

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Оренбургский государственный университет

Кафедра материаловедения и технологии материалов

Р.М. СУЛЕЙМАНОВ

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОТЛИВКИ, ПОЛУЧАЕМОЙ В
ПЕСЧАНОЙ ЛИТЕЙНОЙ ФОРМЕ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом Оренбургского
государственного университета

Оренбург 2001

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОТЛИВКИ, ПОЛУЧАЕМОЙ В ПЕСЧАНОЙ ЛИТЕЙНОЙ ФОРМЕ

1 Цель работы

Научиться проектировать отливку и разрабатывать графический документ на неё в соответствии с действующими нормативными документами.

2 Общие сведения

2.1 Основные этапы и последовательность проектирования отливки

Основными этапами проектирования отливки, получаемой в песчаной литейной форме, являются:

- анализ чертежа детали с точки зрения технологичности её конструкции;
- выбор вида песчаной литейной формы, установление положения отливки в форме при заливке и места разёма модели и формы;
- установление параметров точности отливки согласно ГОСТ 26645-85;
- установление допусков линейных и угловых размеров, допусков формы, расположения и неровностей поверхностей отливки;
- назначение припусков на обработку отливки;
- расчёт номинальных размеров отливки;
- проверка совпадения интервалов соответствующих номинальных размеров отливки и детали и при несовпадении – уточнение допусков размеров, новое назначение припусков и перерасчёт номинальных размеров отливки;
- установление предельных отклонений размеров отливки и назначение формовочных уклонов, галтелей и других технологических напусков;
- расчёт массы детали и отливки, установление коэффициента использования металла;
- формулирование технических требований на изготовление и приёмку отливки;
- разработка и оформление графического документа на отливку согласно ГОСТ 3.1125-88.

2.1.1 Анализ чертежа детали с точки зрения технологичности конструкции

Исходными данными для проектирования отливки являются чертёж готовой детали с техническими условиями и тип производства (единичное, серийное или массовое).

Проектирование отливки начинают с анализа технологичности конструкции детали. Технологичной называют такую конструкцию литой детали, которая обеспечивает оптимальные затраты труда, материалов, энергии и времени при изготовлении детали с заданными показателями качества, объёма выпуска и условий выполнения работ.

Технологичная конструкция литой детали характеризуется простотой компоновки, совершенством форм, учётом особенностей технологии литья и закономерностей кристаллизации металла и охлаждения отливки. У технологичной отливки внешние контуры представляют собой сочетание простых геометрических тел с преобладанием плоских прямолинейных поверхностей, соединяемых плавными переходами, галтелями; полости и окна обеспечивают прочное крепление стержней в форме, удобство их выбивки, минимальное число стержней, отсутствие жеребеек, узких пазов; бобышки, приливы и другие выступающие элементы детали не затрудняют извлечение модели из формы, а усадка не вызывает больших литейных напряжений, коробления, раковин /1/.

Если окажется, что конструкция детали не удовлетворяет требованиям технологичности, то потребуется корректировка чертежа детали, замена материала детали и т.д.

В рамках данной работы корректировка чертежа детали не предусматривается и следует дать лишь краткое обоснование технологичности конструкции заданной детали, руководствуясь приведёнными выше положениями и показателями технологичности.

2.1.2 Выбор вида песчаной литейной формы, установка положения отливки в форме при заливке и места разъёма модели и формы

Литьём в разовые песчаные формы получают до 80 % (по массе) отливок. Достоинствами литья в песчаные формы являются его экономичность и универсальность: применяется при любом типе производства, для отливок любых размеров и массы, практически для любых литейных сплавов. К основным недостаткам рассматриваемого способа относятся относительно невысокая размерная точность и повышенная шероховатость поверхности отливок, что вызывает необходимость последующей механической обработки резанием.

При выборе вида песчаной литейной формы учитывают массу, размеры и

материал отливки, тип производства, технические требования к изделию, а также конкретные возможности литейного цеха – парк формовочных и стержневых машин, плавильных агрегатов, подъёмно-транспортного оборудования и др.

В зависимости от способа формовки, влажности, прочности песчано-глинистой формовочной смеси и твёрдости песчаной формы, а также вида литейного сплава различают вакуумно-плёночные, сухие, подсушенные и сырые песчаные формы (таблица 1).

Выбор положения отливки в форме при заливке зависит от требований, предъявляемых к плотности и шероховатости отдельных элементов отливки. Чтобы обеспечить направленную кристаллизацию металла, наиболее массивные части отливки располагают вверху, ответственные поверхности – внизу или вертикально.

Таблица 1 – Виды песчаных литейных форм /1-3/

Условный код литейной формы	Песчаная литейная форма	
	Характеристика	Область применения
ПФ1	Вакуумно-плёночная литейная форма	Для отливок из чёрных и цветных сплавов массой от 100 до 10000 кг, в серийном и массовом производстве
ПФ2	Сухая песчаная форма (неокрашенная или окрашенная)	Для отливок массой более 100 кг, высотой свыше 300 мм, сложных – с тонкими выступающими частями, из любых литейных сплавов, в единичном и серийном производстве
ПФ3	Подсушенная песчаная форма (неокрашенная или окрашенная)	Для отливок из любых литейных сплавов массой от 50 до 8000 кг, высотой более 250 мм, сложных, ответственных, при любом типе производства
ПФ4	Сырая песчаная форма из низковлажной (до 2,8%) высокопрочной (св. 160 кПа) смеси, с высоким и однородным уплотнением до твёрдости не ниже 90 ед.	Для ответственных отливок любой сложности массой до 100 кг, высотой до 300 мм, из любых литейных сплавов, в массовом и серийном производстве (машинная формовка по металлическим или пластмассовым моделям)

ПФ5	Сырая песчаная форма из смеси влажн. 2,8-3,5%, и прочн. 120-160 кПа со средним уровнем уплотнения до твёрдости не ниже 80 ед.	Для ответственных отливок средней сложности массой до 100 кг, высотой до 300 мм, из любых литейных сплавов, в массовом и серийном производстве (машинная формовка по металлическим или пластмассовым моделям)
ПФ6	Сырая песчаная форма из смеси влажн. 3,5-4,5%, прочн. 60-120 кПа с уровнем уплотнения до твёрдости не ниже 70 единиц	Для отливок общего и ответственного назначения, простых и средней сложности, массой до 100 кг, высотой до 300 мм, из любых литейных сплавов, при любом типе производства (машинная формовка по металлическим или пластмассовым моделям, ручная – по дерев.)
ПФ7	Сырая песчаная форма из высоковлажностной (выше 4,5%), низкопрочной (до 60 кПа) смеси с низким уровнем уплотнения до твёрдости ниже 70 ед.	Для простых толстостенных отливок общего назначения массой до 100 кг, мелких и средних по размерам, преимущественно из чугуна, в серийном и единичном производстве (машинная формовка по металлическим и пластмассовым моделям, ручная формовка – по деревянным)

Выбранное положение отливки в форме должно обеспечить удобство изготовления и сборки формы.

Выбор места разъема модели и формы зависит от размеров литой детали, её конфигурации и характера производства. Расположение разъема должно обеспечить беспрепятственное удаление модели из формы, исключить отъемные части модели и по возможности - стержни. Необходимо стремиться к созданию одной плоскости разъема, используя правило световых теней, согласно которому теневые участки при воображаемом освещении детали параллельными лучами в направлении, перпендикулярном к плоскости разъема формы или стержневого ящика, должны отсутствовать.

Для достижения точности размеров отливки и предотвращения возможности смещения одной половины формы по отношению к другой целесообразнее формовка по цельной неразъемной модели. При этом по возможности всю отливку или большую её часть следует располагать в одной (желательно в нижней) части формы. Плоскость разъема не должна пересекать ответственные обрабатываемые или базовые поверхности.

При выборе плоскости разъема необходимо обеспечить правильное питание отливки жидким металлом. Так, при изготовлении массивных, толстостенных деталей из литейных сплавов с большой величиной усадки (сталь, ковкий чугун) целесообразен подвод металла сверху, а для тонкостенных отливок сложной конфигурации, особенно из легких сплавов – подвод металла снизу.

2.1.3 Установление параметров точности отливки согласно ГОСТ 26645-

Параметры точности отливки – обобщенные характеристики точности размеров, поверхностей или отливки в целом.

Параметры точности размеров и поверхностей отливки включают класс размерной точности $K_{p,T}$, степень коробления C_K элемента отливки, степень точности поверхности C_T , допуск смещения T_{CM} элемента отливки и номер ряда припуска N_Z поверхности отливки.

Параметры точности отливки в целом включают класс размерной точности $K_{p,T}$, степень коробления C_K , степень точности C_T поверхностей, класс точности массы K_M и допуск смещения T_{CM} отливки.

Нормы точности отливки, т.е. требования к уровню значений параметров точности отливки регламентированы ГОСТ 26645-85 /3/ в зависимости от назначения, конструктивно-технологических особенностей, условий эксплуатации и изготовления отливки. Нормы точности регламентированы на отливку в целом, на ее отдельные поверхности и размеры. При этом на отдельные поверхности и размеры допускается устанавливать более жесткие нормы точности, чем в целом на отливку.

Государственным стандартом /3/ установлены 16 основных и шесть промежуточных классов размерной точности, 11 степеней коробления, 22 степени точности поверхностей, 18 рядов припуска отливки и 16 основных и шесть промежуточных классов точности массы (таблица 2).

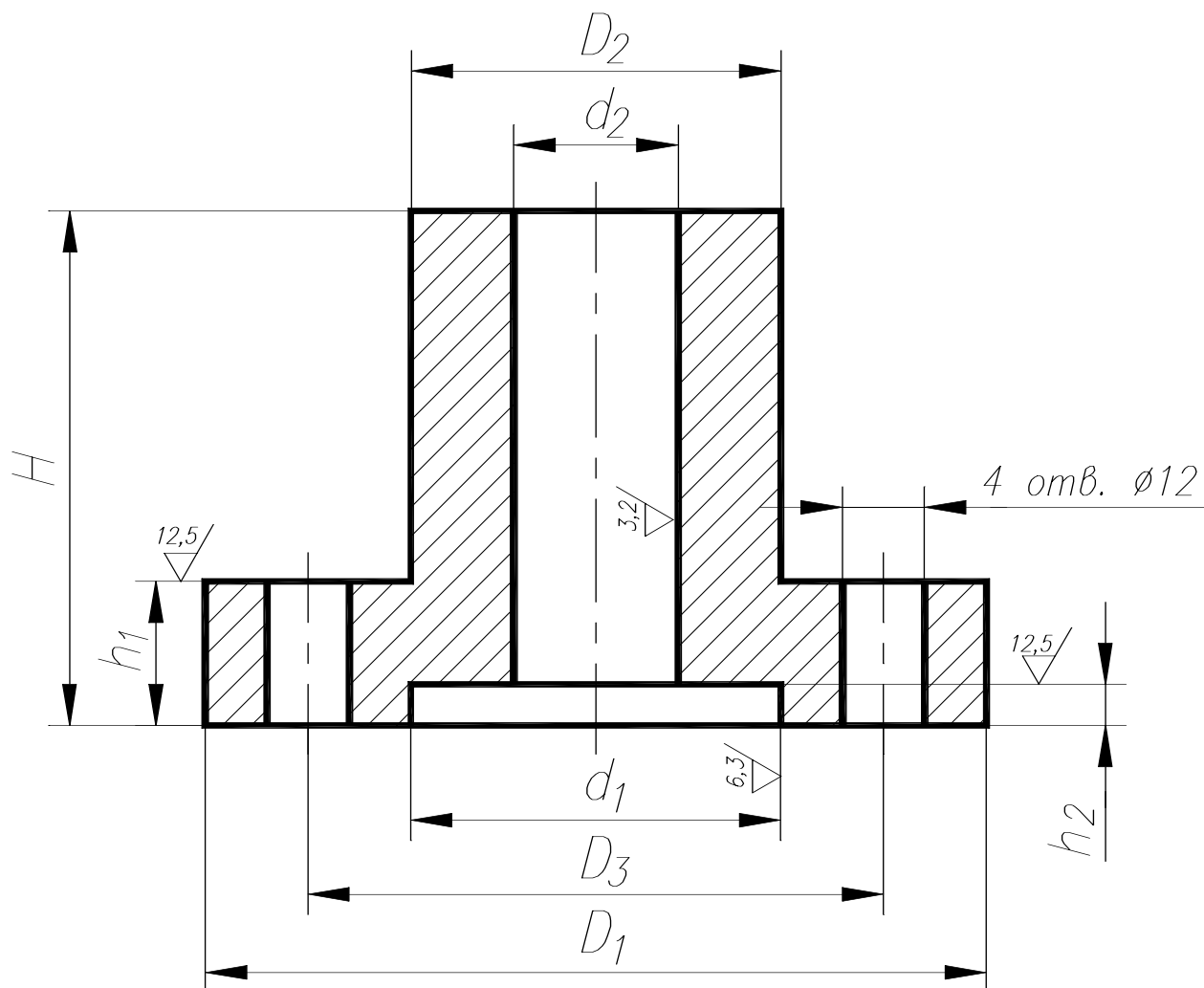
Таблица 2 - Диапазоны и направления варьирования параметров точности отливки согласно ГОСТ 26645-85

Класс размерной точности $K_{p,T}$																					
1	2	3 _T	3	4	5 _T	5	6	7 _T	7	8	9 _T	9	10	11 _T	11	12	13	14	15	16	
Степень коробления C_K																					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11											
Степень точности поверхностей C_T																					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Номер ряда припуска N_Z																					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				
Класс точности массы K_M																					
1	2	3 _T	3	4	5 _T	5	6	7 _T	7	8	9 _T	9	10	11 _T	11	12	13	13	14	15	16
←	Направление уменьшения числовых значений допусков, припусков (повышения точности классов, степеней)																				
Направление увеличения числовых значений допусков, припусков (классы, степени становятся грубее)															→						

Таким образом, чем меньше номер класса или степени, тем они точнее, а допуски и припуски меньше и, наоборот, чем больше номер класса или степени, тем они грубее, а допуски и припуски – больше.

Нормы точности отливки приведены в приложениях Б, Д, К.

25 / (✓)



Предельные отклонения размеров детали:

$D_1, D_2 - h14; d_1, d_2 - H9,$

остальных $\pm IT 14/2$ согласно ГОСТ 25346-89

Примечание – Чертёж оформляют на листе формата А4 в соответствии с требованиями ЕСКД (размеры см. в таблице 3).

Рисунок 1 – Чертёж детали "Полумуфта"

Таблица 3 – Варианты задания (см. рисунок 1)

Вариант	Номинальный размер детали, мм								Материал детали: марка сплава, ГОСТ
	D_1	D_2	D_3	d_1	d_2	H	h_1	h_2	
1 л	340	220	280	220	110	250	70	35	АЛ 4 ГОСТ 2685 – 75
2 л	330	210	270	210	110	250	65	30	МЛ 5 ГОСТ 2856 – 79
3 л	330	200	265	200	110	280	60	25	АЛ 9 ГОСТ 2685 – 75
4 л	320	200	260	200	100	230	65	30	МЛ 9 ГОСТ 2856 – 79
5 л	310	200	265	220	90	230	60	30	АЛ 33 ГОСТ 2685 – 79
6 л	300	190	250	200	80	220	60	25	СЧ 45 ГОСТ 1412 – 85
7 л	300	180	250	200	70	200	50	25	ВЧ 50 ГОСТ 7293 – 85
8 л	300	180	240	180	80	250	40	20	КЧ 30-6 ГОСТ 1215 – 79
9 л	280	170	230	180	70	170	50	25	Сталь 45Л ГОСТ 977 – 88
10 л	250	160	205	160	70	160	50	25	Сталь 40ХЛ ГОСТ 977 – 88
11 л	220	140	180	140	65	150	45	20	ЛЦ40Мц1,5 ГОСТ 17711 – 80
12 л	190	125	160	125	60	140	40	20	Бр05Ц5С5 ГОСТ 613 – 79
13 л	170	110	140	110	55	125	36	18	ЛЦ40Мц3Ж ГОСТ 17711 – 80
14 л	140	100	120	100	50	110	32	15	БрА9Ж3Л ГОСТ 493 – 79
15 л	130	80	105	80	40	100	30	15	ЛЦ40С ГОСТ 17711 – 80

Примечания
 1 Данные о плотности, линейной усадке, твёрдости приведены в приложении И (см. таблицу И.1).
 2 Считать, что отливки термически обрабатываются.
 3 Принять тип производства – среднесерийный.

Допуски формы и расположения поверхностей отливки (наибольшие допускаемые значения отклонений от прямолинейности, плоскостности, параллельности, перпендикулярности, заданного профиля) в диаметральном выражении должны соответствовать указанным в таблице В.2.

Допуски круглости, соосности, симметричности, пересечения осей, позиционные допуски в диаметральном выражении не должны быть более допусков на размеры, установленных в таблице В.1.

Допуск смещения отливки по плоскости разъема в диаметральном выражении устанавливают по таблице В.1 на уровне класса размерной точности отливки по номинальному размеру наиболее тонкой из стенок отливки, выходящих на разъем или пересекающих его.

Допуск смещения, вызванный перекосом стержня, устанавливают в диаметральном выражении по таблице В.1 на один или два класса точнее класса размерной точности отливки по номинальному размеру наиболее тонкой из стенок отливки, формируемых с участием стержня.

Общий допуск элемента отливки $T_{отл}^{\Sigma}$ (комплексный допуск, включающий допуск размера от поверхности до базы и независимо назначенные допуски формы и расположения нормируемого участка поверхности) должен соответствовать указанному в таблице В.3.

Соответствие поверхности отливки заданной степени точности определяют по высоте неровностей поверхности. Неровность поверхности отливки – совокупность чередующихся выступов и впадин на поверхности отливки. Неровность поверхности отливки подразделяется /3/ на шероховатость (микронеровности) и волнистость (мезонеровности). Последняя занимает промежуточное положение между шероховатостью и отклонением формы поверхности (макронеровностями).

Установленный ГОСТ 2789-73 и ГОСТ 25142-82 параметр шероховатости поверхности R_a (среднее арифметическое отклонение профиля, мкм) должен соответствовать указанному в таблице В.4.

Допуск неровностей поверхности отливки T_w – наибольшая высота мезонеровностей поверхности отливки, мм. Числовое значение допуска неровностей поверхности отливки должно соответствовать указанному в таблице В.4. Поле допуска T_w должно располагаться симметрично.

Для обрабатываемых поверхностей отливки государственным стандартом /3/ установлено симметричное расположение полей допусков размеров, формы и расположения.

2.1.5 Назначение припусков на обработку отливки

2.1.5.1 Припуски на обработку (на сторону) назначают дифференцированно на каждую обрабатываемую поверхность отливки. Числовое значение припуска зависит от уровня точности обработки резанием, общего допуска элемента отливки, вида окончательной механической обработки и номера ряда

припуска /3/.

Уровень точности обработки $У_T$, зависящий от степени точности станков для механообработки, устанавливаются в соответствии с таблицей Г.1.

2.1.5.2 Общий допуск элемента отливки $T_{Di,oml}^\Sigma$, $T_{di,oml}^\Sigma$, $T_{H,oml}^\Sigma$, $T_{hi,oml}^\Sigma$, как отмечалось в 2.1.4, устанавливаются согласно таблице В.3.

2.1.5.3 Вид окончательной механической обработки отливки (черновая, получистовая, чистовая или тонкая) зависит от числового значения относительного допуска размера (\bar{T}_{Di} , \bar{T}_{di} , \bar{T}_H , \bar{T}_{hi}) и числового значения относительного допуска формы и расположения ($\bar{T}_{\Phi.Di}$, $\bar{T}_{\Phi.di}$, $\bar{T}_{\Phi.H}$, $\bar{T}_{\Phi.hi}$) элемента.

Числовые значения относительных допусков размера, формы и расположения элемента определяют по формулам

$$\bar{T}_{Di} = T_{Di}^D / T_{Di}^{oml}; \quad \bar{T}_{di} = T_{di}^D / T_{di}^{oml}; \quad \bar{T}_H = T_H^D / T_H^{oml}; \quad \bar{T}_{hi} = T_{hi}^D / T_{hi}^{oml}; \quad (1)$$

$$\bar{T}_{\Phi.Di} = T_{\Phi.Di}^D / T_{\Phi.Di}^{oml}; \quad \bar{T}_{\Phi.di} = T_{\Phi.di}^D / T_{\Phi.di}^{oml}; \quad \bar{T}_{\Phi.H} = T_{\Phi.H}^D / T_{\Phi.H}^{oml}; \quad \bar{T}_{\Phi.hi} = T_{\Phi.hi}^D / T_{\Phi.hi}^{oml}; \quad (2)$$

где $T_{Di}^D, T_{di}^D, T_H^D, T_{hi}^D$ и $T_{Di}^{oml}, T_{di}^{oml}, T_H^{oml}, T_{hi}^{oml}$ - допуски диаметральных и высотных размеров соответственно детали и отливки;

$T_{\Phi.Di}^D, T_{\Phi.di}^D, T_{\Phi.H}^D, T_{\Phi.hi}^D$ и $T_{\Phi.Di}^{oml}, T_{\Phi.di}^{oml}, T_{\Phi.H}^{oml}, T_{\Phi.hi}^{oml}$ - допуски формы и расположения соответственно обработанной поверхности детали и обрабатываемой поверхности отливки.

Числовые значения допусков размеров детали $T_{Di}^D, T_{di}^D, T_H^D, T_{hi}^D$ устанавливаются согласно ГОСТ 25346-89 (таблица В.5) для заданных чертежом детали (см. рисунок 1 и таблицу 3) номинальных размеров в зависимости от качества (степени точности).

Числовые значения допусков размеров отливки $T_{Di}^{oml}, T_{di}^{oml}, T_H^{oml}, T_{hi}^{oml}$ были установлены ранее в 2.1.4 по таблице В.1.

Допуски формы и расположения обработанной поверхности детали регламентируются ГОСТ 24643-81, на который должна быть ссылка в технических требованиях чертежа детали. При неуказанных допусках формы и расположения обработанной поверхности детали их суммарное значение принимают равным 50 % допуска размера от базы до обработанной поверхности детали /3/.

В рамках данной работы неуказанные допуски можно вычислять по формулам

$$T_{\Phi.Di}^D = 0,5T_{Di}^D; \quad T_{\Phi.di}^D = 0,5T_{di}^D; \quad T_{\Phi.H}^D = 0,5T_H^D; \quad T_{\Phi.hi}^D = 0,5T_{hi}^D; \quad (3)$$

Числовые значения допусков формы и расположения обрабатываемой поверхности отливки $T_{\Phi.Di}^{oml}, T_{\Phi.di}^{oml}, T_{\Phi.H}^{oml}, T_{\Phi.hi}^{oml}$ были установлены ранее в 2.1.4 по таблице В.2.

Вид окончательной механической обработки отливки устанавливаются по таблице Г.2 в зависимости от допуска размера отливки, относительного допуска размера и относительного допуска формы и расположения элемента, при этом числовые значения относительных допусков размера, формы и расположения элемента предварительно вычисляют по формулам (1) и (2) соответ-

венно. Если установленные по таблице Г.2 виды механической обработки окажутся в разных строчках, то за окончательный вид принимают более точную обработку, указанную в той строчке, которая находится выше.

2.1.5.4 Государственным стандартом /3/ предусмотрены 18 рядов припусков на обработку отливки. Номер ряда N_Z припуска отливки устанавливают по таблице Д.1 в зависимости от степени точности поверхности отливки C_T , вида термообработки отливки и расположения её поверхности при заливке.

2.1.5.5 Как известно, припуск на обработку – толщина слоя металла, удаляемая с поверхности отливки при её обработке в целях обеспечения заданных размеров, формы, расположения, волнистости и шероховатости поверхности детали. Общий припуск – суммарный припуск на все переходы обработки, соответствующий серединам полей допусков детали и отливки /3/.

Общие припуски (на сторону) Z_i^Σ назначают в соответствии с таблицей Е.2 по полным значениям общих допусков T_i^Σ во всех случаях, кроме оговоренных ниже:

на поверхности вращения и противоположные поверхности, используемые в качестве взаимных баз при их обработке, общие припуски назначают по половинным значениям общих допусков отливки на соответствующие диаметры или на расстояния между противоположными поверхностями отливки /3/.

В данной работе общие припуски Z_{hi}^Σ - назначают согласно таблице Е.2 по полным значениям общих допусков $T_{hi.oml}^\Sigma$, а на поверхности вращения и торцовые поверхности общие припуски Z_{Di}^Σ , Z_{di}^Σ , Z_H^Σ назначают по половинным значениям общих допусков, то есть $0,5T_{Di}^\Sigma$, $0,5T_{di}^\Sigma$, $0,5T_H^\Sigma$.

2.1.6 Расчет номинальных размеров ОТЛИВКИ

Номинальные размеры элементов отливки, подвергаемых последующей механической обработке резанием, рассчитывают по формулам

$$\begin{aligned} D_{i,oml} &= D_i - 0,5T_{Di}^D + 2Z_{Di}^\Sigma; & d_{i,oml} &= d_i + 0,5T_{di}^D - 2Z_{di}^\Sigma; & H_{oml} &= H + 2Z_H^\Sigma; \\ h_{1,oml} &= h_1 + Z_{h_1}^\Sigma + Z_H^\Sigma; & h_{2,oml} &= h_2 - Z_{h_2}^\Sigma + Z_H^\Sigma; \end{aligned} \quad (4)$$

где D_i , d_i , H , h_i – номинальные размеры детали по ее чертежу,

T_{Di}^D , T_{di}^D – допуски соответствующих размеров детали, установленные ранее в 2.1.5.3 согласно таблице В.5 в зависимости от заданного чертежом качества;

Z_{Di}^Σ , Z_{di}^Σ , Z_H^Σ , Z_{hi}^Σ - общие односторонние припуски на обработку отливки, установленные в 2.1.5.5 согласно таблице Е.2.

Полученный расчетом номинальный размер округляют увеличением (уменьшением) до того же знака десятичной дроби, с каким в 2.1.4 был уста-

новлен допуск линейного размера, т.е. для отливок 9т класса точности и грубее – до 0,1 мм, а для отливок точнее 9т класса – до 0,01 мм.

2.1.7 Проверка совпадения интервалов соответствующих номинальных размеров отливки и детали

При определении в 2.1.4 допусков размеров отливки были использованы номинальные размеры детали, а не отливки, т.к. номинальные размеры отливки еще не были известны.

После проведения расчетов по формулам (4) следует проверить, совпадает ли рассматриваемый номинальный размер отливки с тем интервалом номинальных размеров детали в таблице В.1, по которому в 2.1.4 был определен допуск рассматриваемого размера отливки.

В каждом случае несовпадения следует, взяв за основу рассматриваемый номинальный размер отливки, повторить этапы, описанные в 2.1.4, 2.1.5 и 2.1.6, т.е. вновь установить допуски, назначить припуски и произвести перерасчет номинальных размеров отливки.

Необходимость в повторении этапов уточнения и перерасчета отпадает, если рассматриваемый размер отливки и соответствующий размер детали окажутся в таблице В.1 в одной общей строке интервалов номинальных размеров.

2.1.8 Установление предельных отклонений размеров отливки и назначение формовочных уклонов, галтелей и других технологических напусков

2.1.8.1 Для обрабатываемых поверхностей отливки государственным стандартом [3] установлено симметричное расположение полей допусков размеров, формы и расположения. В связи с этим верхнее и нижнее предельные отклонения размеров отливки рассчитывают по формулам

$$\Delta_{Di} = \pm 0,5T_{Di}^{oml}; \Delta_{di} = \pm 0,5T_{di}^{oml}; \Delta_H = \pm 0,5T_H^{oml}; \Delta_{hi} = \pm 0,5T_{hi}^{oml}; \quad (5)$$

где T_{Di}^{oml} , T_{di}^{oml} , T_H^{oml} , T_{hi}^{oml} – допуски размеров отливки, установленные в 2.1.4 по таблице В.1; положительные отклонения соответствуют верхним, а отрицательные – нижним отклонениям размеров.

Числовые значения предельных отклонений Δ_{Di} , Δ_{di} , Δ_H , Δ_{hi} , рассчитанные по формулам (5), округляют уменьшением их до того же знака десятичной дроби, с каким дан допуск размера отливки, т.е. для отливок класса точности 9т и грубее – до 0,1 мм, а для отливок точнее класса 9т – до 0,01 мм.

Предельные отклонения указывают на графическом изображении отливки непосредственно после номинальных размеров.

2.1.8.2 Формовочные уклоны выполняют на формообразующих поверхностях модельного комплекта, перпендикулярных плоскости разреза, чтобы обеспечить легкое извлечение модели из песчаной формы или стержня – из стержневого ящика. Если на этих поверхностях чертежом детали предусматриваются конструктивные уклоны, то формовочные уклоны не выполняют.

В соответствии с рисунком 2 формовочные уклоны на обрабатываемых поверхностях отливки выполняют сверх общего припуска на механическую обработку за счёт увеличения наружных диаметральных размеров отливки. Допускается выполнение уклонов за счет уменьшения общего припуска, но не более 30 % его значения.

Значения угловых β_{D1}, β_{D2} и линейных $Z_{D1}^{\Phi Y}, Z_{D2}^{\Phi Y}$ размеров формовочных уклонов должны соответствовать указанным в таблице Ж.1, представляющей собой фрагмент таблицы, полностью приведенной в ГОСТ 3212-92 /5/.

2.1.8.3 Галтель – скругление внутреннего угла сопрягаемых поверхностей отливки или литейной модели. Галтели улучшают качество отливки, способствуют ее равномерному охлаждению, предотвращают появление трещин и усадочных раковин в отливке, прилипание формовочной смеси в углах извлекаемой модели и облегчают извлечение литейной модели из песчаной формы.

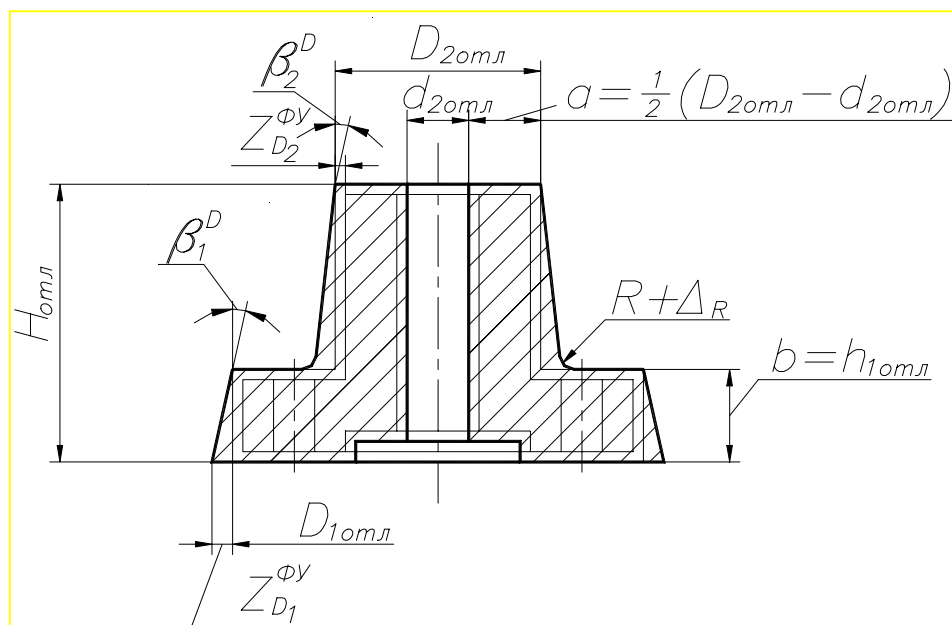
Радиус галтели R принимают от 1/5 до 1/3 средней арифметической толщины стенок, сопрягаемых друг с другом под углом /1/. Расчетная формула имеет вид

$$R = (1/5 \text{ К } 1/3)(a + b) / 2, \quad (6)$$

где a, b – толщина сопрягаемых стенок отливки (см. рисунок 2).

Полученные расчетом значения R округляют до ближайших стандартных размеров из ряда 1,2,3,5, 8,10,15,20,25,30 и 40 мм /6/.

Допуск размера радиуса T_R устанавливают по таблице В.1 в зависимости от класса точности отливки, а предельные отклонения Δ_R – из соотношения $\Delta_R = \pm 0,5T_R$.



Примечание – Тонкими линиями показан контур детали

Рисунок 2 – Конструктивные элементы отливки

2.1.8.4 Технологический напуск – местное или неравномерное увеличение тела отливки по сравнению с чертежом литой детали с нормативными припусками на обработку, вызванное особенностями литейной технологии. Наряду с формовочными уклонами и галтелями, рассмотренными в 2.1.8.2 и 2.1.8.3, к технологическим напускам относятся пополнения, обеспечивающие направленную кристаллизацию отливки; пополнения, сглаживающие местные углубления и выступы; пополнения и стяжки, компенсирующие искажение конфигурации отливки под влиянием напряжений, возникающих при охлаждении; усадочные ребра; непроливаемые отверстия /3/.

Отверстия, предусмотренные в чертеже литой детали, не во всех случаях возможно и целесообразно выполнять литьем. При массовом производстве в отливках обычно получают (проливают) отверстия диаметром свыше 20 мм, при серийном - диаметром свыше 30 мм и при единичном - диаметром свыше 50 мм /6/. В противном случае отверстия являются непроливаемыми и их получают сверлением.

Таким образом, четыре отверстия диаметром 12 мм на фланце детали являются непроливаемыми, вместе с тем центральное отверстие диаметром d_2 и поднутрение диаметром d_1 можно получить литьем (см. рисунок 1).

2.1.9 Расчет массы детали и отливки, установление коэффициента использования металла

2.1.9.1 Номинальную массу детали M_D , кг, определяют по формуле

$$M_D = V_D \rho \cdot 10^{-9}, \quad (7)$$

где V_D – объем детали с номинальными размерами согласно ее чертежу, мм^3 (см. таблицу 3);

ρ – плотность материала детали, $\text{кг}/\text{м}^3$ (см. таблицы 3 и И.1);

10^{-9} – числовой множитель, учитывающий соотношение между мм^3 и м^3 .

Объем детали V_D вычисляют как алгебраическую сумму объемов элементарных геометрических фигур $\sum_{i=1}^5 V_{i_D}$, на которые можно разбить заданную

чертежом деталь $V_D = \sum_{i=1}^5 V_{i_D} = V_1 + V_2 - (V_3 + V_4 + 4V_5)$ (8)

В данной работе в соответствии с рисунком 3,а деталь разбита на элементарные цилиндры, объемы которых равны

$$V_{i_D} = \frac{1}{4} \pi D_i^2 h_i, \quad (9)$$

где D_i , h_i - соответственно диаметр и высота элементарного цилиндра.

В таблице 4 приведены расчетные формулы на основе общего соотноше-

ния (9).

2.1.9.2 Номинальную массу отливки $M_{отл}$, кг, определяют по формуле

$$M_{отл} = V_{отл} \rho \cdot 10^{-9}, \quad (10)$$

где $V_{отл}$ – объем отливки с номинальными размерами, установленными расчетом в 2.1.6, включая формовочные уклоны и непроливаемые отверстия, мм³;

ρ – плотность материала детали, кг/м³ (см. таблицы 3 и И.1);

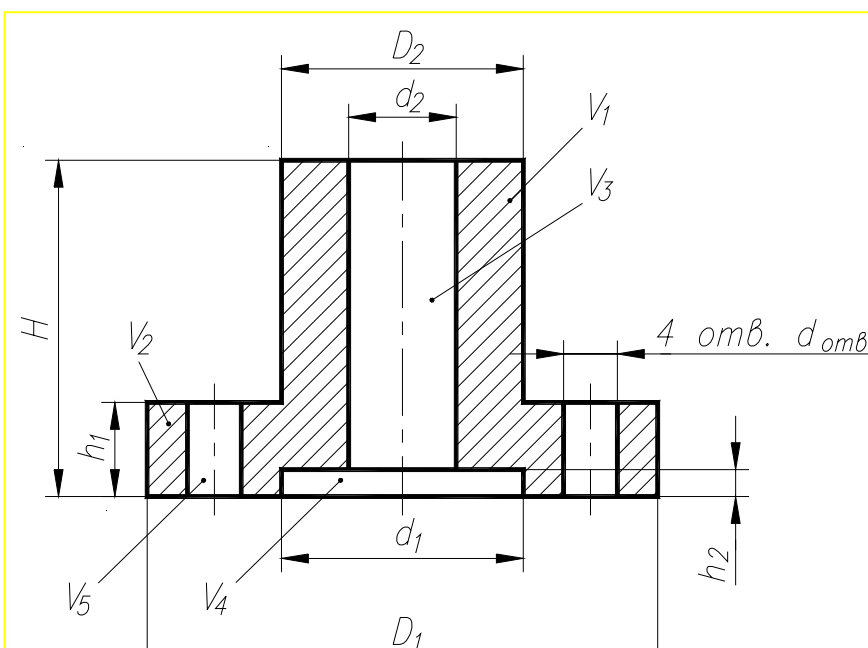
В соответствии с рисунком 3,б объем отливки $V_{отл}$ равен

$$V_{отл} = V_{1отл} + V_{2отл} - (V_{3отл} + V_{4отл}), \quad (11)$$

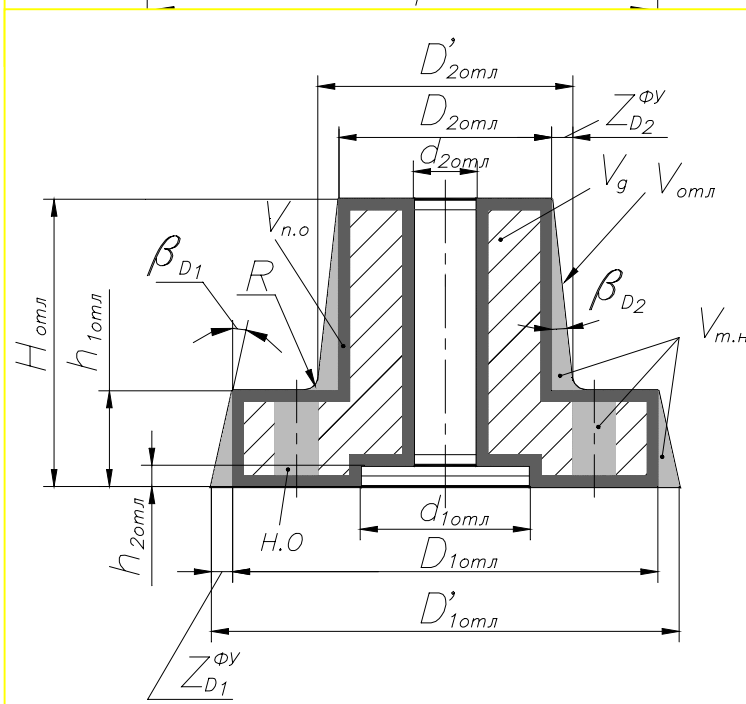
где $V_{1отл}$, $V_{2отл}$ – объемы элементарных фигур (усеченных конусов) сплошного сечения, соответствующие V_1 , V_2 на рисунке 3,а;

$V_{3отл}$, $V_{4отл}$ – объемы элементарных фигур (цилиндров), подобных V_3 , V_4 на рисунке 3,а.

а)



б)



Принятые сокращения: *отл* – отливка; *д* – деталь; *п.о* – припуск на обработку; *т.н* – технологические напуски; *б.н* – без напусков; *н.о* – непроливаемые отверстия

Рисунок 3 – Схема разбивки на элементарные фигуры

Расчетные формулы для определения слагаемых объема отливки $V_{отл}$ приведены в таблице 4.

Числовое значение номинальной массы отливки $M_{отл}$, полученное расчётом по формуле (10), округляют с точностью до

- 0,01 кг – для отливки массой до 10 кг;
- 0,1 кг – “ “ “ св. 10 до 100 кг;
- 1 кг – “ “ “ св. 100кг.

Класс точности массы отливки K_M устанавливают по таблице К.1 зависимости от способа литья, номинальной массы отливки, вида литейного сплава, группы сложности отливки и типа производства.

Допуск массы отливки T_M , кг, устанавливают из соотношения

$$T_M = 0,01T_M^{ГОСТ} M_{отл}, \quad (12)$$

где $T_M^{ГОСТ}$ – допуск массы отливки, регламентированный ГОСТ 26645-85 в зависимости от $M_{отл}$ и K_M и выраженный в процентах; числовые значения допуска $T_M^{ГОСТ}$ приведены в таблице Л.1.

Таблица 4 - Расчётные формулы для определения слагаемых объемов детали $V_д$ и отливки $V_{отл}$ согласно рисунку 3

Слагаемые объема детали $V_д$	Слагаемые объема отливки $V_{отл}$
$V_1 = \frac{1}{4} \pi D_2^2 (H - h_1)$	$V_{1отл} = \frac{1}{12} \pi (H_{отл} - h_{1отл}) (D_{2отл}^2 + D_{2отл} D'_{2отл} + D'_{2отл}^2)$
$V_2 = \frac{1}{4} \pi D_1^2 h_1$	$V_{2отл} = \frac{1}{12} \pi h_{1отл} (D_{1отл}^2 + D_{1отл} D'_{1отл} + D'_{1отл}^2)$
$V_3 = \frac{1}{4} \pi d_2^2 (H - h_2)$	$V_{3отл} = \frac{1}{4} \pi d_{2отл}^2 (H_{отл} - h_{2отл})$
$V_4 = \frac{1}{4} \pi d_1^2 h_2$	$V_{4отл} = \frac{1}{4} \pi d_{1отл}^2 h_{2отл}$
$4V_5 = \pi d_{отв}^2 h_1$	$D'_{2отл} = D_{2отл} + 2Z_{D_2}^{\Phi Y}; D'_{1отл} = D_{1отл} + 2Z_{D_1}^{\Phi Y}$

Установлено симметричное расположение поля допуска массы относительно номинальной массы отливки /3/. Поэтому предельные отклонения массы Δ_M , кг, определяют из соотношения

$$\Delta_M = \pm 0,5T_M \quad (13)$$

и округляют до того же знака десятичной дроби, с каким была округлена номинальная масса $M_{отл}$.

2.1.9.3 Общую массу отходов металла при обработке отливки составляют масса припусков на обработку и масса технологических напусков.

Номинальную массу припусков на обработку $M_{п.о}$ кг, определяют по формуле

$$M_{п.о} = V_{п.о} \rho \cdot 10^{-9}, \quad (14)$$

где $V_{п.о}$ – объём припусков на обработку, мм^3 ;

ρ – плотность материала отливки, $\text{кг}/\text{м}^3$ (см. таблицы 3 и И.1).

Объём припусков на обработку $V_{п.о}$ устанавливают из соотношения

$$V_{п.о} = V_{отл}^{\text{б.н}} - V_{д}; \quad (15)$$

где $V_{отл}^{\text{б.н}}$ – объём отливки без напусков, т.е. за вычетом объёмов, приходящихся на формовочные уклоны и непроливаемые отверстия;

$V_{д}$ – объём детали, рассчитанный по формуле (8).

В соответствии с рисунком 3,б объём отливки без напусков

$$V_{отл}^{\text{б.н}} = V_{1отл}^{\text{б.н}} + V_{2отл}^{\text{б.н}} - (V_{3отл} + V_{4отл} + 4V_5),$$

где объёмы элементарных цилиндров без учёта напусков рассчитывают по формулам

$$V_{1отл}^{\text{б.н}} = \frac{1}{4} \pi D_{2отл}^2 (H_{отл} - h_{1отл});$$

$$V_{2отл}^{\text{б.н}} = \frac{1}{4} \pi D_{1отл}^2 h_{1отл};$$

а объёмы $V_{3отл}$, $V_{4отл}$ и $4V_5$ определены ранее по формулам, приведённым в таблице 4.

Номинальную массу технологических напусков $M_{т.н}$, кг, определяют по формуле

$$M_{т.н} = V_{т.н} \rho \cdot 10^{-9}, \quad (17)$$

где $V_{т.н}$ – объём технологических напусков, мм^3 , определяемый по формуле

$$V_{т.н} = V_{отл} - V_{отл}^{\text{б.н}}. \quad (18)$$

В технических требованиях графического документа на отливку должны быть указаны числовые значения номинальных масс детали, припусков на обработку, технологических напусков и массы отливки в следующем порядке /3/:

Масса $M_{д} - M_{п.о} - M_{т.н} - M_{отл}$ ГОСТ 26645-85.

2.1.9.4 Коэффициент использования металла $K_{и.м}$ определяют по формуле

$$K_{и.м} = \frac{M_{д}}{K_{л.с} M_{отл}}, \quad (19)$$

где $K_{л.с}$ – коэффициент, учитывающий потери металла в литниковой системе, включая выпоры, прибыли; рекомендуется /7/, /8/ принимать

$K_{л.с} = 1,2$ – для отливок без прибылей (из алюминиевых сплавов, серого

чугуна);
 $K_{Л.С} = 1,5$ – для отливок с прибылями (из других литейных сплавов).

2.1.10 Формулирование технических требований на изготовление и приёмку отливки

Текстовая часть графического документа на отливку состоит из технических требований на её изготовление и приёмку и размещается на свободном поле карты эскизов (КЭ) справа от графического изображения или под ним, при этом заголовок "Технические требования" не пишут; пункты технических требований должны иметь сквозную нумерацию арабскими цифрами без точки и записаны с абзацного отступа.

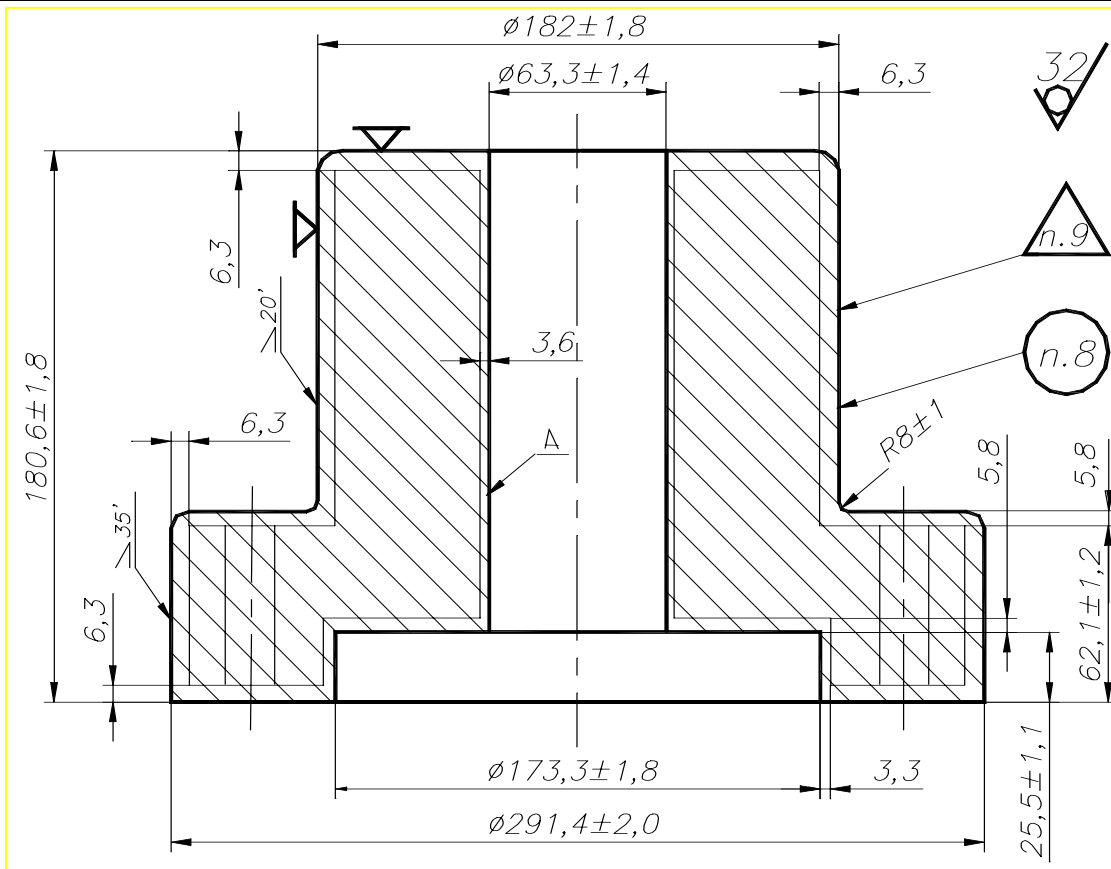
Технические требования излагают, группируя вместе однородные и близкие по своему характеру требования, в следующей последовательности /9/:

- точность отливки согласно ГОСТ 26645-85;
- массы соответственно детали, припусков на обработку, технологических напусков и отливки, кг;
- марка материала, термообработка, твёрдость, указание материала-заменителя;
- размеры, не указанные на графическом изображении отливки, допуски размеров, формы и расположения поверхностей, предельные отклонения массы отливки;
- требования к качеству поверхностей, указания об их отделке, очистке, покрытии;
- указания о маркировании и клеймении;
- ссылки на другие нормативные документы, содержащие технические требования, распространяющиеся на данную заготовку.

Пример формулировки технических требований приведён на рисунке 4.

		-----	МТМ.01110.00001	1	1
ОГУ гр.94ТМ-1	Вариант №	-----	МТМ.20110.00001		

Полумуфта



- 1 Точность отливки 13Т-7-13-13 ГОСТ 26645-85
- 2 Масса 8,32 – 1,15 – 0,35 – 9,82 ГОСТ 26645-85
- 3 Материал МЛ5 ГОСТ 2856-79
- 4 Неуказанные литейные радиусы R 2..3
- 5 Поверхность отливки очистить от пригара
- 6 Раковины на поверхности А не допускаются
- 7 Заусенцы и острые кромки не допускаются
- 8 Маркировать номер плавки
- 9 Клеймить: клеймо технического контроля об окончательной приемке

					Разработ.			
					Проверил			
					Н. контр.			
Изм	Лист	Код изв.	Подпись	Дата	Утвердил			
КЭ		Графический документ на отливку (литье в песчаную форму)						

Рисунок 4 – Графический документ на отливку

2.1.11 Разработка и оформление графического документа на отливку

В соответствии с правилами, изложенными в ГОСТ 3.1125 – 88 /10/, графическое изображение отливки должно быть выполнено сплошной основной линией на карте эскизов (КЭ) в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.

Допускается графический документ на отливку изображать на учтённой копии чертежа детали, при этом элементы отливки выполняют красным цветом.



В целях наглядности отливку вычерчивают с соблюдением масштаба. При этом учитывают все припуски с указанием их величины. Контур механически обрабатываемых поверхностей, а также контуры отверстий, впадин и выточек, не выполняемых при литье, изображают сплошной тонкой линией. Допускается при несложных отливках перечисленные элементы не изображать.


Остатки питателей, выпоров, прибылей, стяжек изображают, если их не удаляют полностью в литейном цехе. При отрезке резцом, дисковой фрезой, пилой и т.д. линию отрезки выполняют сплошной тонкой линией, а при огневой резке или обламывании – сплошной волнистой линией.

Усадочные рёбра, стяжки, технологические приливы, не удаляемые в литейном цехе, выполняют на изображении отливки полностью сплошной основной линией.

Размеры всех элементов отливки должны быть указаны с предельными отклонениями; кроме того, графически и численно должны быть указаны допуски формы и расположения поверхностей отливки. В соответствии с ГОСТ 2.308 - 79 допуски формы и расположения поверхностей указывают в виде стандартных условных обозначений или текстом в технических требованиях. Применение условных обозначений предпочтительно.

При указании справочных размеров достаточно на эскизе отметить их знаком * без приведения текстовой записи "Размеры для справок".

Обозначение шероховатости, одинаковой для всех поверхностей отливки, на её изображении не наносят, а помещают в правом углу графического документа, при этом размеры и толщина линий знака  должны быть приблизительно в 1,5 раза больше, чем знаков, которые обычно наносят на изображении. Значение параметра шероховатости R_a , установленное из таблицы В.4, в обозначении шероховатости указывают без символа, например: .

На графическом изображении отливки следует указывать измерительные базы (базы разметки) и черновые технологические базы (базы первоначальной обработки поверхностей). Измерительные базы обозначают зачернённым равнобедренным треугольником высотой, равной размеру шрифта размерных чисел. Черновые базы обозначают знаком .

На графическом изображении отливки приводят информацию о расположении мест маркирования и клеймения согласно требованиям ГОСТ 2.314-68.

Пример разработки и оформления графического документа на отливку приведён на рисунке 4.

3 Порядок выполнения работы

В соответствии с заданным вариантом (см. рисунок 1 и таблицу 3) по чертежу готовой детали спроектируйте отливку, получаемую в песчаной литейной форме, разработайте и выполните графический документ на спроектированную отливку (см. рисунок 4) и заполните карту проектирования по форме, предусмотренной таблицей 5.

При выполнении работы руководствуйтесь алгоритмом проектирования в соответствии с рисунком 5.

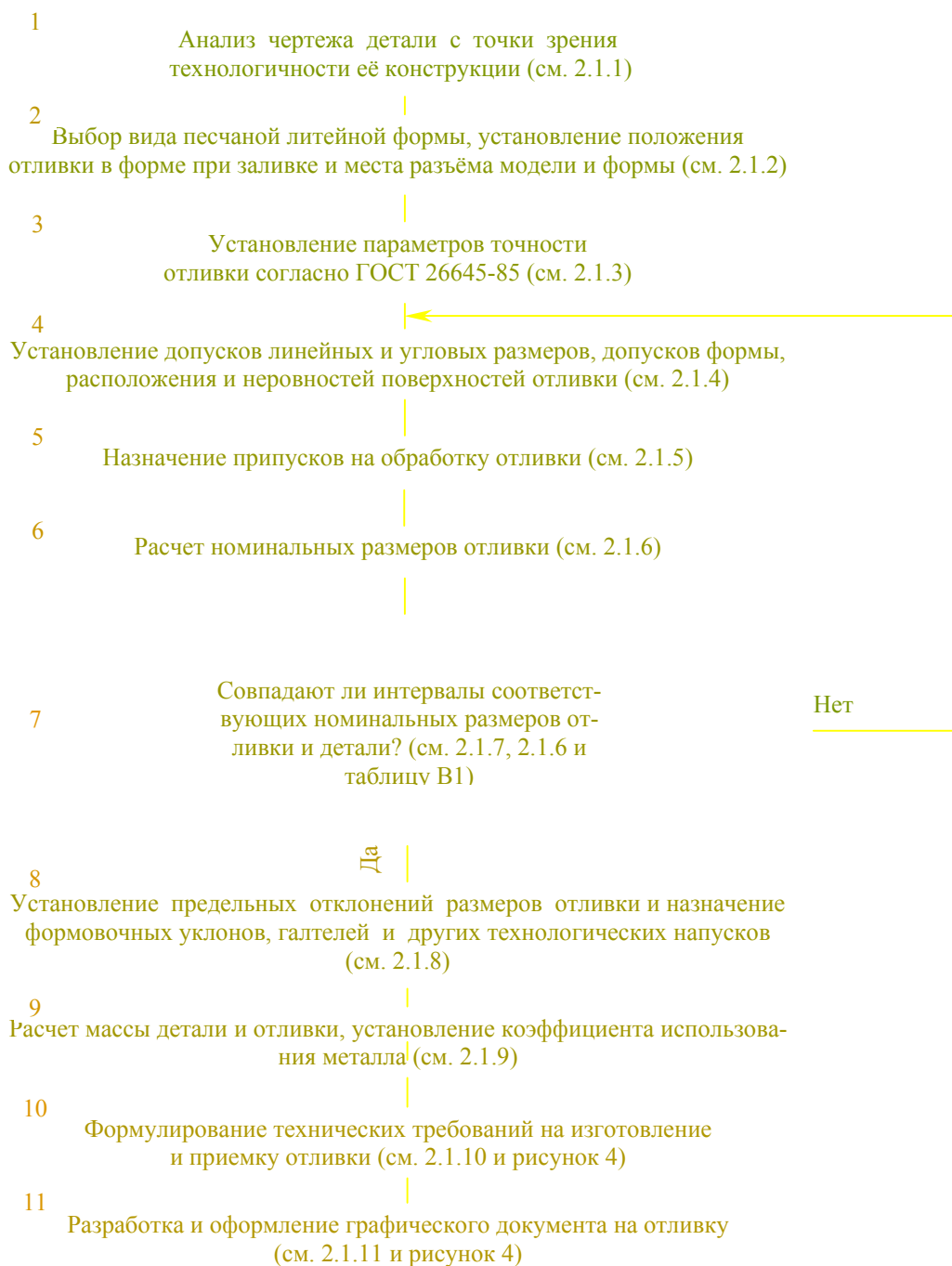


Рисунок 5 – Алгоритм проектирования отливки

Таблица 5 – Карта проектирования отливки

ОГУ гр.94ТМ-1		Вариант №				Полумуфта									
Вариант	Точность отливки					Смещение, мм		Поверхн.отл.							
	K _{Р.Т}	C _К	C _Т	K _М	по ПР	стерж.	шерох.	неровн							
					T _{СМ}	T _С	R _a , мкм	T _W , мм							
7	13Т	7	13	13	0	50	32	0,24							
По чертежу детали			Допуски размеров и формы							У _Т : средн N _Z =5		Размеры отл.			
размер	Ква- ли- тет IT	R _a , мкм	T _i ^Д	T _i ^{отл}	T _ф ^Д	T _ф ^{отл}	T _{отл} ^Σ	T _{отл} ^Д	T _{отл} ^Д	Вид окон- чат. мех. обр.	Z _i ^Σ , мм	Букве- нное обозн- аение	Числ- ное зна- чение	± Δ	
Букв- ное обозн- аение			мм				T _{отл} ^Д	T _{отл} ^Д	мм						
D ₁	280	h14	2,5	13	4	0,65	1,6	5,6	0,32	0,4	черн	6,3	D _{1отл}	290,8	±2
D ₂	170	h14	2,5	115	3,6	0,57	1,2	4,4	0,57	0,48	черн	6,3	D _{2отл}	182,0	±1,8
d ₁	180	h9	6,3	1	3,6	0,5	1,2	4,4	0,27	0,41	чист	3,6	d _{1отл}	173,3	±1,8
d ₂	70	h9	3,2	0,74	2,8	0,37	1,64	4	0,26	0,22	чист	3,3	d _{2отл}	63,3	±1,4
H	170	14	12,5	1	3,6	0,5	1,2	4,4	0,8	0,5	черн	6,3	H _{отл}	180,6	±1,8
h ₁	56	14	12,5	1	2,4	0,5	1	3,6	0,5	0,5	черн	5,8	h _{1отл}	62,1	±1,2
h ₂	25	14	12,5	1	2,2	0,5	1	3,6	0,5	0,5	черн	5,8	h _{2отл}	25,5	±1,1
Технологические напуски, масса детали и отливки, коэф. исп. мет.															
Формовочные уклоны				Толщ. стенки		Галтель		Масса			Коэф. использ. металла, К.и.м.				
Эле- мент	h _i , мм	β _i ,°	Z _i ^{ФУ} , мм	a	b	R	±ΔR	M _Д	M _{отл}	±ΔM					
D ₁	30	0°35'	0,28	23,15	37	8	±1	8,3	9,8	±1,56	0,56				
D ₂	70	0°20'	0,34												
				Разработ.											
				Проверил											
				Н. контр.											
Изм	Лис	Код	Подпись	Утвердил											
КПП		Карта проектирования отливки (литье в песчаную форму)													

4 Содержание отчёта

- а) тема и цель работы;
- б) чертёж заданной детали (см. рисунок 1);
- в) графический документ на спроектированную отливку (см. рисунок 4);
- г) карта проектирования (см. таблицу 5);
- д) список использованных источников.

5 Контрольные вопросы

5.1 Перечислите основные требования, которым должна удовлетворять технологичная конструкция литой детали.

5.2 Какие типы литейных сплавов применяют для изготовления отливок?

5.3 Как при заливке форм следует располагать наиболее ответственные обрабатываемые поверхности отливки – вертикально, наклонно, вверху или (и) внизу? Объясните и обоснуйте свой ответ.

5.4 Почему предпочтительнее всю отливку располагать в одной полуформе?

5.5 Перечислите параметры, которые в соответствии с ГОСТ 26645-85 характеризуют точность отливки в целом. В каком порядке их приводят в технических требованиях графического документа на отливку?

5.6 Что понимают под терминами общий припуск, минимальный литейный припуск, технологический напуск?

5.7 Поясните, как определяют номинальный размер отливки для наружных и внутренних поверхностей, подвергаемых последующей обработке резанием, а также не подвергаемых такой обработке.

5.8 Сколько классов размерной точности и точности массы отливки устанавливает стандарт? Назовите точные и грубые классы.

5.9 Сколько степеней коробления и степеней точности поверхностей отливки устанавливает стандарт? Назовите наиболее точные и наиболее грубые степени.

5.10 Как установить номинальную массу отливки?

5.11 Как вычисляют радиус скругления (галтели) внутреннего угла отливки?

5.12 Каково назначение формовочных уклонов? От чего зависит и в каких единицах измеряется величина формовочного уклона?

5.13 Как определяют коэффициент использования металла при литье?

Список использованных источников

- 1 Афонькин М.Г., Магницкая М.В. Производство заготовок в машиностроении. - Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1987. - 256 с.
- 2 Могилев В.К., Лев О.И. Справочник литейщика. - М.: Машиностроение, 1988. - 272 с.
- 3 ГОСТ 26645-85 Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. - М.: Изд-во стандартов, 1989. - 54 с.
- 4 ГОСТ 25346-89 Основные нормы взаимозаменяемости. Единая система допусков и посадок. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений. - М.: Изд-во стандартов, 1989. - 32 с.
- 5 ГОСТ 3212-92 Комплекты модельные. Уклоны формовочные, стержневые знаки, допуски размеров. - М.: Изд-во стандартов, 1992. - 23 с.
- 6 Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.1 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1985. - 656 с.
- 7 Абрамов Г.Г. , Панченко Б.С. Справочник молодого литейщика. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 1991. - 319 с.
- 8 Липницкий А.М., Морозов И.В., Яценко А.А. Технология цветного литья. - Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1986. - 224 с.
- 9 ГОСТ 2.316-68 ЕСКД. Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц. - М.: Изд-во стандартов, 1991. - 5 с.
- 10 ГОСТ 3.1125-88 ЕСТД. Правила графического выполнения элементов литейных форм и отливок. - М.: Изд-во стандартов, 1988. - 19 с.
- 11 ГОСТ 3.1128-93 ЕСТД. Общие правила выполнения графических технологических документов. - М.: Изд-во стандартов, 1994. - 28 с.

Приложение А

(справочное)

Литейные сплавы

Таблица А.1 – Кодификатор типов литейных сплавов

Условный код типа сплава	Т и п с п л а в а	
	Общее название и состояние	Пример
011	Цветные лёгкие нетермообработ.	Магниевого (МЛ)ГОСТ 2856-79, алюминий (АЛ)ГОСТ 2685-75
012	То же термообработ.	
021	Цветн. тугоплавкие нетермообработ.	Бронзы (Бр) ГОСТ 613-79, ГОСТ 493-79; латуни (Л) ГОСТ 17711-80
022	То же термообработ.	
031	Чёрные нетермообрабатываемые	Отдельные марки серых чугунов (СЧ) ГОСТ 1412-85 и высоколег. сталей ГОСТ 977-88
032	Чугуны термообрабатываемые (серые, высокопрочные, ковкие, антифрикционные)	СЧ ГОСТ 1412-85, ВЧ ГОСТ 7293-85, КЧ ГОСТ 1215-79, АЧС, АЧВ, АЧК ГОСТ 1585-85
033	Стали термообрабатываемые (нелегированные и легиров.)	Марки сталей - согласно ГОСТ 977-88
Примечания 1 К лёгким отнесены сплавы с плотностью $\rho \leq 3 \cdot 10^3$ кг/м ³ , к тяжёлым – сплавы с плотностью $\rho > 3 \cdot 10^3$ кг/м ³ . 2 К цветным тугоплавким отнесены сплавы с температурой плавления $T_{пл} > 973$ К ($t_{пл} > 700$ °С), к цветным легкоплавким - сплавы с температурой плавления $T_{пл} \leq 973$ К ($t_{пл} \leq 700$ °С).		

Приложение Б

(рекомендуемое)

Параметры точности отливок, получаемых в песчаных литейных формах

Таблица Б.1 - Классы размерной точности отливок /3/

Код литейной формы согласно таблице 1	Наибольший габаритный размер отливки, мм		Диапазон классов размерной точности $K_{p,T}$ отливки (см. таблицу 2) из сплава (см. таблицу А.1) с условным кодом			
	Свыше	До (включ.)	011	012,021,031	022,032	033
ПФ 4	–	100	5 – 10	6 – 11 _T	7 _T – 11	7 – 12
	100	250	6 – 11 _T	7 _T – 11	7 – 12	8 – 13 _T
	250	630	7 _T – 11	7 – 12	8 – 13 _T	9 _T – 13
ПФ 1, ПФ 5	–	100	6 – 11 _T	7 _T – 11	7 – 12	8 – 13 _T
	100	250	7 _T – 11	7 – 12	8 – 13 _T	9 _T – 13
	250	630	7 – 12	8 – 13 _T	9 _T – 13	9 – 13
ПФ 2, ПФ 3, ПФ 6	–	100	7 _T – 11	7 – 12	8 – 13 _T	9 _T – 13
	100	250	7 – 12	8 – 13 _T	9 _T – 13	9 – 13
	250	630	8 – 13 _T	9 _T – 13	9 – 13	10 – 14
ПФ 7	–	100	7 – 12	8 – 13 _T	9 _T – 13	9 – 13
	100	250	8 – 13 _T	9 _T – 13	9 – 13	10 – 14
	250	630	9 _T – 13	9 – 13	10 – 14	11 _T – 14

Примечания

1 Меньшие значения $K_{p,T}$ в диапазоне 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.

2 В использованном источнике /3/ приведены также значения $K_{p,T}$ для отливок с наибольшим габаритным размером до 10 000 мм.

Таблица Б. 2 - Степени коробления элементов отливок /3/

Отношение наименьшего размера (толщины или высоты) элемента отливки к наибольшему (длине элемента)		Степень коробления элемента отливки $C_{к.э}$	
		нетермо-обработанной	термообработанной (после правка)
Свыше	До (включ.)		
–	0,025	7 – 10	8 – 11
0,025	0,050	6 – 9	7 – 10
0,050	0,100	5 – 8	6 – 9
0,100	0,200	4 – 7	5 – 8
0,200	–	3 – 6	4 – 7

Примечания

1 При установлении степени коробления элемента отливки следует принимать меньше значения из рекомендуемого диапазона для простых отливок из лёгких цветных сплавов (с кодами 011 и 012 по таблице А.1) и больше значения - для сложных отливок из чёрных сплавов (с кодами 031, 032 и 033 по таблице А.1).

2 Степень коробления отливки C_K следует устанавливать по её элементу с наибольшей степенью коробления, т.е. $C_K = C_{к.э}^{max}$.

Таблица Б.3 - Степени точности поверхностей отливок /3/

Код литейной формы согласно таблице 1	Наибольший габаритный размер отливки, мм		Диапазон степеней точности поверхностей отливки C_T (см. таблицы 2 и А.1) из сплава с условным кодом			
	Свыше	До (включ.)	011	012,021,031	022, 032	033
			4	5	6	7
ПФ 1	–	100	6 – 12	7 – 13	8 – 14	9 – 15
	100	250	7 – 13	8 – 14	9 – 15	10 – 16
	250	630	8 – 14	9 – 15	10 – 16	11 – 17
ПФ 2.1, ПФ 3.1, ПФ 4	–	100	7 – 14	8 – 15	9 – 16	10 – 17
	100	250	8 – 15	9 – 16	10 – 17	11 – 18
	250	630	9 – 16	10 – 17	11 – 18	12 – 19
ПФ 2.2, ПФ 3.2, ПФ 5	–	100	8 – 15	9 – 16	10 – 17	11 – 18
	100	250	9 – 16	10 – 17	11 – 18	12 – 19
	250	630	10 – 17	11 – 18	12 – 19	13 – 19

Продолжение таблицы Б. 3

1	2	3	4	5	6	7
ПФ 2.3,	–	100	9 – 16	10 – 17	11 – 18	12 – 19
ПФ 3.3,	100	250	10 – 17	10 – 17	11 – 18	12 – 19
ПФ 6	250	630	11 – 18	12 – 19	13 – 19	14 – 20
ПФ 2.4,	–	100	10 – 17	11 – 18	12 – 19	13 – 19
ПФ 3.4,	100	250	11 – 18	12 – 19	13 – 19	14 – 20
ПФ 7	250	630	12 – 19	13 – 19	14 – 20	15 – 20

Примечания

1 В графе 1 под кодами ПФ 2.1 - ПФ 2.4 и ПФ 3.1 – ПФ 3.4 следует понимать следующие разновидности сухих (код ПФ 2) и подсушенных (код ПФ 3) литейных песчаных форм:

- ПФ 2.1 и ПФ 3.1 – формы окрашены покрытиями на водной основе, нанесёнными пульверизацией или окунанием;
- ПФ 2.2 и ПФ 3.2 – формы окрашены покрытиями на водной основе, нанесёнными кистью, или самовысыхающими покрытиями, нанесёнными пульверизацией или окунанием;
- ПФ 2.3 и ПФ 3.3 – формы окрашены самовысыхающими или самотвердеющими покрытиями, нанесёнными кистью;
- ПФ 2.4 и ПФ 3.4 – формы неокрашенные.

2 Меньшие значения C_T в диапазоне 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.

3 В использованном источнике /3/ приведены также значения C_T для отливок с наибольшим габаритным размером до 10 000 мм.

Приложение В

(обязательное)

Числовые значения допусков

Таблица В.1 - Допуски размеров отливки /3/

Интервал номинальных размеров, мм		Допуск размера отливки, мм, не более, для класса размерной точности К _{р.т}									
Свыше	До (включ.)	7Т	7	8	9Т	9	10	11Т	11	12	13Т
–	4	0,40	0,50	0,64	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	–	–
4	6	0,44	0,56	0,70	0,9	1,1	1,4	1,8	2,2	2,8	–
6	10	0,50	0,64	0,80	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0
10	16	0,56	0,70	0,90	1,1	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	4,4
16	25	0,64	0,80	1,00	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0
25	40	0,70	0,90	1,10	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	4,4	5,6
40	63	0,80	1,00	1,20	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4
63	100	0,90	1,10	1,40	1,8	2,2	2,8	3,6	4,4	5,6	7,0
100	160	1,00	1,20	1,60	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0
160	250	1,10	1,40	1,80	2,2	2,8	3,6	4,4	5,6	7,0	9,0
250	400	1,20	1,60	2,00	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10,0
400	630	1,40	1,80	2,20	2,8	3,6	4,4	5,6	7,0	9,0	11,0

Примечания

1 Таблица В.1 является фрагментом таблицы, полностью приведённой в источнике /3/.

2 Допуски размеров, установленные в таблице В.1, не учитывают допусков формы и расположения поверхностей отливок, кроме оговоренных ниже - в пп. 3, 4 и 5.

3 Допуски круглости, соосности и симметричности в диаметральном выражении не должны превышать допусков на размеры, установленных в таблице В.1.

4 Допуск смещения отливки по плоскости разъёма в диаметральном выражении устанавливают по таблице В.1 на уровне класса размерной точности отливки К_{р.т} по номинальному размеру наиболее тонкой из стенок отливки, выходящих на разъём литейной формы или пересекающих его.

5 Допуск смещения, вызванный перекосом стержня, устанавливают в диаметральном выражении по таблице В.1 на один-два класса точнее класса размерной точности отливки К_{р.т} по номинальному размеру наиболее тонкой из стенок отливки, формируемых с участием стержня.

Таблица В. 2 - Допуски формы и расположения поверхностей отливки /3/

Номинальный размер нормируемого участка отливки, мм		Допуски формы и расположения поверхностей отливки, мм, не более, для степеней коробления элементов отливки C_K								
Свыше	До (включ.)	3	4	5	6	7	8	9	10	11
–	125	0,20	0,24	0,32	0,40	0,50	0,64	0,8	1,0	1,2
125	160	0,24	0,32	0,40	0,50	0,64	0,80	1,0	1,2	1,6
160	200	0,32	0,40	0,50	0,64	0,80	1,00	1,2	1,6	2,0
200	250	0,40	0,50	0,64	0,80	1,00	1,20	1,6	2,0	2,4
250	315	0,50	0,64	0,80	1,00	1,20	1,60	2,0	2,4	3,2
315	400	0,64	0,80	1,00	1,20	1,60	2,00	2,4	3,2	4,0
400	500	0,80	1,00	1,20	1,60	2,00	2,40	3,2	4,0	5,0
500	630	1,00	1,20	1,60	2,00	2,40	3,20	4,0	5,0	6,4

Примечания

1 За номинальный размер нормируемого участка принимают наибольший из размеров участка поверхности или линии, к которому относится допуск или отклонение формы или расположения элемента отливки.

2 Приведённые в таблице В. 2 допуски формы и расположения поверхностей не учитывают формовочных уклонов, назначаемых в соответствии с ГОСТ 3212-92, и допусков круглости, соосности, симметричности, допусков смещения отливки по плоскости разъёма, установленных в таблице В.1.

Таблица В.3 – Общие допуски элементов отливки /3/

В миллиметрах

Числовое значение допуска					Числовое значение допуска				
$T^{OTЛ}$		$T_{\Phi}^{OTЛ}$		$T_{OTЛ}^{\Sigma}$	$T^{OTЛ}$		$T_{\Phi}^{OTЛ}$		$T_{OTЛ}^{\Sigma}$
Св.	До	Св.	До	Не более	Св.	До	Св.	До	Не более
1,0	1,2	–	0,32	1,2	2,0	2,4	–	0,64	2,4
		0,32	0,64	1,4			0,64	1,20	2,8
		0,64	0,80	1,6			1,20	1,60	3,2
		0,80	1,00	1,8			1,60	2,00	3,6
		1,00	1,20	2,0			2,00	2,40	4,0
		1,20	1,60	2,4			2,40	3,20	4,4
		1,60	2,00	2,8			–	0,80	3,2
		2,00	2,40	3,2			0,80	1,60	3,6
1,2	1,6	–	0,40	1,6	2,4	3,2	1,60	2,00	4,0
		0,40	0,80	1,8			2,00	2,40	4,4
		0,80	1,00	2,0			2,40	3,20	5,0
		1,00	1,20	2,2			–	1,00	4,0
		1,20	1,60	2,4	3,2	4,0	1,00	1,60	4,4
		1,60	2,00	2,8			1,60	2,40	5,0
		2,00	2,40	3,6			2,40	3,20	5,6
		2,40	3,20	4,4			–	1,20	5,0
1,6	2,0	–	0,40	2,0	4,0	5,0	1,20	2,40	5,6
		0,40	0,80	2,2			2,40	3,20	6,4
		0,80	1,20	2,4			3,20	4,00	7,0
		1,20	1,60	2,8			–	1,20	6,4
		1,60	2,00	3,2	5,0	6,4	1,20	2,40	7,0
		2,00	2,40	3,6			2,40	4,00	8,0
		2,40	3,20	4,4			4,00	5,00	9,0
		–	–	–			–	–	–

Примечания

1 В подзаголовках граф приняты следующие буквенные обозначения:
 $T^{OTЛ}$ – допуск размера элемента; $T_{\Phi}^{OTЛ}$ – допуск формы и расположения поверхности; $T_{OTЛ}^{\Sigma}$ – общий допуск элемента отливки.

2 В графе «До» имеется в виду «До ... включительно».

3 Таблица В.3 является фрагментом таблицы, полностью приведённой в источнике /3/.

Таблица В.4 – Допуски неровностей и параметры шероховатости поверхностей отливки /3/

Буквенное обозначение, единица	Числовые значения, не более, допуска неровностей T_w и параметра шероховатости R_a поверхностей отливки для степени точности S_T поверхностей отливки											
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
T_w , мм	0,24	0,32	0,40	0,50	0,64	0,80	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2
R_a , мкм	10,0	12,5	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125

Примечания

1 В соответствии с /3/ допуск неровностей поверхностей отливки определяется как наибольшая высота волнистости (мезонеровностей) поверхности отливки.

В соответствии с ГОСТ 25142-82 и ГОСТ 2789-73 параметр шероховатости R_a определяется как среднее арифметическое отклонение профиля.

2 Числовые значения в таблице В.4 имеют для T_w обязательный, а для R_a – справочный характер. В полном виде таблица приведена в источнике /3/, а здесь – фрагментарно.

Таблица В.5 - Стандартные допуски размеров детали /4/

В миллиметрах

Интервал номинальных размеров		Числовое значение допуска для качества								
Свыше	До (включ.)	6	7	8	9	10	11	12	13	14
–	3	0,006	0,010	0,014	0,025	0,040	0,060	0,10	0,14	0,25
3	6	0,008	0,012	0,018	0,030	0,048	0,075	0,12	0,18	0,30
6	10	0,009	0,015	0,022	0,036	0,058	0,090	0,15	0,22	0,36
10	18	0,011	0,018	0,027	0,043	0,070	0,110	0,18	0,27	0,43
18	30	0,013	0,021	0,033	0,052	0,084	0,130	0,21	0,33	0,52
30	50	0,016	0,025	0,039	0,062	0,100	0,160	0,25	0,39	0,62
50	80	0,019	0,030	0,046	0,074	0,120	0,190	0,30	0,46	0,74
80	120	0,022	0,035	0,054	0,087	0,140	0,220	0,35	0,54	0,87
120	180	0,025	0,040	0,063	0,100	0,160	0,250	0,40	0,63	1,00
180	250	0,029	0,046	0,072	0,115	0,185	0,290	0,46	0,72	1,15
250	315	0,032	0,052	0,081	0,130	0,210	0,320	0,52	0,81	1,30
315	400	0,036	0,057	0,089	0,140	0,230	0,360	0,57	0,89	1,40
400	500	0,040	0,063	0,097	0,155	0,250	0,400	0,63	0,97	1,55
500	630	0,044	0,070	0,110	0,175	0,280	0,440	0,70	1,10	1,75
630	800	0,050	0,080	0,125	0,200	0,320	0,500	0,80	1,25	2,00

Примечания

1 Стандартные допуски относятся к размерам деталей при температуре 20 °С.

2 Стандартные допуски по качествам обозначаются сочетанием прописных букв IT с порядковым номером качества, например, IT 7, IT 14.

3 ГОСТ 25346-89 устанавливает 20 качеств: 01, 0, 1, 2 ... 18; при этом требования стандарта /4/ распространяются на детали размерами до 3150 мм.

Таблица В.5 является фрагментом стандартной, приведённой в источнике /4/.

Приложение Г

(обязательное)

Уровень точности и вид механической обработки отливки

Таблица Г.1 - Уровень точности механической обработки /3/

Характеристика металлообрабатывающего оборудования	Уровень точности U_T механообработки при степени точности станков	
	нормальной	высокой
1 Автоматизированное оборудование, оснащённое устройствами для стабилизации и управления точностью обработки	—	Высокий
2 Автоматизированное оборудование (агрегатные станки и станки с ЧПУ, автоматические линии из агрегатных станков с ЧПУ и гибких производственных модулей и т.п.)	Средний	Повышенный
3 Неавтоматизированное оборудование (станки с ручным управлением)	Пониженный	Средний

П р и м е ч а н и е – К нормальной степени точности станков следует относить станки нормальной точности по ГОСТ 8-82.

К высокой степени точности станков следует относить станки повышенной, высокой, особо высокой точности по ГОСТ 8-82.

Таблица Г.2 - Вид окончательной механической обработки отливки /3/

Допуск размера отливки $T^{OTЛ}$, мм		Расчётная формула и числовое значение относительного допуска				Вид окончательной механической обработки	
		размера		формы и расположения пов-стей			
		$\bar{T} = \frac{T^D}{T^{OTЛ}}$		$\bar{T}_\phi = \frac{T_\phi^D}{T_\phi^{OTЛ}}$		Наименование	Обозначение
Св.	До	Свыше	До	Свыше	До		
–	0,5	–	0,10	–	0,02	Тонкая	тнк
		0,10	0,15	0,02	0,10	Чистовая	чст
		0,15	0,40	0,10	0,40	Получист	пчст
		0,40	–	0,40	–	Черновая	чрн
0,5	1,0	–	0,05	–	0,02	Тонкая	тнк
		0,05	0,10	0,02	0,10	Чистовая	чст
		0,10	0,30	0,10	0,30	Получист	пчст
		0,30	–	0,30	–	Черновая	чрн
1,0	2,0	–	0,05	–	0,01	Тонкая	тнк
		0,05	0,10	0,01	0,05	Чистовая	чст
		0,10	0,20	0,05	0,20	Получист	пчст
		0,20	–	0,20	–	Черновая	чрн
2,0	5,0	–	0,02	–	0,005	Тонкая	тнк
		0,02	0,05	0,005	0,020	Чистовая	чст
		0,05	0,15	0,020	0,100	Получист	пчст
		0,15	–	0,100	–	Черновая	чрн
5,0	–	–	0,02	–	0,002	Тонкая	тнк
		0,02	0,05	0,002	0,010	Чистовая	чст
		0,05	0,10	0,010	0,050	Получист	пчст
		0,10	–	0,050	–	Черновая	чрн

Примечания

1 В графах "До" имеется в виду "До ... включительно".

2 При установлении относительного допуска \bar{T} размера детали и отливки от базы обработки до обрабатываемой поверхности руководствуются чертежом детали и таблицами В.5 и В.1; при установлении \bar{T}_ϕ – соотношением $T_\phi^D = 0,5T^D$ и таблицей В.2.

3 Если вычисленные значения \bar{T} и \bar{T}_ϕ окажутся в разных строках таблицы Г.2, то вид окончательной механической обработки устанавливают по строке, расположенной выше другой и соответствующей более точной обработке, например, тнк вместо чст и т.п.

Приложение Д

(рекомендуемое)

Ряды припусков на обработку отливок

Таблица Д.1 – Взаимосвязь номера ряда припуска N_Z на обработку и степени точности C_T поверхностей отливки /3/

C_T	1 – 2	3 – 4	5 – 6	7 – 8	9 – 10	11 – 12	13 – 14	15
N_Z	1 – 2	1 – 3	1 – 4	2 – 5	3 – 6	4 – 7	5 – 8	6 – 9

Продолжение таблицы Д.1.

C_T	16	17	18	19	20	21	22
N_Z	7 – 10	8 – 11	9 – 12	10 – 13	11 – 14	12 – 15	13 – 18

Примечания

1 Меньшие значения рядов припусков из диапазонов их значений следует принимать для термообрабатываемых отливок из цветных легкоплавких сплавов (с кодом 012 по таблице А.1), большие значения – для отливок из ковкого чугуна КЧ (код 032), средние – для отливок из серого СЧ и высокопрочного ВЧ чугуна, термообрабатываемых отливок из стали (код 033) и цветных тугоплавких сплавов (код 022).

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

Приложение Е

(обязательное)

Припуски на обработку отливок

Таблица Е.1 - Минимальный литейный припуск (на сторону) /3/

Буквенное обозначение	Мин. лит. припуск $Z_{лит}$ (на сторону), мм, не более, для номера ряда N_Z припуска на обработку								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N_Z	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$Z_{лит}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2

Продолжение таблицы Е.1

Буквенное обозначение	Мин. лит. припуск $Z_{лит}$ (на сторону), мм, не более, для номера ряда N_Z припуска на обработку								
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
N_Z	10	11	12	13	14	15	16	17	18
$Z_{лит}$	1,6	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0

Таблица Е.2 – Общие припуски на механическую обработку /3/

Общий допуск отливки $T_{отл}^{\Sigma}$, мм		Вид окончат. мех. обр.	Общий припуск Z^{Σ} (на сторону), мм, не более, для номера ряда N_z припуска на обработку отливки										
Свыше	До (включ.)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,50	0,56	чРН	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0	2,4
		пЧСТ	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,7	1,9	2,3	2,7
		чСТ	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,8	2,0	2,5	2,9
		тНК	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,9	2,1	2,6	3,0
0,56	0,64	чРН	0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	2,1	2,4
		пЧСТ	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,8	2,0	2,4	2,8
		чСТ	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,9	2,1	2,6	3,0
		тНК	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	2,0	2,2	2,7	3,1
0,64	0,70	чРН	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	2,1	2,5
		пЧСТ	0,8	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,9	2,1	2,4	2,8
		чСТ	0,9	1,1	1,1	1,3	1,4	1,4	1,6	1,9	2,2	2,6	3,1
		тНК	1,1	1,1	1,3	1,4	1,4	1,6	1,8	2,1	2,3	2,8	3,1
0,70	0,80	чРН	0,6	0,8	0,8	0,9	1,1	1,1	1,4	1,6	1,8	2,2	2,6
		пЧСТ	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	2,0	2,1	2,5	2,9
		чСТ	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	2,1	2,3	2,8	3,1
		тНК	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,2	2,4	2,9	3,4
0,80	0,90	чРН	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,6	1,8	2,2	2,6
		пЧСТ	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	2,1	2,3	2,7	3,1
		чСТ	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,2	2,4	2,9	3,4
		тНК	1,4	1,4	1,6	1,6	1,8	1,9	2,1	2,4	2,6	3,1	3,4
0,90	1,00	чРН	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,7	1,9	2,3	2,7
		пЧСТ	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,1	2,4	2,7	3,2
		чСТ	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0	2,3	2,5	3,0	3,5
		тНК	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2	2,5	2,7	3,1	3,6
1,00	1,10	чРН	0,8	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,8	2,0	2,4	2,7
		пЧСТ	1,1	1,3	1,4	1,4	1,6	1,6	1,9	2,2	2,4	2,8	3,1
		чСТ	1,4	1,4	1,6	1,6	1,8	1,9	2,1	2,4	2,6	3,1	3,4
		тНК	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,3	2,5	2,7	3,3	3,7
1,10	1,20	чРН	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,8	2,0	2,4	2,8
		пЧСТ	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0	2,3	2,5	2,9	3,4
		чСТ	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2	2,5	2,7	3,1	3,6
		тНК	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,1	2,4	2,7	2,8	3,4	3,8
1,20	1,40	чРН	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	2,0	2,1	2,5	2,9
		пЧСТ	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2	2,5	2,7	3,1	3,4
		чСТ	1,8	1,9	1,9	2,1	2,2	2,3	2,5	2,8	3,0	3,4	3,9
		тНК	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,6	2,9	3,2	3,7	4,0
1,40	1,60	чРН	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,1	2,3	2,7	3,1
		пЧСТ	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,4	2,7	2,9	3,3	3,6
		чСТ	1,9	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	3,0	3,1	3,6	4,1
		тНК	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1	3,4	3,9	4,3
1,60	1,80	чРН	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,1	2,3	2,7	3,2
		пЧСТ	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,5	2,8	3,0	3,5	3,8
		чСТ	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,8	3,1	3,3	3,8	4,3
		тНК	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	3,0	3,4	3,6	4,0	4,4

Продолжение таблицы Е.2

Общий допуск отливки $T_{отл}^{\Sigma}$, мм		Вид окончат. мех. обр.	Общий припуск Z^{Σ} (на сторону), мм, не более, для номера ряда N_z припуска на обработку отливки										
Свыше	До (включ.)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1,80	2,00	чРН	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,8	3,3
		пЧСТ	1,9	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	3,0	3,1	3,6	4,0
		чСТ	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	3,0	3,4	3,6	4,0	4,4
		тНК	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,3	3,6	3,8	4,3	4,8
2,00	2,20	чРН	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2	2,4	2,6	3,0	3,4
		пЧСТ	2,1	2,3	2,4	2,4	2,5	2,7	2,8	3,2	3,4	3,8	4,1
		чСТ	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,3	3,6	3,8	4,3	4,6
		тНК	2,9	3,0	3,1	3,1	3,3	3,4	3,6	3,9	4,1	4,6	5,0
2,20	2,40	чРН	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,3	2,5	2,7	3,1	3,4
		пЧСТ	2,4	2,5	2,6	2,6	2,8	2,3	3,1	3,4	3,6	4,0	4,4
		чСТ	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	3,3	3,5	3,8	3,9	4,4	4,9
		тНК	3,1	3,1	3,3	3,4	3,4	3,6	3,8	4,1	4,3	4,8	5,1
2,40	2,80	чРН	1,8	1,9	1,9	2,1	2,2	2,3	2,5	2,6	2,9	3,3	3,6
		пЧСТ	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,3	3,6	3,8	4,3	4,6
		чСТ	3,0	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,8	4,0	4,3	4,8	5,2
		тНК	3,5	3,6	3,7	3,8	3,8	3,9	4,1	4,4	4,6	5,2	5,4
2,80	3,20	чРН	1,9	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,9	3,1	3,4	3,9
		пЧСТ	3,0	3,1	3,1	3,3	3,4	3,4	3,6	4,0	4,1	4,6	5,0
		чСТ	3,4	3,6	3,6	3,8	3,9	4,0	4,1	4,5	4,6	5,1	5,6
		тНК	3,8	3,9	4,0	4,1	4,3	4,3	4,5	4,8	5,0	5,4	5,8
3,20	3,60	чРН	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1	3,3	3,6	4,1
		пЧСТ	3,3	3,4	3,4	3,6	3,6	3,8	4,0	4,3	4,5	4,9	5,3
		чСТ	3,9	4,0	4,1	4,3	4,3	4,4	4,6	4,9	5,2	5,6	6,0
		тНК	4,3	4,4	4,4	4,5	4,6	4,8	4,9	5,3	5,5	6,0	6,3
3,60	4,00	чРН	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,2	3,4	3,6	3,9	4,3
		пЧСТ	3,6	3,8	3,9	4,0	4,1	4,3	4,4	4,8	4,9	5,3	5,6
		чСТ	4,3	4,4	4,4	4,5	4,6	4,8	4,9	5,3	5,5	6,0	6,3
		тНК	4,8	4,9	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,8	6,0	6,5	6,9
4,00	4,40	чРН	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,3	3,5	3,7	4,0	4,4
		пЧСТ	3,8	3,9	4,0	4,1	4,3	4,3	4,5	4,8	5,0	5,5	5,8
		чСТ	4,5	4,6	4,8	4,8	4,9	5,0	5,1	5,4	5,8	6,1	6,7
		тНК	4,9	5,0	5,2	5,3	5,3	5,5	5,6	6,0	6,2	6,7	7,1
4,40	5,00	чРН	2,9	3,0	3,1	3,1	3,3	3,4	3,6	3,8	4,0	4,4	4,8
		пЧСТ	4,3	4,4	4,4	4,5	4,6	4,8	4,9	5,3	5,5	5,8	6,3
		чСТ	5,0	5,1	5,3	5,3	5,4	5,6	5,8	6,0	6,3	6,7	7,1
		тНК	5,6	5,8	5,8	6,0	6,0	6,2	6,3	6,7	6,9	7,3	7,8
5,00	5,60	чРН	—	3,3	3,4	3,4	3,6	3,6	3,9	4,1	4,3	4,8	5,2
		пЧСТ	—	4,9	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,8	6,0	6,3	6,7
		чСТ	—	5,8	5,8	6,0	6,0	6,2	6,3	6,7	6,9	7,3	7,8
		тНК	—	6,3	6,5	6,5	6,7	6,7	6,9	7,3	7,5	8,0	8,3
5,60	6,40	чРН	—	3,8	3,9	4,0	4,1	4,3	4,4	4,6	4,8	5,1	5,6
		пЧСТ	—	5,1	5,3	5,3	5,4	5,6	5,8	6,0	6,3	6,7	7,1
		чСТ	—	6,1	6,3	6,3	6,5	6,5	6,7	7,1	7,3	7,8	8,3
		тНК	—	6,9	7,1	7,1	7,3	7,3	7,5	7,8	8,0	8,5	9,0

Продолжение таблицы Е.2

Общий допуск элемента отливки $T_{отл}^{\Sigma}$, мм		Вид окончат. мех. обр.	Общий припуск Z^{Σ} (на сторону), мм, не более, для номера ряда N_Z припуска на обработку отливки										
Свыше	До (включ.)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6,40	7,00	чрн	—	—	4,3	4,3	4,4	4,5	4,8	4,9	5,2	5,4	6,0
		пчст	—	—	5,8	6,0	6,0	6,2	6,3	6,7	6,9	7,3	7,5
		чст	—	—	6,9	7,1	7,1	7,3	7,5	7,8	8,0	8,5	8,8
		тнк	—	—	7,8	7,8	7,8	8,0	8,3	8,5	8,8	9,3	9,5
7,00	8,00	чрн	—	—	4,8	4,8	4,9	5,0	5,1	5,5	5,6	6,0	6,5
		пчст	—	—	6,5	6,5	6,7	6,7	6,9	7,3	7,5	7,8	8,3
		чст	—	—	8,0	8,0	8,0	8,3	8,5	8,8	9,0	9,5	9,8
		тнк	—	—	8,5	8,8	8,8	8,8	9,0	9,3	9,5	10,0	10,5
8,00	9,00	чрн	—	—	—	5,3	5,4	5,6	5,8	6,0	6,1	6,5	6,9
		пчст	—	—	—	7,3	7,5	7,5	7,8	8,0	8,3	8,8	9,0
		чст	—	—	—	9,0	9,0	9,3	9,3	9,8	9,8	10,5	10,5
		тнк	—	—	—	9,8	9,8	9,8	10,0	10,5	10,5	11,0	11,5

Примечания

1 Значения припусков, приведённые в таблице Е.2, следует применять при среднем уровне точности $У_T$ механообработки отливки (см. таблицу Г.1).

При повышенном или высоком уровне точности обработки следует принимать значения общих припусков, соответствующие интервалам общих допусков, расположенных в таблице Е.2 соответственно на одну или две строки выше интервала действительного допуска; при пониженном уровне точности обработки - на одну строку ниже интервала действительного допуска.

2 Для отливок мелкосерийного и единичного производства допускается назначать увеличенные значения припусков, соответствующие интервалам общих допусков, расположенным в таблице Е.2 соответственно на одну и две строки ниже интервала действительного допуска.

3 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.

4 Для каждого интервала допуска в различных строках таблицы приведены суммарные значения общего припуска на все переходы обработки: черновой (чрн); черновой и получистовой (пчст); черновой, получистовой и чистой (чст); черновой, получистовой, чистой и тонкой (тнк).

Приложение Ж

(обязательное)

Формовочные уклоны

Таблица Ж.1 - Значения формовочных уклонов формообразующих поверхностей модельного комплекта для песчаных форм /5/

Протяжённость участка уклона h , мм		Формовочный уклон (угловой β и линейный $Z^{\phi,y}$ размеры) модельного комплекта			
Свыше	До (включ.)	металлич., пластмассового		деревянного	
		β	$Z^{\phi,y}$, мм	β	$Z^{\phi,y}$, мм
–	10	2°20'	0,40	2°55'	0,50
10	16	1°35'	0,45	1°55'	0,55
16	25	1°10'	0,50	1°30'	0,65
25	40	50'	0,60	1°05'	0,75
40	63	35'	0,65	45'	0,85
63	100	25'	0,75	35'	1,00
100	160	20'	0,95	25'	1,20
160	250		1,45	25'	1,85
250	400		2,30	20'	2,30
400	630	3,65	3,65		

Примечание

Значения формовочного уклона в углублениях моделей, а также для участков форм, расположенных между моделями (для многогнёздных форм), в случае, когда $d > h$, следует увеличивать в два раза по сравнению со значениями, указанными в таблице Ж.1, а при $d \leq h$ углубления выполнять стержнем без формовочных уклонов или с уклонами по таблице Ж.1. (Здесь d - диаметр или наименьшая ширина углубления модели либо расстояние между моделями; h - протяжённость участка уклона).

Приложение И

(справочное)

Основные свойства литейных сплавов

Таблица И.1 - Плотность, линейная усадка, твёрдость, температура плавления и разливки литейных сплавов /2,7,8/

Тип сплава	Плотность $\rho \cdot 10^3$ кг/м ³	Линейная усадка ε , %	Твёрдость НВ	Температура, °С	
				плавления	разливки
Магниевый	1,8	1,3	30-65	600 – 650	680 – 780
Алюминиев.	2,7	1,2	50-95	610 – 660	700 – 780
Бронза:					
оловянная	8,8	1,5	60-80	1000 – 1050	1100 – 1150
безоловян.	7,6	2,2	80-100	1050 – 1100	1150 – 1200
Латунь	8,5	1,9	60-100	900 – 1050	1000 – 1100
Чугун:					
серый	7,2	1,1	143-289	1150 – 1260	1260 – 1400
ковкий	7,3	1,6	100-320	1150 – 1350	1380 – 1450
высокопр.	7,2	0,8	140-369	1150 – 1260	1280 – 1400
белый	7,6	1,8	300-700	1150 – 1260	1240 – 1300
Сталь угл.	7,8	2,0	149-169	1420 – 1520	1500 – 1600

Примечания

1 Приведённые значения относятся к литью в песчаные литейные формы.

2 Числовые значения плотности и линейной усадки являются средними взвешенными для каждого типа сплава различных марок, рассмотренных в /2,7,8/.

Приложение К

(рекомендуемое)

Нормы точности массы отливок, получаемых в песчаных литейных формах

Таблица К.1 - Классы точности массы отливок /3/

Код литейной формы по таблице 1	Номинальная масса отливки $M_{отл}$, кг		Диапазон классов точности массы отливки K_M (см. таблицу 2) из сплава (см. таблицу А.1) с условным кодом			
	Свыше	До (включ.)	011	012, 021, 031	022, 032	033
ПФ 4	—	1	4 – 11	5Т – 12	5 – 13Т	6 – 13
	1	10	5Т – 12	5 – 13Т	6 – 13	7Т – 14
	10	100	5 – 13Т	6 – 13	7Т – 14	7 – 15
	100	1 000	6 – 13	7Т – 14	7 – 15	8 – 15
ПФ 1, ПФ 5	—	1	5Т – 12	5 – 13Т	6 – 13	7Т – 14
	1	10	5 – 13Т	6 – 13	7Т – 14	7 – 15
	10	100	6 – 13	7Т – 14	7 – 15	8 – 15
	100	1 000	7Т – 14	7 – 15	8 – 15	9Т – 16
ПФ 2, ПФ 3, ПФ 6	—	1	5 – 13Т	6 – 13	7Т – 14	7 – 15
	1	10	6 – 13	7Т – 14	7 – 15	8 – 15
	10	100	7Т – 14	7 – 15	8 – 15	9Т – 16
	100	1 000	7 – 15	8 – 15	9Т – 16	9 – 16
ПФ 7	—	1	6 – 13	7Т – 14	7 – 15	8 – 15
	1	10	7Т – 14	7 – 15	8 – 15	9Т – 16
	10	100	7 – 15	8 – 15	9Т – 16	9 – 16
	100	1 000	8 – 15	9Т – 16	9 – 16	10 – 16

Примечания

1 Меньшие значения K_M в диапазоне 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.

2 В использованном источнике /3/ приведены также значения K_M для отливок с номинальной массой до 100 000 кг и более.

Приложение Л

(обязательное)

Допуски массы отливок /З/

Таблица Л.1

Номинальная масса отливки $M_{отл}$, кг		Допуск массы отливки $T_M^{ГОСТ}$, %, не более, для класса точности массы отливки K_M									
Свы- ше	До (включ.)	7Т	7	8	9Т	9	10	11Т	11	12	13Т
–	0,1	10,0	12,0	16,0	20,0	24,0	32,0	–	–	–	–
0,1	0,4	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0	24,0	32,0	–	–	–
0,4	1,0	6,4	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0	24,0	32,0	–	–
1,0	4,0	5,0	6,4	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0	24,0	32,0	–
4,0	10,0	4,0	5,0	6,4	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0	24,0	32,0
10,0	40,0	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0	24,0
40,0	100,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0
100,0	400,0	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10,0	12,0	16,0
400,0	1 000,0	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10,0	12,0

Примечания

1 Для установления допуска массы в килограммах T_M , кг, используют формулу

$$T_M = 0,01T_M^{ГОСТ} M_{отл},$$

где $T_M^{ГОСТ}$ – числовое значение, %, установленное для допуска массы отливки таблицей Л.1; $M_{отл}$ – номинальная масса отливки, кг.

2 Установлено симметричное расположение поля допуска массы отливки относительно номинального значения $M_{отл}$, в связи с чем предельные отклонения Δ_M , кг, массы отливки определяют по формуле

$$\Delta_M = \pm 0,5T_M.$$

3 Таблица Л.1 является фрагментом таблицы, полностью приведенной в источнике /З/.