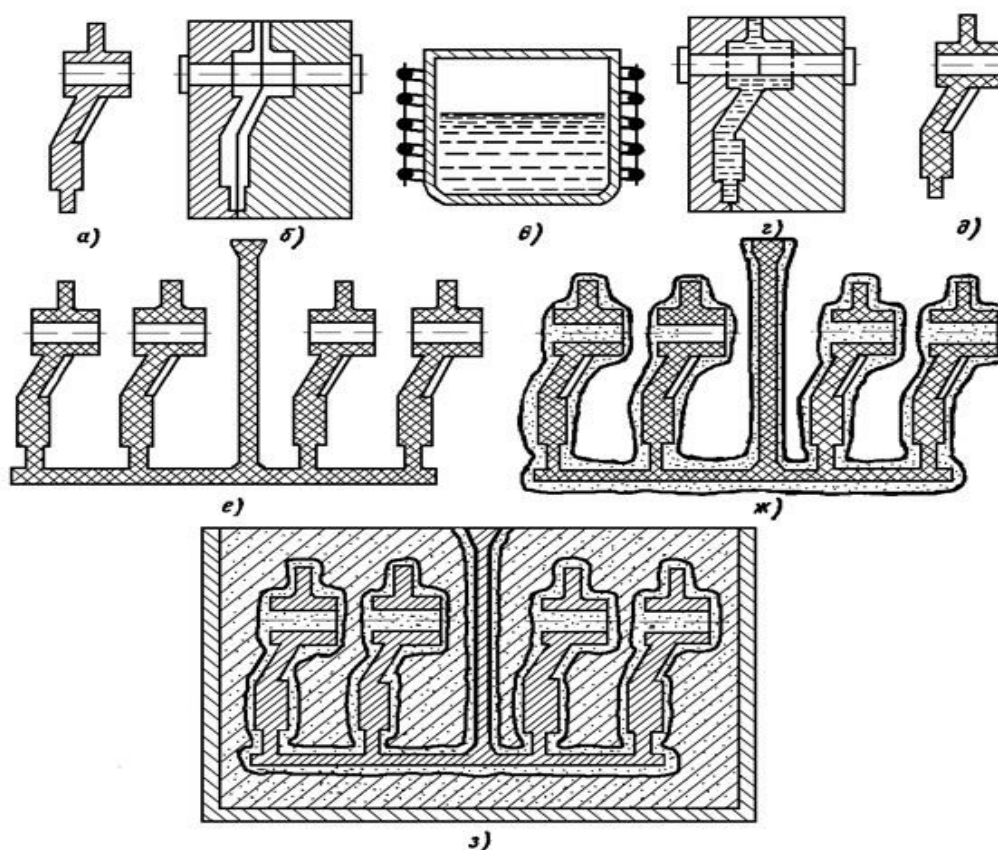


Рис .112. Технология изготовления и сборки модельных блоков

а - отливка ; б - пресс-форма ; в - ванна для расплавленного модельного состава ;

г - пресс-форма, заполненная модельным составом ; д — легкоплавкая модель ;

е — модельный блок из легкоплавких моделей и литниковой системы ; ж - блок из легкоплавких моделей , покрытых керамической оболочкой ; з - заформованный керамический блок.

Особенностью литья по пенопластовым моделям является нанесение быстросохнущих противопожарных красок непосредственно на модель. В зависимости от массы отливки толщина слоя может быть от 0,3 до 2,5 мм.

Составы красок для пенопластовых моделей приведены в табл 264.

Таблица 264. Составы красок для пенопластовых моделей

Наполнитель				Поливинил-бутираль	Гидролизанный спирт	Плотность, г/см ³	Для литейных сплавов
Цирконий концентрат	Графит черный	Графит серебристый	Тальк				
-	35,0	10,0	-	2,5	52,5	1,10-1,25	Чугун
60,0	-	-	-	2,5	37,5	1,75-1,85	Сталь
-	-	-	42,0	2,5	55,5	1,08-1,10	Цветные сплавы

В крупносерийном производстве модели из полистирола изготавливают методом вспенивания полистирола в металлических или пластмассовых пресс-формах. В пресс-форму, полость которой имеет конфигурацию и размеры модели, загружают полистироловые гранулы. При нагревании гранулы вспениваются, расширяются и спекаются между собой полностью заполняя полость формы. Нагревание пресс-формы осуществляют в ванной с горячей водой 95-100 °С или паром 100-110 °С. Время выдержки — до 10 минут.

Тонкая керамическая оболочка должна иметь высокую прочность и огнеупорность, высокую податливость и газопроницаемость, обеспечивать высокую чистоту поверхности отливок. Оболочка толщиной 5-6 мм состоит из трех- восьми последовательно наносимых слоев. Для образования каждого слоя модель погружают в жидкую суспензию, затем обсыпают песком и сушат. Суспензия состоит из 70 % связующего (Этилсиликат-40 с содержанием 40 % оксида кремния или Этилсиликат- 50% с содержанием 50 % оксида кремния) и 30% пылевидного кварца. Каждый слой сушат от двух до четырех часов на воздухе. При сушке в псевдокипящем слое силикагеля время сушки сокращается до 5 минут при одновременном улучшении качества оболочки.

Выплавление моделей производят горячей водой (парафин, стеарин), а также горячим воздухом и паром.

Формовку оболочек производят для упрочнения, чтобы не происходило их деформирование и разрушение при заливке. Для этого оболочковые формы устанавливают в опоки или жакеты и засыпают песком или другими формовочными материалами и уплотняют их на вибростолах. Можно использовать для этих же целей жидкие самотвердеющие смеси.

Перед заливкой оболочковые формы прокаливают при температуре 900-1000 °С для удаления остатков модельного состава и газотворных веществ из материала оболочек.

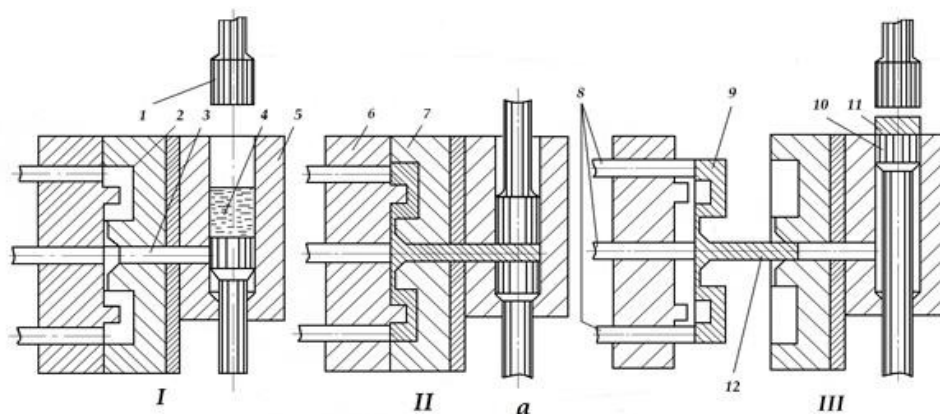
15.3 ЛИТЬЕ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Сущность процесса состоит в том, что жидким металлом принудительно заполняют металлическую(стальную) форму под давлением, которое поддерживают до полной кристаллизации отливки. Давление обеспечивает быстрое и хорошее заполнение формы, высокую точность и низкую шероховатость поверхности отливок. Принудительное питание отливки исключает образование усадочных дефектов- раковин, пор и не требует установки припусков. Ускоренная кристаллизация металла в металлической пресс-форме под давлением обуславливает образование мелкозернистой структуры. Отливки, полученные этим методом, как правило, не имеют припусков на механическую обработку и являются готовыми деталями. Литьем под давлением можно получать отливки с толщиной стенки до 0,5 мм сложной конфигурации и с отверстиями диаметром до 1 мм. Литье под давлением применяют в массовом и крупносерийном производстве отливок из цветных сплавов., а также стальных отливок. Стойкость пресс-форм при изготовлении отливок приведена в табл. 265.

Таблица 265. Стойкость пресс-форм при изготовлении отливок

Материал отливок	Количество запрессовок
Цинковые сплавы	300 - 500
Магниеые сплавы	80 - 100
Алюминиевые сплавы	30 - 50
Медные сплавы	5 - 20

Литье под давлением осуществляют на компрессорных и поршневых машинах производительностью от 200 до 400 отливок в час (Рис. 113).



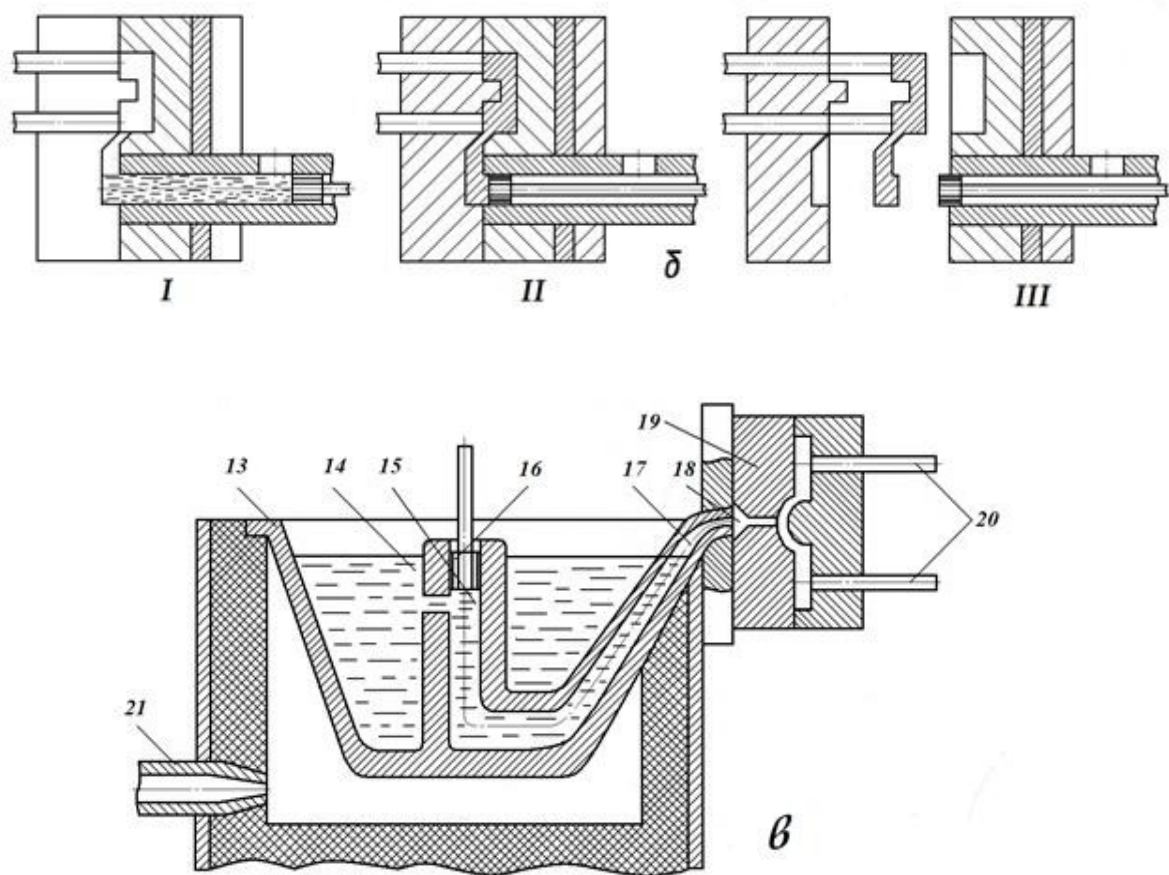


Рис. 113. Схема поршневых машин для литья под давлением
 а- поршневая машина с вертикальной холодной камерой прессования ; б- поршневая машина с горизонтальной холодной камерой прессования ; в- поршневая машина с горячей камерой прессования.

На поршневых машинах с вертикальной холодной камерой прессования

312

(рис. 113, а) расплав 4 заливают в камеру сжатия 5 (положение I). Верхний поршень 1 опускаясь, давит на расплав и на нижний поршень 10, который при движении вниз открывает литниковый канал 3. Металл заполняет полость 2 пресс-формы, которая состоит из двух половин 6 и 7 (положение II). Объем жидкого металла должен быть больше объема полости формы, чтобы между верхним и нижним поршнем оставался избыток металла. Давление верхнего поршня поддерживают до полной кристаллизации отливки, после чего пресс-форму раскрывают и отливку 9 вместе с литником 12 выталкивают из формы толкателями 8. Нижний поршень выталкивает наружу избыток металла 11 (положение III) и его отправляют в переплав.

На рис. 113, б показана работа машины с горизонтальной холодной камерой

прессования. Все операции в ней выполняются в той же последовательности.

На рис. 113, в приведена схема работы поршневой машины с горячей камерой прессования. Чугунный тигель 13 все время подогревают снизу газом через форсунку 21. Перед заливкой пресс-форму 19 закрывают и мундштук 18 соединяется с каналом 17. При верхнем положении поршня 16 через отверстие 14 сплав заполняет камеру сжатия 15 и канал. При движении вниз поршень 16 выталкивает жидкий металл в полость формы. После затвердевания металла давление снимают, поршень 16 движется вверх, форму 19 раскрывают и отливку выталкивают толкателями 20.

15.4. ЛИТЬЕ В МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ФОРМЫ КОКИЛИ

Литье в кокиль — это литье, осуществляемое свободной заливкой в металлическую форму (кокиль). (ГОСТ 18168-86). Литье в кокиль применяется в условиях крупносерийного и массового производства. Отливки получают из чугуна, стали и цветных сплавов с толщиной стенок от 3 до 100 мм и массой от нескольких граммов до сотен килограмм. Точность размеров соответствует 12-15 квалитетам, а шероховатость поверхности $Ra = 2,5 - 25$ мкм. Ускоренная кристаллизация металла при контакте с металлическими поверхностями кокиля обуславливает образование мелкозернистой структуры в поверхностном слое отливки, что улучшает ее качество.

К достоинствам кокиля относят :

1. Возможность многократного использования кокилей — до нескольких десятков тысяч заливок при литье алюминиевых сплавов и до нескольких сотен заливок — при литье чугуна.
2. Повышенная точность размеров и малая шероховатость поверхности отливок ($Rz 10-80$ мкм).
3. Улучшенные поверхностные свойства металла отливок в поверхностном слое вследствие образования плотной мелкозернистой структуры при быстром охлаждении.
4. Высокая производительность.
5. Сокращение трудоемких операций и производственных площадей.

Схема технологических операций производства отливок в кокиле приведена рис. 114.

Процесс изготовления отливки в кокиле состоит из небольшого количества операций .

Подготовка кокиля к работе включает очистку поверхности полуформ 1 и 3, плиты 4 и разъемов от следов загрязнений и масла (рис. 114, а)

313

Затем кокиль предварительно нагревают до $150 - 200$ °С газовыми горелками или электронагревателями, что необходимо для лучшего сцепления огнеупорного покрытия с рабочими поверхностями кокиля и

металлического стержня 5. Огнеупорные покрытия наносят на рабочую поверхность кокиля пневмораспылением (распылитель 2) или кистью. После нанесения огнеупорного покрытия кокиль разогревают до рабочей температуры (150 - 350 °С). После установки песчаного стержня (рис. 114, б) кокиль заливают расплавом (рис. 114, в). После достижения достаточной прочности отливки при ее затвердевании металлический стержень 5 частично извлекается (Рис. 114, г), чтобы избежать его излишнего обжата при затвердевании отливки. После полного охлаждения кокиля металлический стержень 5 полностью извлекается и остывшая отливка удаляется (Рис. 114, д).

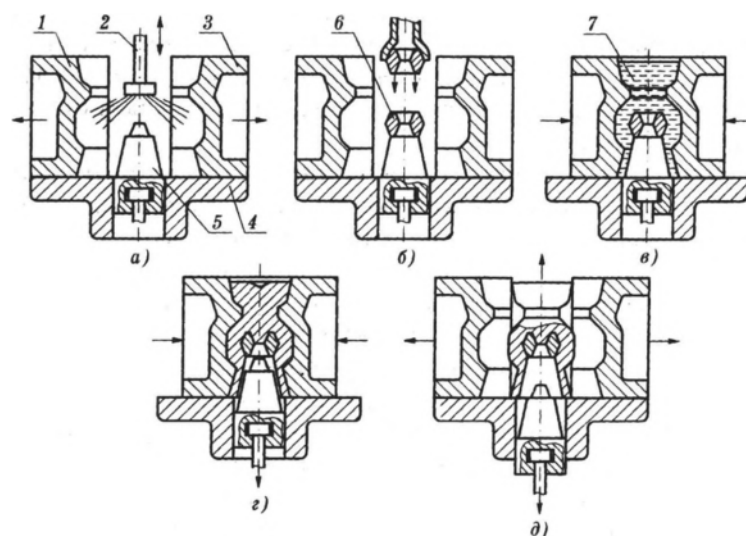


Рис. 114. Схема изготовления отливки в кокиле :

а — очистка полуформ; б- установка стержней ; в - заливка расплава ; г — неполное

извлечение металлического стержня ; д — извлечение отливки.

1 ,3 — половинки кокили ; 2 — распылитель смазки ; 4 - плита ; 5 — металлический

стержень; 6 — песчаный стержень ; 7 — расплавленный металл.

Основными конструкционными материалами для изготовления кокилей являются: -чугун марок ЧВГ-40, СЧ15,СЧ20 - для получения мелких и средних отливок из алюминиевых, магниевых, медных сплавов , чугуна с воздушным охлаждением;

-чугуны ВЧ40, ВЧ45 и др. - для кокилей, используемых для изготовления мелких, средних и крупных отливок из серого, высокопрочного, ковкого чугуна с воздушным охлаждением;

-стали 10, 20, Ст3, 15Л, 15ХЛМ и др. - для кокилей , используемых для изготовления мелких, средних, крупных и особо крупных отливок из чугуна, стали, алюминиевых, медных, магниевых сплавов;

-алюминиевые сплавы АК9,АК7, Амг5А (ГОСТ 1583-93) применяют для кокилей при изготовлении мелких отливок из алюминиевых и медных сплавов.

Для повышения стойкости алюминиевых кокилей их подвергают анодированию в растворе серной, хромовой или щавелевой кислоты. В результате формируется оксидированный слой из окислов алюминия (

Al₂O₃) толщиной не менее 150 мкм, имеющий твердость 350 — 400 г/см² и температуру плавления до 2000 °С.

314

Рабочую поверхность кокиля изготовляют методом механической обработки или литьем с последующей слесарной доводкой.

Литые заготовки кокилей (ГОСТ 16262-70) не должны иметь трещин. На формообразующих поверхностях не допускаются дефекты. На всех других поверхностях чугунных и стальных кокилей допускаются дефекты, не снижающие их эксплуатационных качеств. Литые заготовки кокилей перед механической обработкой должны быть подвергнуты естественному или искусственному старению для снятия внутренних напряжений.

Стальные цапфы должны быть залиты в кокиль и надежно соединяться с металлом основной формы. Металлические стержни должны изготавливаться из легированных сталей 35ХГС и 35 ХГСЛ.

Обработанные поверхности кокилей и их детали не должны иметь заусенцев, задиров, забоин, вмятин и других механических повреждений. Местные зазоры в плоскости разъема кокилей не должны превышать 0,2 мм в спаренном состоянии.

Размеры и уклоны знаков песчаных стержней, а также зазоры между знаком формы и стержнем в кокиле должны соответствовать ГОСТ 3606-80.

Поля допусков при проектировании кокилей определяются по системе ОСТ: А, АЗ, А2А, А4, С5, Шg, ХЗ, Х4, Х5, В5, А5,0 А1, СЗ, С4, В1, Пр2 2а, ПШ, СМ7, С

При конструировании кокилей необходимо соблюдать следующие условия:

- закруглять острые кромки не менее 0,5 мм для защиты кокиля от подгорания;
- выполнять конусность формующих поверхностей стенок кокиля с максимально допустимыми литейными уклонами не менее 2 градусов, а металлических стержней - с уклоном от 5 до 8 градусов;
- на наружной поверхности кокиля предусматривать ребра жесткости толщиной 0,75 от толщины стенки кокиля и радиусом сопряжения со стенками кокиля от 5 до 10 мм;

В табл. 266 приведены значения уклонов стенок рабочей поверхности кокиля (в %) в зависимости от сплава и высоты стенок отливок.

Таблица 266. Уклоны стенок кокиля в зависимости от сплава и высоты стенки отливки

Материал отливки	Уклоны стенок рабочей поверхности кокиля, % от высоты
------------------	---

	стенки отливок		
	Наружной	Внутренней (со стороны металлического стержня) при высоте стенки, мм	
Чугун	1,0 - 7,0	4,0 - 7,0	2,0 - 3,0
Углеродистая сталь	5,0	-	-
Алюминиевые сплавы	1,0 - 1,5	5,0	2,0 - 2,5
Магниеые сплавы	2,0	3,0	2,0 - 3,0
Медные сплавы	1,5	7,0	3,0 - 3,5
Цинковые сплавы	0,5	2,0	1,0

В табл 267 приведены предельные размеры отверстий, получаемых в кокильных отливках.

315

Таблица 267. Предельные размеры отверстий, получаемых в кокильных отливках

Материал отливки	Минимальный диаметр отверстия, d, мм	Максимальная длина отверстий, мм		Уклоны стержня, % его длины
		глухих	сквозных	
Чугун и медные сплавы	10,0	(1,5 — 2,0) d	(2,0 — 3,0) d	1,5
Углеродистая сталь	12,0	(1,5 — 2,0) d	(2,0 — 3,0) d	1,5
Алюминиевые сплавы	8,0	2,0 d	(2,0 — 3,0) d	1,5
Цинковые сплавы	6,0	(2,0 — 3,0) d	(3,0 — 6,0) d	2,0 — 3,0

Толщина стенок металлического кокиля в зависимости от толщины стенок отливок из

чугуна, стали и цветных сплавов должна соответствовать указанной на рис. 115 (ГОСТ 16237-70).

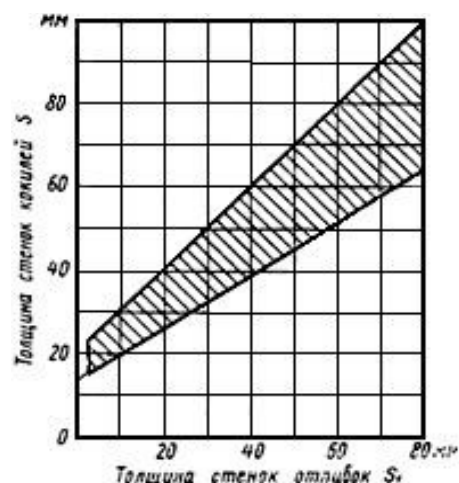


Рис. 115. Диаграмма для определения толщины стенок кокиля в зависимости от толщины стенок отливки

Для отливок из сплавов с высокой температурой плавления (чугун, сталь) толщину стенок кокиля необходимо выбирать в границах заштрихованной области ближе к верхнему краю.

Толщину стенок кокилей, изготавливаемых из материалов с высокими механическими свойствами (сталь, высокопрочный чугун) необходимо выбирать в границах заштрихованной области ближе к нижнему краю.

Вытряхные металлические кокили для удаления отливки поворачиваются на 180 градусов. Размеры вытряхных металлических форм должны соответствовать ГОСТ 16234-70.

316

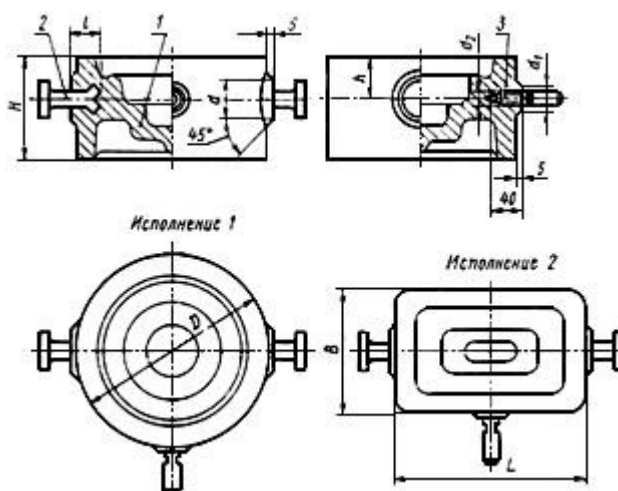


Рис. 116. Конструкция металлической вытряхной формы
1 - металлическая форма; 2 — цапфа (по ГОСТ 15020-69);
3 — ручка ввертная (по ГОСТ 16242-70)

Таблица 268. Размеры вытряхных металлических форм (ГОСТ 16234-70)

L = D	B	H	h	d	d1	d2	l
160	160	40	20	40	32	M16	30
		50					
		60	25				
		80	32				
		100	40				
		125	50				
		160	60				
200	160	50	20				
		60	25				
		80	32				
		100	40				
		125	50				
		160	60				
	200	50	20				
		60	25				
		80	32				
		100	40				
		125	50				
		160	60				
		200	80				
250	200	60	25	50	40	M20	36
		80	32				
		100	40				

Продолжение табл. 268

L = D	B	H	h	d	d1	d2	l
250	200	125	50				
		160	60				
		200	80				
	250	60	25				
		80	32				
		100	40				

		125	50					
		160	60					
		200	80					
320	250	80	32	65	50	M24	40	
		100	40					
		125	50					
		160	60					
		200	80					
		250	100					
	320	80	32					
		100	40					
		125	50					
		160	60					
		200	80					
		250	100					
		400	100					40
			125					50
160	60							
200	80							
250	100							
320	125							
400	100	40						
	125	50						
	160	60						
	200	80						
	250	100						
	320	125						
	500	125	50					
		160	60					

Продолжение табл. 268

L = D	B	H	h	d	d1	d2	l
500	400	200	80				
		250	100				
		320	125				
500	500	125	50				
		160	60				
		200	80				
		250	100				
		320	125				

630		160	60	100	70	M36	60
		200	80				
		250	100				
		320	125				
		400	160				
	630	160	60				
		200	80				
		250	100				
		320	125				
		400	160				
800		160	60	90	M48		
		200	80				
		250	100				
		320	125				
		400	160				
	800	200	80				
		250	100				
		320	125				
		400	160				
		500	200				
1000		200	80				
		250	100				
		320	125				
		400	160				
		500	200				
	1000	200	80				
		250	100				
		320	125				
		400	160				
		500	200				

Перед заливкой рабочую поверхность кокиля покрывают краской. Краска влияет на теплоотдачу кокиля и, следовательно, на процесс кристаллизации отливок. Снижает вероятность образования газовых дефектов. Некоторые составы красок для кокиля приведены в табл. 269.

Таблица 269. Составы кокильных красок для литья алюминиевых сплавов

Назначение краски	Содержание , % по массе							
	Окис ь цинк	Жидк ое стекл	Мел моло- тый	Тальк прока -	Колл о- идал	Жже- ная магн	Асбесто- вый порошок	Вода

	а	о		лен- ный	ь- ный граф ит	е- зия		
Для крупных отливок	-	4,0	15,0	-	8,0	-	-	73,0
Для отливок с пониженными требованиями к чистоте поверхности	-	1,5	-	-	-	10,0	-	88,5
Для литниково-прибыльных систем и тонкостенных отливок	2,0	1,5	-	3,0	-	-	7,0	86,5
Для сложных тонкостенных отливок	5,0	1,0	-	-	1,5	-	-	92,5

15.5. ЦЕНТРОБЕЖНОЕ ЛИТЬЕ

При центробежном литье расплавленный металл заливают во вращающуюся форму, установленную на центробежной машине. Вращение формы осуществляется вокруг горизонтальной или вертикальной оси. Металл кристаллизуется в форме под действием центробежных сил. Центробежные силы создают благоприятные условия для направленного затвердевания отливки (от стенок к свободной поверхности) и непрерывного питания затвердевающего слоя жидким металлом.

Отливки получаются плотными без усадочных дефектов. Неметаллические включения, имеющие меньшую плотность чем металл, скапливаются на свободной внутренней поверхности. Поэтому на внутренней поверхности предусматривают повышенные припуски на механическую обработку.

При центробежном литье полых изделий (труб, втулок, гильз) отсутствуют стержни

320

и литниковая система. Хорошее заполнение формы обеспечивается даже для сплавов с пониженной жидкотекучестью.

При центробежном литье чаще всего применяют металлические формы, но возможно применение металлических форм с керамической облицовкой, а также форм, собранных из песчаных стержней.

Схема центробежного литья приведена на рис. 117.

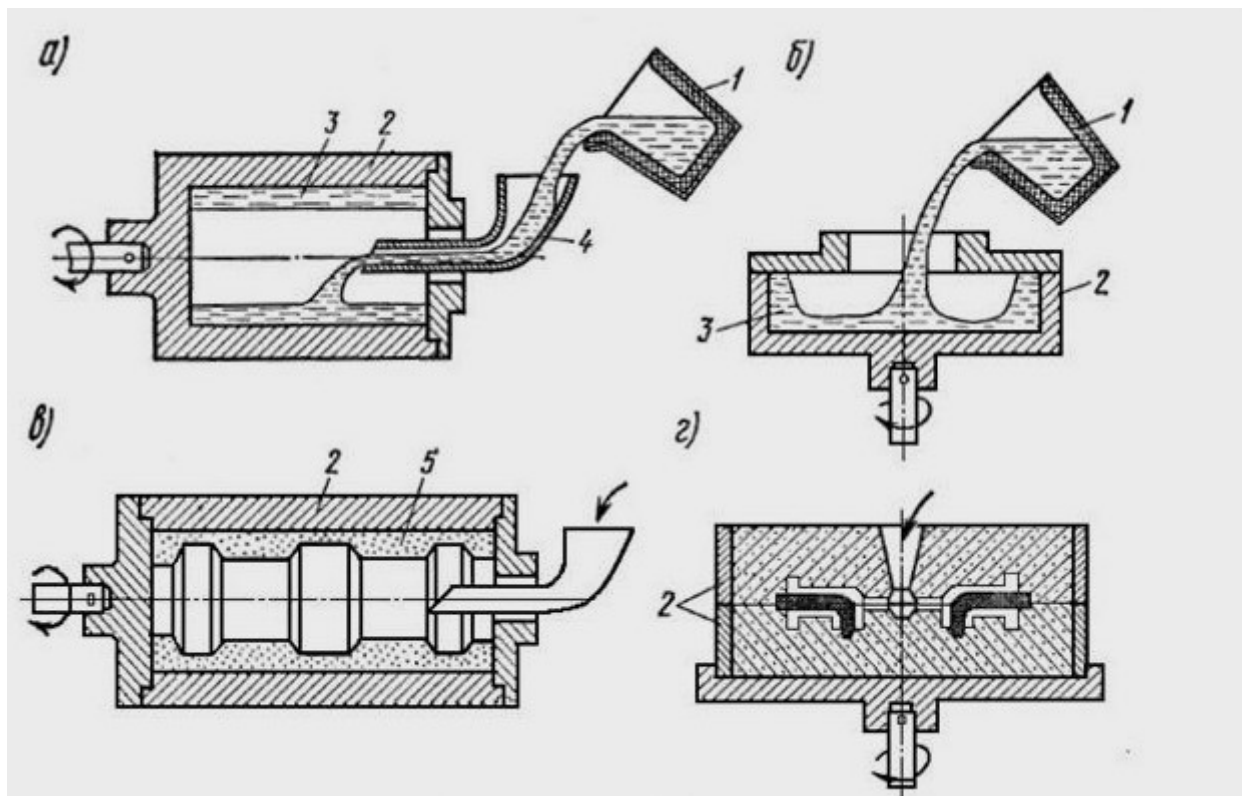


Рис. 117. Схема центробежного литья
а - с горизонтальной осью вращения формы ; б - с вертикальной осью вращения формы ; в - в облицованные формы ; г - в песчаные формы.
1 — ковш ; 2 — форма ; 3- расплавленный металл ; 4 — желоб ; 5 — облицовка.

ГЛАВА 16. ОБРУБКА И ОЧИСТКА ЛИТЬЯ

321

Технологический процесс обрубki и очистки литья включает следующие операции ;
-удаление стержней из отливок ;

- удаление литников и прибылей ;
- очистка поверхности отливок ;
- обрубка и зачистка отливок ;
- разделка и заварка дефектов.

16.1. УДАЛЕНИЕ СТЕРЖНЕЙ ИЗ ОТЛИВОК

Выбиваемость стержневой смеси зависит от остаточной прочности смеси после заливки жидким металлом, которая определяется природой и количеством связующего материала в стержневой смеси, а также интенсивностью температурного и силового воздействия металла отливок в форме на стержень. Смеси с неорганическими связующими, например, с жидким стеклом, имеют затрудненную выбиваемость вследствие их прочного спекания в период затвердевания отливки в форме (остаточная прочность на сжатие более 1,0 МПа). Смеси с органическими добавками удаляются легко.

Выбивка стержней осуществляется на специальном оборудовании. В литейных цехах широко применяют выбивные решетки, гидравлические камеры и электрогидравлические установки.

16.1.1. Рабочий процесс выбивной решетки состоит в следующем. Выбиваемую форму в сборе или после разборки устанавливают на полотно решетки, которому сообщается колебательное движение (Рис.118). От соударения опоки с вибрирующим полотном решетки форма разрушается, ком смеси с отливками выпадает на полотно и распадается, отливки отделяются от смеси. В зависимости от способа осуществления колебательного движения полотна решетки подразделяются на эксцентриковые и инерционные. Схема выбивной эксцентриковой решетки приведена на рис.118

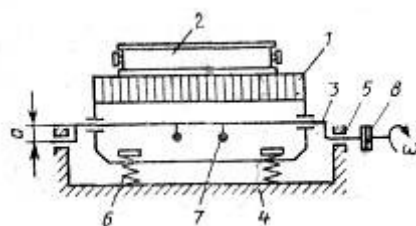


Рис. 118. Схема выбивной эксцентриковой решетки

- 1- корпус с рабочим полотном ; 2- опока ; 3 — эксцентриковый вал ; 4 - рама
подшипников ; 5 — подшипники ; 6 - амортизаторы ; 7 — дебаланс ;
8 - муфта электродвигателя.

Опоку с формой 2 устанавливают на рабочее полотно решетки 1; Эксцентриковый вал 3 поднимает рабочее полотно на величину эксцентриситета a . Вращение вала передается непосредственно от электродвигателя через муфту 8. Дебаланс 7 устанавливается для динамической балансировки и уменьшения нагрузки на подшипники 5 рамы 4. При движении корпуса решетки вверх опока отрывается от него, а затем падает, соударяясь с рабочим полотном. В результате соударения форма разрушается, смесь просыпается через отверстия в рабочем полотне, а опока и отливки остаются на полотне. Амортизаторы 6 смягчают удары корпуса решетки о фундамент.

На рис. 119 приведена схема работы инерционной выбивной решетки.

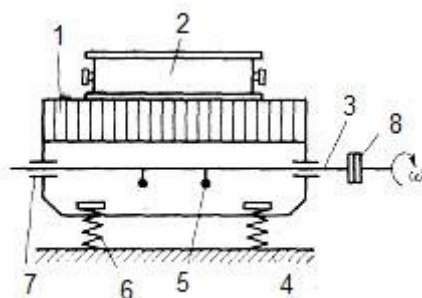


Рис. 119. Выбивная инерционная решетка

1- корпус с рабочим полотном; 2- опока; 3 — инерционный вал; 4 - рама

подшипников; 5 — грузы дебаланса; 6 - пружинная подвеска; 7 — подшипник;

8- муфта электродвигателя.

Под действием центробежной силы, возникающей при вращении инерционного вала 3 и упругой силы подвески 6 корпус решетки и выбиваемая форма получают колебательное движение, результатом которого является разрушение формы. Действие вибрации на электродвигатель смягчается эластичной муфтой 8.

16.1.2. Выбивку стержней из средних и крупных отливок со сложными внутренними полостями осуществляют в гидроочистных камерах. Рис. 120.

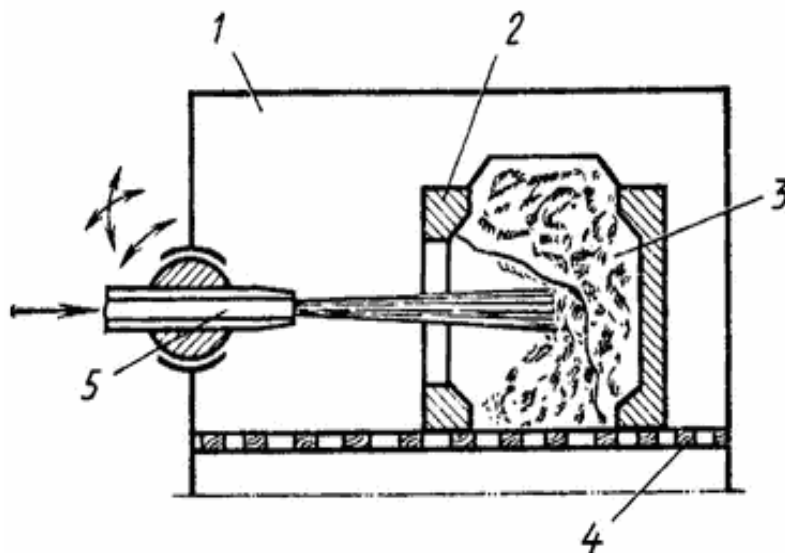


Рис. 120. Схема гидравлического способа удаления стержней.

1 - гидравлическая очистная камера ; 2 — отливка ; 3 - стержень ;
4- дно камеры с
отверстиями для стока размыто смеси (пульпы); 5- сопло

323

Удаление стержней и остатков формовочной смеси осуществляется под действием энергии водяной струи, выбрасываемой под давлением до 30,0 МПа из сопла 5 диаметром 4,0-8,0 мм (Рис.15.3). Преимуществом таких камер является отсутствие пыли и сокращение времени очистки. Для удобства всесторонней очистки крупных отливок камеры выполняют с поворотным столом.

16.1.3. Для выбивки из отливок стержней с высокой прочностью применяют электрогидравлические установки периодического и непрерывного действия. Принцип действия их основан на создании в воде высоковольтного электрического разряда между отливками в контейнере и специальным электродом. Возникающие ударные волны вызывают интенсивную вибрацию отливок и разрушение стержней. Интенсивное перемещение жидкости в зоне разряда обеспечивает эффективное удаление остатков разрушенных стержней из отливок. Частота вращения барабана до 30,0 об/ мин, при этом центробежные силы в барабане не должны превышать силу тяжести отливок так как в противном случае процесс очистки прекратится. Для повышения эффективности очистки в барабан загружают литые звездочки из белого чугуна размером от 20,0 до 65,0 мм.

16.1.4. Отливки массой до 100 кг очищают в галтовочных барабанах, что позволяет совместить несколько технологических операций : выбивку стержней, удаление литников, очистку поверхности отливок от формовочной смеси, пригара и окалины. Отливки, загруженные в барабан, увлекаются вращающейся поверхностью, поднимаются на некоторую высоту и свободно перекатываясь по нижележащим отливкам, очищают друг-друга — галтуются. Частота вращения барабана до 30,0 об/ мин, при этом центробежные силы в барабане не должны превышать силу тяжести

отливок так как в противном случае процесс очистки прекратиться. Для повышения эффективности очистки в барабан загружают литые звездочки из белого чугуна размером от 20,0 до 65,0 мм.

В некоторых видах оборудования вращение барабана совмещается с вибрацией, что ускоряет процесс очистки и улучшает качество.

16.1.5. Финишные операции очистки от стержней производят пневмомолотком.

ГЛАВА 17.ДЕФЕКТЫ ОТЛИВОК

Таблица 272. Классификация дефектов отливок из чугуна и стали, их причины и способы предупреждения

Определение и характеристика дефекта по ГОСТ 19200-80	Основные причины образования дефекта	Способы предупреждения
НЕСООТВЕТСТВИЕ ПО ГЕОМЕТРИИ		
1. Недолив — дефект в виде неполного образования отливки вследствие незаполнения полости литеной формы металлом при заливке	1.Уход металла из формы из-за некачественной сборки и недостаточной загрузки; недостаточное количество заливаемого расплава; засорение и пережим литниковых ходов и питателей; 2.Недостаточная жидкотекучесть	1. Усилить контроль за сборкой, загрузкой и заливкой формы 2.Улучшить качество раскисления сплава

	честь сплава	
2.Неслитина - дефект в виде произ-вольной формы отверстия или сквозной щели в стенке отливки, образовавшихся вследствие неслития	1.Недостаточная жидкотекучесть сплава из-за его окисленности или низкой температуры заливки	1.Улучшить качество раскисления сплава; повысить температуру заливки
3. Обжим — дефект в виде нарушенной конфигурации отливки, возникающей вследствие деформации формы из-за механических воздействий до или во время заливки	1.Недостаточная прочность и пластичность формовочно смеси	1.Корректировать состав формовочной смеси с целью упрочнения
4.Подутость — дефект в виде местного утолщения отливки вследствие распыра- ния неравномерно или недостаточно уплотненной песчаной формы залива- емым металлом	1.Недостаточное или неравно- мерное уплотнение формы 2.Повышенная влажность и недостаточная прочность формовочной смеси 3.Чрезмерно высокий металло-статический напор	1.Обеспечить доста-точное и равномер- ное уплотнение формы 2.Уменьшить влаж- ность формовочной смеси 3.Уменьшить металло статический напор, изменить подвод металла
5.Перекас — дефект в виде смещения одной части отливки относительно осей или поверхностей другой части по разъему формы, модели или опоки вслед-ствие их неточной установки и фиксации при формовке и сборке	1.Неправильный монтаж мо- делей на модельных плитах верха и низа 2.Большой зазор между центри- рующими штырями и втулками	1.Контролировать мон- таж и крепление мо- делей 2.Контролировать опочную оснастку и сборку форм
6.Стержневой перекас — дефект в виде смещения отверстия, полости или части отливки, выполняемых с помощью стержня вследствие его перекаса	1.Неправильная установка стержней 2.Коробление или износ знако вых частей стержня и формы; износ стержневого ящика	1.Контроль за сборкой формы
7.Разностенность — дефект в виде уве- личения или уменьшения	1.Износ стержневого ящика или его знаковых частей	1.Контроль за сборкой формы

толщины стенок отливки вследствие смещения, деформации или всплывания стержня		
8.Стержневой залив — дефект в виде залитых металлом отверстия или полости в отливке из-за непроставленного в литейной форме стержня или его обрушения	1.Некачественная сборка формы 2.Недостаточная прочность стержневой смеси	1.Контроль за сборкой формы 2.Корректировать состав и режимы отверждения стержневой смеси
9.Коробление — дефект в виде искажения конфигурации отливки под влиянием напряжений, возникающих при охлаждении, а также в результате неправильной модели	1.Нетехнологичная конструкция отливки	1.Обеспечить равно-мерность сечений отливки, увеличить жесткость конструкции
10.Незалив — дефект в виде несоответствия конфигурации отливки чертежу вследствие износа модели или недостаточной отделки формы	1.Износ модели, недостаточная отделка формы	1.Контроль качества модельно-стержневой оснастки и качества отделки форм
11.Зарез - дефект в виде искаженного контура отливки при отрезке литников, обрубке и зачистке	1.Недостаточная длина шейки отрезаемых литников, выпоров, прибылей	1.Удлинение шейки литников, выпоров, прибылей
12.Вылом — дефект в виде нарушения конфигурации и размера отливки при выбивке, обрубке, отбивке литников и прибылей, очистке и транспортировании	1.Недостаточная длина шейки отрезаемых литников, выпоров, прибылей	1.Удлинение шейки литников, выпоров, прибылей
13.Прорыв металла — дефект в виде неполного образования или неправильно формы отливки, возникающей при заливке вследствие недостаточной прочности формы	1.Недостаточная прочность формы	1.Корректировка состава формовочной смеси с целью повышения прочности
14.Уход металла — дефект в виде пустоты в теле отливки, ограниченной тонкой коркой	1.Слабое крепление или на-гружение формы	1. Контроль за сборкой, нагружением и

затвердевшего металла, образовавшейся вследствие вытекания металла из формы		заливкой форм
ДЕФЕКТЫ ПОВЕРХНОСТИ		
15.Пригар — дефект в виде трудноотделяемого специфического слоя на поверхности отливки, образовавшегося вследствие физического и химического взаимодействия формовочного материала с металлом и его окислами	1.Недостаточная огнеупорность формовочной смеси; плохая окраска форм ; применение крупного песка; 2.Чрезмерно высокая температура заливки; 3.Чрезмерно продолжительное время заливки; чрезмерный гидростатический напор ; 4.Недостаточное раскисление металла	1.Корректировка состава формовочной смеси и покрытия с целью повышения огнеупорности поверхности формы ; применение более мелкого песка 2.Снизить температуру перегрева металла ; 3.Корректировать конструкцию литниковой системы; 4.Корректировать процесс раскисления металла
16.Спай — дефект в виде углубления с закругленными краями на поверхности отливки, образованного неполностью слившимися потоками металла с недостаточной температурой или прерванного потока при заливке	1.Недостаточная жидкотекучесть сплава из-за низкой температуры заливки и повышенного содержания тугоплавких окислов; 2.Недостаточная скорость заливки формы, прерывистая заливка 3.Разностенность отливки, наличие местных уплотнений	1. Повысить температуру заливки и текучесть сплава 2..Корректировать конструкцию литниковой системы с целью увеличения скорости заливки 3.Изменить конструкцию отливки
17.Ужимина — дефект в виде углубления с пологими краями, заполненного формовочным материалом и прикрытого слоем металла, образовавшегося вследствие отслоения формовочной смеси	1.Трещины и слоистость на поверхности формы 2.Недостаточная газопроницаемость и вентиляция формы, в результате	1.Увеличить плотность набивки и пластичность облицовочного слоя 2.Улучшить

при заливке	чего образуется местное вспучивание слоя смеси и отжим его сплавом во время заливки. 3.Повышенная газотворность формовочной смеси	качество формовочной смеси и набивки формы; улучшить вентиляцию формы 3.Уменьшить количество органических добавок в смеси и ее влажность
18.Нарост — дефект в виде выступа произвольной формы, образовавшегося из загрязненного формовочными материалами металла вследствие местного разрушения литейной формы	1.Дефекты на поверхности формы вследствие ее недостаточной прочности 2.Неправильный подвод металла, вызывающий местное разрушение формы	1.Увеличить плотность набивки и пластичность облицовочного слоя 2.Изменить подвод металла в форме
19.Залив — дефект в виде металлического прилива или выступа, возникающего вследствие проникновения жидкого металла в зазоры по разъемам формы, стержней или по стержневым знакам	1.Слабое крепление или недостаточное нагружение формы. 2.Зазоры между знаковыми частями формы и стержня вследствие износа модельной стержневой оснастки	1.Контроль за сборкой и нагружением формы 2.Контроль качества модельной стержневой оснастки
20.Засор - дефект в виде формовочного материала, внедрившегося в поверхностные слои отливки, захваченного потоками жидкого металла	1.Недостаточная прочность формы, обрушение при сборке 2.Неправильный подвод металла, вызывающий местные разрушения формы	1.Продувка формы сжатым воздухом перед заливкой 2.Изменить конструкцию литниковой системы, уменьшить статический напор
21.Плена - дефект в виде самостоятельного металлического или окисного слоя на поверхности отливки, образовавшегося при недостаточно спокойной заливке	1. Слишком высокая скорость заливаемого металла	2.Изменить конструкцию литниковой системы с целью более плавного заполнения формы металлом
22.Просечка - дефект в виде невысоких	1.Растрескивание форм и	1.Корректировать состав смеси и

прожилок на поверхности отливки, возникших вследствие затекания металла в трещины на поверхности формы или стержня	стержне при отверждении	режимы отверждения ; за-дeldывать имеющиеся трещины
23.Окисление - дефект в виде окисленного слоя металла с поверхности отливки, получившийся после отжига отливок из белого чугуна на ковкий чугун	1.Несоответствие химического состава и структуры сплава	1.Модифицирование сплава ; корректировка режима термообработки
24.Поверхностное повреждение - дефект в виде искажения поверхности, возникшего при выбивке отливки из формы, очистке и транспортировании	1. Сильное механическое воздействие	1. Контролировать операции выбивки, очистки; транспортировать отливки в специальной таре
25.Складчатость — дефект в виде незначительных гладких возвышений и углублений на поверхности отливки	1.Низкая жидкотекучесть металла	1.Улучшить раскисление; повысить температуру заливки
26.Грубая поверхность -дефект в виде шероховатости поверхности с параметрами, превышающими допустимые значения	1.Применение крупнозернистых формовочных материалов	1.Применять мелко-зернистые формовочные материалы
27.Газовая шероховатость — дефект в виде сферообразных углублений на поверхности отливки, возникающих вследствие роста газовых раковин на поверхности раздела металл-форма	1.Повышенная газотворность формы	1.Улучшить сушку форм; улучшить вентиляцию форм; снизить газотворность смеси
НЕСПЛОШНОСТИ В ТЕЛЕ ОТЛИВКИ		
28. Горячая трещина — дефект в виде разрыва или надрыва тела отливки усадочного происхождения, возникшего в интервале температур затвердевания. Примечание ; Горячая трещина располагается по границам кристаллов, имеет	1.Резкий перепад толстых и тонких сечений отливки; наличие термических узлов ; недостаточные по величине радиусы галтелей. 2.Недостаточное питание отливок; неравномерный подвод металла	1. Сгладить переходы различных сечений, увеличить радиусы галтелей; предусмотреть усадочные ребра 2.Рассредоточить

неровную окисленную поверхность, на которой иногда видны дендриты	3.Недостаточная податливость форм и стержней 4.Неправильное расположение каркасов в форме и стержнях и ребер в опоке 5.Повышенная температура заливки 6.Повышенное содержание серы и других примесей 7.Слишком ранняя выбивка	питание отливок; изменить конструкцию и размеры прибылей 3.Уменьшить плотность набивки ;изменить состав формовочных и стержневых смесей ;применять пустотелые стержни 4.Изменить конструкцию каркасов стержней и ребер опок 5.Снизить температуру заливки 6.Улучшить раскисление сплава 7.Отрегулировать время выбивки форм
29.Холодная трещина — дефект в виде разрыва тела затвердевшей отливки вследствие внутренних напряжений или механического воздействия. Примечание :Холодная трещина обычно имеет чистую светлую или с цветами побежалости зернистую поверхность	1.Термическое и механическое торможение усадки 2.Низкая пластичность сплава 3.Механическое воздействие при выбивке, очистке, транспортировании	1.Изменить конструкцию отливки с целью обеспечения ее равномерного остывания ; увеличить податливость форм и стержней;контролировать расположение каркасов, ребер, холодильников;искусственно охлаждать массивные части отливок 2.Корректировать состав сплава 3. Контролировать операции

		выбивки, очистки; транспортировать отливки в специальной таре
30.Межкристаллическая трещина - дефект в виде разрыва тела отливки при охлаждении отливки в форме на границах первичных зерен аустенита в температурном интервале распада. Примечание: Межкристаллическая трещина в изломе термически обработанной пробы (отливки) имеет вид сглаженных поверхностей с зеркальным блеском на общем сером фоне волокнистой составляющей излома и образуется под воздействием водорода, растворенного в стали	1.Плохое раскисление сплава	1.Корректировать раскисление сплава
31.Газовая раковина — дефект в виде полости, образованной выделяющимися из металла или внедрившимися в металл газами	1.Повышенная газотворность и низкая газопроницаемость форм и стержней, недостаточная их вентиляция 2.Большое содержание газа в металле из-за недостаточного раскисления, недостаточной просушки ковшей, применения окисленных жеробеек 3.Прерывание струи и низкая температура металла при заливке металла	2. Применять смеси с низкой газотворностью ; хорошо сушить форму; улучшить газоотвод в форме 2.Корректировать раскисление сплава ; контролировать сушку ковшей ; применять только луженые жеробейки 3.Изменить конструкцию литниковой системы с целью исключить подсос воздуха в форму
32.Ситовидная раковина — дефект в виде удлиненных тонких раковин, ориентированных нормально к поверхности отливки, вызванных повышенным содержанием водорода в	1.Повышенное содержание водорода	1.Улучшить раскисление сплава;использовать вакуумную дегазацию сплава

кристаллизующемся слое		
33.Усадочная раковина — дефект в виде открытой или закрытой полости с грубой, шероховатой, иногда окисленной поверхностью, образовавшейся вследствие усадки при затвердевании металла	1.Наличие термических узлов в отливке 2.Недостаточное питание отливки 3. Отсутствие или недостаточное количество холодильников	1.Устранить термические узлы в отливке; обеспечить конструктивно направленное затвердевание отливки 2.Изменить литниковую систему; обеспечить питание массивных узлов отливок прибылями и выпорами 3.Охлаждать термические узлы холодильниками
34.Песчаная раковина — дефект в виде полости, полностью или частично заполненной формовочным материалом	1.Разрушение или размыв элементов литниковой системы 2.Недостаточная прочность формовочных и стержневых смесей; слабая и неравномерная набивка форм 3.Местное разрушение и засорение формы при сборке; обвал формы при установке груза	1.Изменить конструкцию литниковой системы ; уменьшить гидростатический напор 2.Улучшить качество формовочных смесей и набивки 3.Контроль за сборкой форм; правильно подбирать массу груза
35.Шлаковая раковина — дефект в виде полости, полностью или частично заполненные шлаком	1.Усиленное образование шлаков из-за грязной окисленной шихты, загрязненных флюсов и нестойких огнеупоров	1.Применять очищенную шихту, сертифицированные флюсы и огнеупоры 2.Корректировать

	2.Литниковая система не обеспечивает улавливание шлака 3.Недостаточная очистка металла в ковше от шлака, низкая вязкость шлака	соотношение размеров литниковой системы; применять фильтровальные сетки 3. Повышать вязкость шлака в ковше песком для облегчения его удаления
36.Залитый шлак - дефект в виде частичного заполнения литейной формы шлаком	1.Недостаточная очистка металла в ковше от шлака, низкая вязкость шлака	1. Повышать вязкость шлака в ковше песком для облегчения его удаления
37.Графитовая пористость -дефект отливок из серого чугуна в виде сосредоточенных или паукообразных выделений графита, вызывающих неплотности металла при испытании гидравлическим или газовым давлением	1.Повышенное содержание углерода в сплаве ; чрезмерно быстрое охлаждение отливки	1.Корректировать химический состав чугуна с использованием модификаторов ; снизить скорость охлаждения отливок за счет применения теплоизоляционных красок
38. Усадочная пористость - дефект в виде мелких пор, образовавшихся в отливке в результате усадки металла во время его затвердевания	1.Недостаточное питание отливки	1.Корректировать литниковую систему ; обеспечить питание массивных узлов отливок прибылями и выпорами
39.Газовая пористость - дефект в виде мелких пор, образовавшихся в отливке в результате выделения газов из металла при его затвердевании	1.Повышенная газотворность и низкая газопроницаемость форм и стержней	2.Снизить газотворность формовочных и стержневых смесей ; контролировать сушку форм
40.Рыхлота — дефект в виде скопления усадочных раковин.	1.Наличие в отливке массивных термических узлов	1.Устранить массивные термические узлы

Примечание: Рыхлота обнаруживается при механической обработке отливки		в конструкции отливки ;обеспечит направленное затвердевание
41. Непровар жеребеек — дефект в ряде несплошности соединения металла отливки с поверхностью жеребеек (холодильников) вследствие их загрязнения, несоответствия масс, пониженной температуры заливаемого металла	1.использование загрязненных жеребеек и холодильников	1.Использовать только очищенные или луженые жеребейки (холодильники)
42. Вскип - дефект в виде скопления раковин и наростов, образовавшихся вследствие парообразования в местах переувлажнения литейной формы или проникновения газов из стержней в полость литейной формы	1.Повышенная влажность и недостаточная газопроницаемость форм 2.Местное переуплотнение и плохая вентиляция форм и стержней	1.Контроль влажности и газопроницаемость и формы 2.Контролировать плотность набивки и вентилирование форм и стержней
43.Утяжина - дефект в виде углубления с закругленными краями на поверхности отливки, образовавшегося вследствие усадки металла при затвердевании	1.Недостаточное питание отливки 2.Недостаточная эффективность холодильников 3.Повышенная температура заливки	1.Корректировать питание отливки 2.Корректировать размеры и конструкцию холодильников 3.Снизить температуру и скорость заливки металла
ВКЛЮЧЕНИЯ		
44.Металлическое включение - дефект в виде инородного металлического включения, имеющего поверхность раздела с отливкой	1.Засорение формы 2.Наличие металлических включений в формовочной смеси	1.Контролировать сборку форм ; продувать формы сжатым воздухом 2.Контролировать сепарацию и регенерацию обратной формовочной смеси
45.Неметаллическое	1.Некачественная сборка	.Контролировать

включение - дефект в виде неметаллической частицы, попавшей в металл механическим путем или образовавшейся вследствие химического взаимодействия компонентов при расплавлении и заливке металла	форм 2.Недостаточная прочность и огнеупорность поверхности форм	сборку форм ; проду- вать формы сжатым 2.Контролировать ка-чество поверхности формы
46. Королек — дефект в виде шарика металла отдельно затывшего и несплавившегося с отливкой, образовавшегося брызгами при неправильно заливке	1.Неправильная подача сплава в литниковую систему в начале аливки - разбрызгивание, прерывание струи, выбросы и т.п. 2.Конструкция литниковой системы способствует раздроблению струи и образованию брызг	1.При заливке держать носок ковша возможно ближе к литниковой чаше 2.Корректировать литниковую систему
НЕСООТВЕТСТВИЕ		СТРУКТУРЕ
47. Отбел — дефект в виде твердых трудно поддающихся механической обработке мест в различных частях отливки из серого чугуна, вызванных скоплением структурно свободного цемента	1.Несоответствие химического состава сплава 2.Ускоренное охлаждение отливки 3.Резкие колебания толщины стенок отливок	1.Увеличить содержание углерода и кремния или уменьшить содержание марганца, серы и хрома 2.Контролировать режим остывания 3.Выравнивать толщины стенок отливок
48.Половинчатость - дефект в виде проявления структуры серого чугуна в отливках из белого чугуна	1.Несоответствие химического состава сплава	1.Уменьшить содержание кремния и меди. Содержание углерода не должно превышать 2,4-2,9%, кремния -1,0-1,6%
49. Ликвация — дефект в виде местных скоплений химических элементов или соединении в теле отливки,	1.Очень быстрое неравномерное затвердевание отливки	1.Контролировать режим направленного затвердевания отливки;

возникших в результате избирательной кристаллизации при затвердевании		применять холодильники для охлаждения термических узлов
50. Флокен — дефект в виде разрыва тела отливки под влиянием растворенного в стали водорода и внутренних напряжений, проходящего полностью или частично через объемы первичных зерен аустенита. Примечание : Флокен в изломе термически обработанной пробы(отливки) имеет вид сглаженных поверхностей без металлического блеска (матового цвета) на общем сером фоне волокнистой составляющей	1.Повышенное содержание водорода в сплаве	1. Применять чистую шихту, улучшить раскисление сплава; увеличить время выдержки перед заливкой

УКРАЇНСЬКИХ ТЕРМІНІВ ПО ТЕМІ “ВИРОБНИЦТВО ЛИВАРНЕ”

Російська	Українська	Російська	Українська
А		Б	
Абразив	Абразив	Базовая деталь	Базова деталь
Абразивная паста	Абразивна паста	Базовый показатель	Базовий показник
Абразивная стокость	Абразивна стікість	Бакелитовый	Бакелітовий
Абразивный износ	Абразивне зношення	Балласт	Баласт
Абразивный круг	Абразивни круг	Барабан галтовочный	Барабан галтувальний
Абразивный материал	Абразивний матеріал	Барабан дробеметный	Барабан дробометальний
Автоматизированные системы	Автоматизовані системи	Барда	Барда
Адгезия	Адгезія	Барда сульфитная	Барда сульфітна
Адиабатический процесс	Адіабатичний процес	Белый чугун	Білий чавун
Абсорбция, абсорбент	Абсорбція, абсорбент	Безопочная формовка	Безопочне формування
Адсорбция, адсорбент	Адсорбція, адсорбент	Безшовная футеровка	Безшовна футеровка
Азотирование	Азотування	Бентонит	Бентоніт
Аккумуляторная сварка	Акумуляторне зварювання	Бентонитовые глины	Бентонітові глини
Алюминий	Алюміній	Бериллий	Берилій
Алюминий - нитрид	Алюміній - нітрід	Бессемеровский процесс	Бесемерівський процес
Алюминий - сульфид	Алюміній - сульфід	Бетон	Бетон

Аморфный	Аморфний	Бетонная смесь	Бетонна суміш
Арматурный стержень	Арматурний стрижень	Бетонная подушка	Бетонна подушка
Асбес, асбестовая крошка	Азбест, азбестова крихта	Бетонное покрытие	Бетонне покриття
Ацетиленовая сварка	Ацетиленове зварювання	Биметаллическая проволока	Біметалевий дріт
Ацетиленовый резак	Ацетиленови різак	Битум	Бітум
Аустенит	Аустеніт	Битумы окисленные	Бітуми окислені
Антифрикционные чугуны	Антифрикційні чавун	Блок крамический	Блок керамічний
Аэрация	Аерація	Блюм	Блюм
В		Большегрузный	Великовантажний
Вагранка	Вагранка, горно	Брак, бракованная деталь	Брак, бракована деталь
Вакуумная плавка	Вакуумна плавка	Браковочный стол	Бракувальний стіл
Вакуумное литье	Вакуумне литво	Брикет	Брикет
Вакуумная печь	Вакуумна піч	Брикетирование	Брикетування
Вермикулит	Вермикуліт	Брикетированная стружка	Брикетована стружка
Вибрационная машина	Вібраційна машина	Бронза	Бронза
Вибропрессование	Вібропресування	Боксит	Боксит
Виниловый	Вініловий	Брус	Брус
Влажность	Вологість	Г	
Влагостойкий	Вологостійкий	Габаритный размер	Габаритни розмір
Влагопроницаемый	Вологопроникний	Газ, газоотвод	Газ, газоотвід
Влагонепроницаемый	Вологонепроникний	Газовая раковина	Газова раковина
Внутренние напряжения	Внутрішні напруження	Газовая пористость	Газова пористість
Воздушная сушка	Повітряна сушарка	Горячая трещина	Гаряча тріщина
Воздушная закалка	Повітряне гартування	Газопроницаемость	Газопроникність

Волокнистый уголь	Волокнисте вугілля	Герметичный	Герметичний
Вредные примеси	Шкідливі домішки	Гигроскопичный	Гігроскопічний
Высечка(металлическая мелкая стальная стружка)	Дрібний металеви стружок	Гидравлический	Гідравлічний
Внепечная обработка стали	Позапічна обробка сталі	Гильотинные ножницы	Гільйотинні ножиці
Вторичные металлы	Вторинні метали	Гипс, гипсовый	Гіпс, гіпсовий
Возгорание	Загоряння	Глина формовочная	Глина формувальна
Воск пчелиный	Віск бджоллиний	Глинистая составляющая	Глинтсьа складова
Водонепроницаемая обмазка	Водонепроникна обмазка	Глина легкоплавкая	Глина легкотопна
Водостойкие материалы	Водотривкі матеріали	Глина тугоплавкая	Глина важкотопна
Выгрузка	Вивантаження	Глина огнеупорная	Глина вогнетривка
Высокопрочный чугун с шаровидным графитом	Високоміцни чавун з кулястим графітом	Глина каолиновая	Глина каолінова
Выбивка отливок	Вибивання відлївків	Глина монтпорилонитовая	Глина монтморілонітова
Выдержка, выдерживать	Витримка, витримувати	Гравитационный	Гравітаційни
Взрыв, взрывоопасный	Вибух, вибухонебезпечний	Графит пластинчатый	Графіт пластинчати (пластинний)
Выпор	Випор	Графит шаровидный	Графіт кулястий
Выпускать(металл)	Випускати(метал)	Графит вермикулярный	Графіт вермикулярний
		Графитизация	Графітізація
Д		Графитовая пористость	Графітова пористість
Деревообрабатывающий станок	Деревообробний верстат	Груз	Вантаж
Дефект отливки	Дефект відливки	Грязь, грязный	Бруд, брудний

Деформация	Деформація	Галтель	Галтель
Диагностика	Дісперсність	Газоотводные каналы	Газовідвідні канали
Диаграмма	Діаграма		
Диатомитовый кирпич	Діатомітова цегла		
Дисковый резак, нож	Дисковий різак, ніж		
Дисперсность, дисперсная фаза	Дисперсія, дисперсна фаза	Ж	
Диффузионный отжиг	Дифузійний відпал	Жаростокость	
Диоксид	Діоксид	Жаростойкая сталь	
Длина	Довжина	Жаростокий силумин	
Дно	Дно	Железо	
Доля элемента(компонента)	Частина елемента (компонента)	Жидкий металл	
Древесные опилки	Деревна тирса	Жидкое стекло	
Дроссель	Дросель	Жидкотекучесть	
Доменный процесс	Доменни процес	Жирный песок	
Доменные чугуны	Доменни чавун	З	
Доменное производство	Доменне виробництво	Заготовка стальная	Заготов сталеви
Е		Заливка форм	Заливання форм
Единая формовочная смесь	Єдина формувальна суміш	Загрузить	Завантажити
Й		Заржавеет	Заіржавіти
Йод, йодистый	Йод, Йодистий	Зарез(вид брака)	Заріз
И		Закалка, закаливания	Гарт, гартування
Изделие	Вироб	Закалка с отпуск	Гартування з відпуском
Изготовление	Виготовлення	Закалка изотермическая	Гартування ізотермічне

Изложница	Виливниця	Закалить	Загартувати, відгартувати
Износостокость отливок	Ізносостійкість відливок	Заэвтектоидная сталь	Заєвтектоїдна сталь
Известь	Вапно	Зеркальный чугун	Дзеркальний чавун
Известняк	Вапняк	Зумпф	Зумпф
Известкование	Вапнування	К	
Известковое тесто, молоко, мука	Вапняне тісто, молоко, борошно	Калий	Калій
Измельчение	Подріблення	Каменноугольны кокс	Кам"яновугільни кокс
Испытание	Випробування	Карбидная сталь	Карбідна сталь
Испытание на износ	Випробування на стирання	Катализатор	Каталізатор
Испытание на твердость	Вмпробування на твердість	Карбюризатор	Карбюризатор
Испытание на удар	Випробування на удар	Качество	Якість
тание на разрыв	Випробування на розрив	Кварцевый песок	Кварцеви пісок
Испытание на сжатие	Випробування на стискання	Кварцевый порошок	Кварцевий порошок
Л		Керамическая оболочка	Керамічна оболонка
Легированная сталь	Легована сталь	Кислотостойкая сталь	Кислотостійка сталь
Легирующая добавка	Легувальна домішка	Кислотоупорная сталь	Кислототривка сталь
Легирующая присадка	Легувальна присадка	Кислая печь	Кила піч
Легированная сталь инструментальная	Дегова сталь інструментальна	Кислый под	Кисла черінь
Высоколегированная сталь	Високолегована сталь	Кислый огнеупор	Кисли вогнетрив
Легированный чугун	Легований чавун	Кислый флюс	Кисли топняк
Листовая сталь	Листова сталь	Кислый раствор	Кисли розчин
Литейное производство	Ливарне виробництво	Кислотоупорный кирпич	Кислотривка цегла

Литье	Литво	Крошка шамотная	Крихта шамотна
Литая деталь	Лита деталь	Кислород	Кисень
Литая заготовка, отливка	Виливок	Кислородно- конверторный процесс	Киснево- конвертор- ний процес
Ликвация	Ліквація	Кислород жидкий	Кисень рідкий
Литейное свойство	Ливарна властивість	Кислотный	Кислотний
Литейная модель	Ливарна модель	Кирпич огнупорный	Цегла вогнетривка
Литейная сталь	Ливарна сталь	Клей	Клей
Литейная форма	Ливарна форма	Коагуляция	Коагуляція
Литейный тигель	Ливарний бритваль	Кобальт	Кобальт
Литейная вагранка	Ливарне горно	Ковш литейный	Ковш ливарний, корець
Литеное оборудование	Ливарне устаткування	Ковкий чугун	Ковкій чавун
Литеный дефект	Ливарний дефект	Кокиль	Кокіль
Литейная усадка	Ливарний зіступ	Кокильное литье	Кокільне литво
Литейный пригар	Ливарни пригар	Коллоидный раствор	Колоїдний розчин
Литейный скрап	Ливарний скрап	Концентрация(с одержание)	Концентрація
Литейный стержень	Ливарний стрижень	Кокс литейный	Кокс ливарний
Литейный чугун	Ливарний чавун	Коксующийся уголь	Коксівне вугілля
Литеный шаблон	Ливарний шаблон	Конопляное масло	Конопляна олія
Литейны флюс	Ливарний топняк	Конструкционна я углеродистая сталь	Конструкційна вуглецева сталь
Литниковая система	Ливникова система	Копильник	Копильник
Литниковая чаша	Ливникова чаша, лійка	Коробление	Жолоблення
Литниковый ход	Ливниковий хід	Коррозионная стойкость	Корозійна стійкість

Литниковый канал	Ливниковий канал	Коррозиєустойчивый	Корозостійкий
Литниковый стояк	Ливниковий стояк	Краски литейные	Фарби ливарні
Литье под давлением	Лиття під тиском	Крахмал	Крохмаль
Литье в песчаные формы	Лиття у піщані форми	Кремнистая сталь	Кремениста сталь
Литье по выплавляемым моделям	Лиття за виплавлюваними моделями	Кристаллизация	Кристалізація
Центробежное литье	Відцентрове лиття	Кристаллическая структура	Кристалічна структура
Литье в оболочковые формы	Лиття в оболонкові форми	Крошка шамотная	Кріхта шамотна
Литье в кокиль	Лиття в кокіль	Крупногабаритный	Великогабаритний
Лом стальной	Брухт сталевий	Крупносерийное производство	Великосерієне виробництво
Лом чугунный	Брухт чавунни	Кюбель	Кюбель
Лом цветных металлов	Брухт кольорових металів		
М		Н	
Магний	Магній	Наполнитель	Наповнювач
Марганец	Марганець	Нарост (вид брака)	Нарыст
Магнезит	Магнезіт	Наполнительная формовочная смесь	Наполювальна формувальна суміш
Мартеновская печь	Мартенівська піч	Направленная кристаллизация	Напрямлєна кристалізація
Мартеновская сталь	Мартенівська сталь	Натрий	Натрій
Мартенсит	Мартенсит	Науглероженная сталь	Навуглецьована сталь
Маршаллит	Маршаліт	Науглероживание	Навуглецьовання
Масло литейное	Олива ливарна	Недолив(вид брака)	Недолив
Масло растительное	Олія	Неметаллическое включение	Неметалеве включення

Мел	Крейда	Необратимый процесс	Необоротни
Мелкозернистый песок	Дрібнозернистий пісок	Неорганические связующие материалы	Неорганічні зв'язуючі (в*язучі) матеріали
Мелкозернистый уголь	Дрібнозернисте вугілля	Неполная закалка	Недогарт
Мелкокристаллический	Дрібнокристалічний	Непрерывная разливка стали	Безперервний розлив сталі
Металл	Метал	Неслитина(вид брака)	Незлитина
Металлические включения	Металеві включення	Низкоуглеродистая сталь	Низковуглецева сталь
Металлы черные вторичные	Метали чорні вторинні	Никель	НікельО
Медь, медный	Мідь, мідяни	Нормализация(вид термообработки)	Нормалізація (термообробка)
Механическая обработка	Механічна обробка		
Минеральная вата	Мінеральна вата	П	
Модель литейная многоразовая	Модель ливарна багаторазового використання	Плавка металла	Плавка(плавління) металу
Модификатор	Модифікатор	Передельный чугун	Переробний чавун
О		Первичные материалы	Первинні матеріали
Обжим	Обтиск	Плакированні песок	Плакований пісок
Обессеривание	Знесірчення	Перлит	Перліт
Облицовываь кирпичом	Оцеглувати	Песок кварцевый	Пісок кварцовий
Обработка отливок	Оброблення виливків	Песчаный	Піщани
Обтекаемая форма	Обтічна форма	Пескомет	Піскомет
Озокерит	Озокеріт	Печь	Піч
Олифа масляная	Оліфа олійна	Пластинчатый перлит	Пластинчати перліт
Олово	Олово	Питание отливок	Живлення виливків

Отливка	Виливок (відливок),вилив ка (відливка)	Прибыль питающая	Прибуток живильний
Огнеупорный	Вогнетревки	Питатель	Живильник
Огнестойкий	Вогнестікий	Прочность	Міцність
Окалина	Окалина	Пластичный материал	Пластичний матеріал
Окисление	Окиснення	Пластмасса	Пластмаса
Окисел	Окисел, оксид	Поверхностная закалка	Поверхневий гарт
Опока	Опока	Поверхностная цементация	Поверхнева цементация
Осадка металла	Осад металу	Предел прочности при растяжении	Границя міності при розтягуванні
Отходы производства	Відходи виробництва	Предел прочности при сжатии	Границя міцності при стиску
Окись кальция, негашеная известь	Оксид кальцію, негашене вапно	Предел прочности при изгибе	Границя міцності при згині
Окись железа	Оксид заліза	Проволока	Дріт
Отбел	Відбіл	Проволочная сетка	Дротяна сітка
Отжиг графитизирующий	Отжиг графітизаційний	Производство	Виробництво
Отбойный молоток	Відбійний молоток	Производственн ые запасы	Виробничі запаси
Отверждение	Затвердіння	Пластинчатый графит	Пластичатий графіт
Отвердитель	Отвердитель	Плавиковый шпат	Плавиковий шпат
Органические связующие материалы	Органічні зв'язуючи(в`язуч и) матеріали	Пригар	Пригар
Облицовочная формовочная смесь	Обліцювальна формувальна суміш	Поверхность раз`ема	Поверхня рознімання
Отработанная регенерированная формовочная смесь	Відпрацьована регенерована формувальна суміш	Покраска, покрытие	Пофарбування, покриття
Очистка литья	Очищення литва	Поле допуска	Поле допусту

		Поле смещения	Поле зміщення
		Подутость	Подутість
		Противопригарное покрытие	Протипригарне покриття
Р			
Ржавчина	Іржа	Свинец	Оливо
Разливка металла	Розлив металу	Смазочное масло	Масило
Расплавленный металл	Розплавлений метал	Текучесть	Плинність
Раскисление металлов	Розкиснювання металів	Эвтектика	Євтектика
Растворимость	Розчинність	Эвтектоидная сталь	Євтектоїдна сталь
		Экспресс-анализ	Експрес-аналіз
		Электрод	Електрод