



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Технология машиностроения»

Практикум по дисциплине

«Проектирование заготовок»

Авторы
Попов М.Е.,
Давыдова И.В.,
Тищенко Э.Э.

Ростов-на-Дону, 2017

Аннотация

Излагается методика проектирования литой и штампованной заготовок, а также экономическое обоснование выбора метода получения заготовки.

Практикум предназначен для студентов очной и заочной форм обучения направления 15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств.

Авторы

д.т.н., проф. М.Е. Попов,
к.т.н., доц. Э.Э. Тищенко,
к.т.н., доц. И.В. Давыдова



Оглавление

1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.....	4
2. ВЫБОР ВИДА ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВКИ.....	4
3. РАЗРАБОТКА ЧЕРТЕЖА ЛИТОЙ ЗАГОТОВКИ.....	4
4. РАЗРАБОТКА ЧЕРТЕЖА ШТАМПОВАННОЙ ЗАГОТОВКИ.....	16
5. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА МЕТОДА ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВКИ.....	25
ЛИТЕРАТУРА.....	45
Приложение 1	46
Приложение 2	47
Приложение 3	47
Приложение 4	49

1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1.1. Чертежи деталей для проектирования литой и штампованной заготовки (берутся на предприятии или выдаются преподавателем).

1.2. Тип производства или программа выпуска изделий (узнается на предприятии или задается преподавателем).

1.3. Справочные и нормативные материалы.

2. ВЫБОР ВИДА ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВКИ

При выборе вида получения заготовки необходимо учитывать два критерия: эксплуатационную нагруженность детали в СЕ; вид и марку материала детали. Следует определить характер нагрузок испытывающих деталь. При литье структура металла, а, следовательно, и механические свойства деталей ниже, чем при обработке металлов давлением. Литые заготовки предназначены чаще всего для деталей испытывающих статические, вибрационные, небольшие ударные нагрузки, работающих чаще всего в узлах трения и т.д.

Особо ответственные детали, к которым предъявляются высокие требования по размеру зерна, направлению волокон, уровню механических свойств, испытывающие при эксплуатации переменные нагрузки и т.д. необходимо изготавливать методом пластического деформирования, в том числе ковкой и объемной горячей штамповкой.

При выборе вида получения заготовки необходимо также ориентироваться на вид и марку материала. Если материал детали чугун, сталь с индексом «Л», алюминиевые сплавы марок «АЛ», медные сплавы, то заготовку следует получать литьем.

3. РАЗРАБОТКА ЧЕРТЕЖА ЛИТОЙ ЗАГОТОВКИ

Для примера рассмотрим деталь Корпус подшипника (Приложение 1 настоящих методических указаний).

Корпус подшипника является корпусной деталью и поэтому испытывает статические нагрузки. Следовательно, эксплуатационные параметры детали не лимитируют вид получения заготовки. Однако, вид и марка материала – серый чугун СЧ20 ГОСТ 1412-85 позволяет изготавливать заготовку только одним методом – литьем.

3.1 Выбор способа получения литой заготовки.

При выборе способа получения заготовки следует учитывать: тип производства; достигаемые параметры качества загото-

Проектирование заготовок

вок (точность размеров и шероховатость поверхности); конструктивные особенности детали (масса, габаритные размеры, конфигурацию, минимальный диаметр отверстия, минимальную толщину стенки, наличие полостей и поднутрений).

В единичном и мелкосерийном производстве характерно применение одноразовой, не высокой точности оснастки, в крупносерийном и массовом – точной многоразовой литейной оснастки. Чем точнее способ литья, тем ближе формы и размеры заготовки к детали, тем менее припуски на механическую обработку.

Каждый способ литья обладает определенными технологическими возможностями. Это необходимо учитывать при выборе способа. Ориентировочно способ изготовления отливки можно выбрать из следующей таблицы:

Способ изготовления отливки	Материал	Масса отливки, кг	Тип производства, объем рентабельной партии	Область применения
Литье в песчано-глинистые формы	Черные металлы	0,05÷200000	Все типы производства	Станины, корпуса, рамы, цилиндры, зубчатые колеса, крышки, кронштейны и т.д.
	Цветные сплавы	0,05÷1000		
Литье в оболочковые формы	Черные металлы, алюминиевые сплавы	0,03÷250	Все серийные типы производства, массовое производство	Рычаги, крышки, муфты, диски, втулки, кронштейны, рукоятки и т.д.
Литье в кокиль	Чугун	до 100	Все серийные типы производства, массовое производство	Кривошипны, кронштейны, втулки, крышки, корпуса, рычаги, шкивы и т.д.
	Сталь	до 50		
	Цветные металлы	до 500		
Литье по выплавляемым моделям	Черные металлы, цветные сплавы	0,07÷300	Все типы производства	Отливки повышенной точности, тонкостенные
Литье под давлением	Цветные металлы и сплавы	0,05÷100	Массовое и крупносерийное производство	Отливки с малой толщиной стенок повышенного качества
Центробежное литье	Черные металлы, цветные сплавы	0,05÷1000	Все типы производства	Тела вращения: трубы, гильзы, шкивы, маховики, муфты и т.д.

Проектирование заготовок

Способ литья можно выбрать, используя метод весовых коэффициентов.

Суть метода в следующем. Заготовка характеризуется рядом критериев, отражающих её форму, массу, габаритные размеры, сложность и параметры качества. Каждый критерий выбора имеет несколько уровней значений. Каждому уровню критерия выбора и типу производства соответствует ряд весовых коэффициентов, значение которых зависит от способа изготовления заготовки. В табл. 1 приведены значения весовых коэффициентов для различных способов получения литых заготовок.

Таблица 1. Весовые коэффициенты критериев выбора способа изготовления отливки

Номер и наименование критерия выбора	Уровень, градация и значение критерия выбора	Способ изготовления литой заготовки						
		ЛПФ		ЛО Ф	ЛВ М	Л К	ЛП Д	Ц Л
		Р Ф	М Ф					
1.Тип производства	1.Единичное, мелкосерийное	2	0	0	0	0	0	0
	2.Среднесерийное	1	1	1	1	1	1	1
	3.Крупносерийное, массовое	0	2	2	2	1	2	1
2.Материал детали	1.Сталь	1	1	0	1	1	0	0
	2.Чугун	1	1	1	0	1	0	1
	3.Цветные сплавы	1	1	1	1	1	1	1
3.Масса детали, кг	1. до 60 кг	1	1	1	1	1	1	1
	2. 60 ... 120	1	1	1	1	1	0	1
	3. 120 ... 320	1	1	1	0	1	0	0
	4. 320 ... 600	1	1	1	0	0	0	0
4.Группа сложности отливки	1. 1	1	1	0	0	1	0	1
	2. 2	1	1	0	0	1	1	2
	3. 3	1	1	1	1	0	1	0
	4. 4	1	1	1	1	0	1	0
	5. 5	1	1	0	0	0	0	0

Проектирование заготовок

5. Параметр Ra самой чистой поверхности детали, мкм	1. 0,63 ... 1	0	0	0	0	0	2	0
	2. 1,6 ... 3,2	0	0	0	2	0	1	0
	3. 6,3 ... 12	0	1	2	1	2	0	1
	4. 12,5 ... 20	2	2	1	0	1	0	1
6. Форма детали	1. Тела вращения	1	1	1	1	1	1	1
	2. Корпусные	1	1	1	0	1	1	0
	3. Рычаги	1	1	1	1	1	1	0
	4. Фасонные	1	1	1	1	0	1	1
7. Максимальные габаритные размеры, мм	1. До 25	0	0	0	1	0	1	1
	2. 25 ... 50	0	1	1	1	0	1	1
	3. 50 ... 120	1	1	1	1	1	1	1
	4. 120 ... 400	1	1	1	0	1	1	1
	5. 400 ... 1600	1	1	0	0	0	0	0
8. Качество точности размеров необрабатываемых поверхностей или наибольший процент точности размеров детали	1. 11 ... 13	0	0	0	1	0	1	0
	2. 13 ... 15	0	0	1	1	1	1	0
	3. 15 ... 17	0	1	1	0	1	0	1
	4. 17 ... 20	1	1	0	0	0	0	1
Примечание. ЛПФ – литьё в песчаные формы; РФ – ручная формовка; МФ – машинная формовка; ЛОФ – литьё в оболочковые формы; ЛВМ – литьё по выплавляемым моделям; ЛК – литьё в кокиль; ЛПД – литьё под давлением; ЦЛ – центробежное литьё.								

Наилучшим считается способ с наибольшим весовым коэффициентом.

Если конкурирующие способы набирают одинаковую сумму, то выбирается тот из них, который обеспечивает минимум затрат на изготовление заготовки и её механическую обработку.

Для рассматриваемого случая: тип производства среднесерийный; шероховатость самой чистой поверхности Ra = 1,6 мкм; точность необрабатываемых размеров по 16 качеству точности; масса 1,09 кг; габаритные размеры 145×45×84 мм (наибольший – 145 мм); наименьшая толщина стенки 8 мм; минимальный диаметр отверстия 9 мм. Анализируя перечисленные параметры, выбираем способ – литьё в песчано-глинистые формы (ПГФ), как наиболее экономичный. Все перечисленные параметры позволяют

их выполнить, за исключением минимально допустимого отверстия, но это отверстие можно в отливке не выполнять, а получить его при механической обработке.

Итак, выбираем литье в ПГФ в сухие формы с использованием машинной формовки смеси и неметаллической модели. Для выполнения центрального отверстия необходимо предусмотреть одноразовый песчаный стержень.

3.2 Назначение общих припусков на механическую обработку, определение допусков размеров и массы заготовки.

Припуски на механическую обработку назначают только на те поверхности, шероховатость и точность размеров которых невозможно получить литьем.

Назначение припусков на механическую обработку производится в соответствии с ГОСТ Р 53464-2009 в следующей последовательности:

А) Выбирают «Класс размерной точности отливки» по Приложению А, таблице А1 по способу литья, наибольшему габаритному размеру и типу сплава. Для литья в песчано-глинистые сухие формы, наибольшего габаритного размера 145 мм и термообрабатываемого чугуна класс размерной точности отливки находится в пределах 9т-13. С учетом примечания 1 к таблице А1 принимаем класс размерной точности 11.

Б) Аналогично выбирают степень точности поверхностей отливок по табл. В1 приложения В. Степень точности поверхностей рассматриваемой отливки находится в пределах 13-19. С учетом примечания к таблице назначаем – 16.

В) Класс точности массы отливки выбирают по таблице Д1 приложения Д.

Для этого определяют приближенную наименьшую массу отливки из соотношения:

$$m_{отл.} = (1,3 - 1,8) \cdot m_{дет.}$$

$$m_{отл.} = 1,3 \cdot 1,09 = 1,417 \text{ кг}$$

Для интервала номинальных масс отливок «свыше 1,0 до 10 кг», термообрабатываемого чугуна класс точности массы отливки находится в пределах 7-15. С учетом примечания к таблице Д1 назначаем 11.

Г) Ряд припусков выбирают по таблице Е1 приложения Е по степени точности поверхности отливки. Для 16 степени точности ряд припусков находится в пределах 7-10. С учетом примечания к таблице назначаем 8.

Проектирование заготовок

Д) Для наглядности определения припусков поверхности детали, подвергаемые механической обработке, нумеруют и расчеты сводят в таблицу 2. В первую колонку заносят размер детали с допуском (данные берут из чертежа детали), во вторую колонку допуск размера детали, в третью – допуск размера заготовки, который определяют по таблице 1 ГОСТ Р 53464-2009 с учетом п.5.2. . Значение колонки 4 определяется как результат отношения колонки 2 к колонке 3. Значение пятой колонки определяется по таблице 7 ГОСТ Р 53464-2009. В шестую колонку заносятся номера поверхностей, образующих соответствующий размер (для цилиндрических поверхностей 1 номер, для плоских – 2 номера). В седьмую колонку заносится припуск на сторону, который определяется по таблице 6 ГОСТ Р 53464-2009 с учетом п.7.2. и п.7.6., в которых сказано, что припуски на сторону назначают дифференциально на каждую поверхность отливки. Так, общие припуски назначают по полным значениям общих допусков во всех случаях, кроме тех, когда поверхности являются телами вращения; противоположными поверхностями, используемыми в качестве взаимных баз при обработке и при индивидуальной обработке отливок с установкой их с выверкой обрабатываемой поверхности относительно номинальной поверхности. В этих случаях общие припуски назначают по половинным значениям общих допусков.

Это говорит о том, что для рассматриваемого случая общие припуски на сторону будем назначать по полным значениям допусков для поверхностей № 3;4;5;8 и по половинным значениям допусков для поверхностей № 1;2;6;7.

Колонка № 8 заполняется следующим образом. Припуски на размеры цилиндрических поверхностей определяются удвоением припуска на сторону и прибавляются для валов или вычитаются для отверстий к размерам деталей. Припуски на линейные размеры определяются состоянием поверхностей, которыми эти размеры связаны. При назначении величины припуска на поверхность, положение которой определяется двумя и более размерами отливки, устанавливается наибольшее значение припуска для данной поверхности. Так, на поверхность № 3 устанавливаются одновременно два припуска (2,2мм и 2,5мм) на два размера. Поэтому принимаем большее значение, т.е. 2,5 мм. Припуск на линейный размер определяется разностью припусков на его стороны (для размеров 23 и 41), либо суммой припусков на каждую сторону (для размера 45).

Проектирование заготовок

 Таблица 2.
 Расчет припусков и размеров отливки.

Чертежный размер детали, мм	Допуск к размеру детали, мм	Допуск к размеру заготовки, мм	Соотношение колонки №2 к колонке №3	Вид окончательной механической обработки	№ поверхности, обрабатываемой размер	Припуск на сторону, мм	Припуск на размер, мм	Размер заготовки, мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\varnothing 62H7^{(+0,03)}$	0,030	2,4	0,0125	ТОНКАЯ	1	2,7	$2,7 \cdot 2 = 5,4$	$\varnothing 56 \pm 1,2$
$\varnothing 42H9^{(+0,062)}$	0,062	2,4	0,0258	Чистовая	2	2,5	$2,5 \cdot 2 = 5,0$	$\varnothing 37 \pm 1,2$
$23 \pm 0,26$	0,520	2,0	0,260	Черновая	38	2,2 2,2	$2,5 - 2,2 = 0,3$	$23 \pm 0,33 \pm 1,0$
$41H14^{(+0,62)}$	0,620	2,4	0,258	Черновая	34	2,5 2,5	$2,5 - 2,5 = 0$	$41 \pm 1,2$
$45 \pm 0,5$	1,00	2,4	0,416	Черновая	59	2,5 0	$2,5 + 0 = 2,5$	$47,5 \pm 1,2$
$\varnothing 9H13^{(+0,22)}$	0,220	1,6	0,1375	Получистовая	6	2,0	$2,0 \cdot 2 = 4,0$	$\varnothing 5 \pm 0,8$
$\varnothing 13H12^{(+0,18)}$	0,180	1,8	0,10	Получистовая	7	2,1	$2,1 \cdot 2 = 4,2$	$\varnothing 8,8 \pm 0,9$

Е) Шероховатость поверхностей отливки определяется по таблице Г1 приложения Г по степени точности поверхностей отливки.

В рассматриваемом примере $Ra = 63$ мкм.

3.3 Проверка возможностей выбранного способа литья на получение необходимых размеров отверстий, полостей, толщины стенки детали.

Толщина стенок отливки должна быть меньше минимальной, определяемой материалом, габаритными размерами отливки и теплофизическими характеристиками литейной формы. В противном случае возможно возникновение недолива.

Габаритный размер отливки N определяется по формулам:

– для прямоугольных в плане отливок

$$N = \frac{2l + b + h}{3},$$

– для круглых в плане отливок

$$N = \frac{3d + h}{3},$$

где l , b , h , d – длина, ширина, высота и диаметр отливки соответственно, мм.

Условно принимают, что при $N < 200$ мм отливка является мелкой, при $200 < N < 1000$ мм – средней, при $N > 1000$ мм – крупной. Минимальные толщины стенок отливки приведены в таблице 3.

Таблица 3.

Минимальные толщины стенок отливок, мм

Сплав	Размер отливки	Способ литья				
		ЛПГФ	ЛОФ	ЛК	ЛВМ	ЛД
Чугун	мелкий	4÷5	2,5÷4,0	4÷6	-	-
	средний	6÷10	4÷8	8÷10	-	-
	крупный	12÷20	10÷15	-	-	-
Сталь	мелкий	5÷6	3,0÷4,5	8÷10	2÷4	-
	средний	8÷12	5÷10	12÷15	4÷6	-
	крупный	15÷30	12÷18	20÷30	-	-
Сплавы меди	мелкий	3÷4	2,5÷4,0	4÷6	-	1,5÷2,5
	средний	5÷8	3÷8	8÷10	-	-
	крупный	10÷15	8÷12	-	-	-
Сплавы алюминия	мелкий	2,5÷4,0	2,5÷4,0	2,5÷4,0	-	1,0÷1,6
	средний	5÷8	4÷7	3÷5	-	2÷3
	крупный	10÷15	8÷10	6÷10	-	-

Проектирование заготовок

Отверстия, выполняемые в литье, должны иметь диаметр больший, чем минимально допустимый для данного способа литья и материала d_{\min} (табл. 4).

Таблица 4.

Минимальные диаметры отливаемых отверстий

Способ литья	Материал	d_{\min} , мм	При глубине отверстия	
			глухого	сквозного
ЛПГФ	Чугун	10	$l \leq 3 \cdot d$	$l \leq 6 \cdot d$
	Сталь	$15 \div 20$		
ЛОФ	Чугун, сталь	$8 \div 10$	$l \leq 5 \cdot d$	$l \leq 10 \cdot d$
ЛК	Чугун	10	$l \leq 2 \cdot d$	$l \leq 3 \cdot d$
	Сталь	12		
ЛВМ	Сталь	6	$l \leq 2 \cdot d$	$l \leq 3 \cdot d$
ЛД	Алюминиевый сплав	$2 \div 3$	$l \leq 4 \cdot d$	$l \leq 8 \cdot d$
ЦЛ	Чугун, сталь	100	-	$l \leq 2 \cdot d$

При принятии решения о выполнении или невыполнении отверстия в отливке следует принимать во внимание, что наличие отверстия способствует выравниванию толщины стенок отливок и это благоприятно сказывается на свойствах отливки. Однако получение отверстия связано с дополнительными затратами. Для ЛПГФ это затраты на изготовление модельной оснастки, сборку, контроль литейной формы, выбивку стержней и т.д.

Расчетные размеры заготовки, рассмотренной в примере, необходимо сравнить с минимально допустимыми для выбранного способа литья. Так, при литье в ПГФ минимально допустимый диаметр отверстия для чугуна 10 мм минимально допустимая толщина стенки 6-10 мм. В приведенном примере расчетные значения диаметров отверстий ($\varnothing 5 \pm 0,8$; $\varnothing 8,8 \pm 0,9$) меньше допустимого, следовательно, эти отверстия в отливке выполняться не будут, а будут получаться при механической обработке. Минимальная расчетная толщина стенки $\delta_{\min \text{ расч.}} = (73 - 56,6) / 2 = 8,2 \text{ мм}$ позволяет ее выполнить в отливке.

3.4 Назначение литейных уклонов, радиусов, закруглений, сопряжений по ГОСТ 3212-92, РТМ 12-60, ОСТ 3-1284-72.

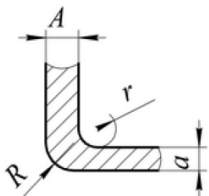
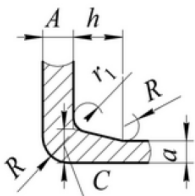
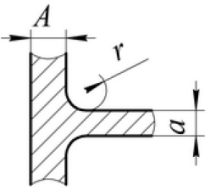
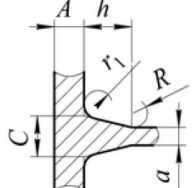
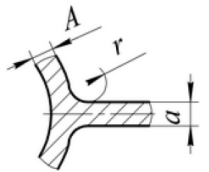
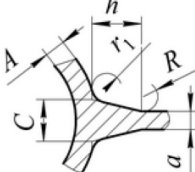
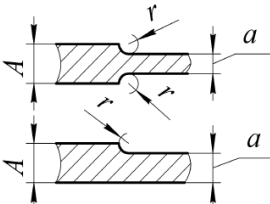
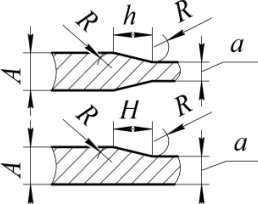
Переходы между стенками отливки должны выполняться закругленными, причем радиус сопряжения зависит от типа соединения, материала отливки и толщин сопрягаемых элементов.

Проектирование заготовок

Минимальные радиусы скругления для ЛПГФ, ЛОФ и ЛВМ – 5 мм, ЛК – 3 мм, ЛД – 0,5 мм. Значения геометрических параметров сопряжений элементов для отливок из чугуна и алюминиевых сплавов приведены в табл. 5, а для отливок из стали и медных сплавов эти значения увеличивают на 15-20 %. Определенные значения по табл. 5 округляют до ближайшего значения из нормально-го ряда чисел: 1, 2, 3, 5, 8, 10, 16, 20, 25 и т.д.

Таблица 5.

Геометрические параметры сопряжений элементов отливки

Соотношение толщин сопрягаемых элементов		Значения геометрических параметров
$A/a \leq 1,75$	$A/a > 1,75$	
		$C \approx 0,6 \cdot A$ $h \geq 6 \cdot (C - a)$ $r \approx (A + a) / 4$ $r_1 \approx (A + a) / 5$ $R \approx (A + a) / 2$
		$C \approx 0,6 \cdot A$ $h \geq 4 \cdot (C - a)$ $r \approx (A + a) / 4$ $r_1 \approx (A + a) / 4$ $R \approx (A + a) / 2$
		$C \approx 0,6 \cdot A$ $h \geq 4 \cdot (C - a)$ $r \approx (A + a) / 4$ $r_1 \approx (A + a) / 5$ $R \approx (A + a) / 2$
		$h \geq 4 \cdot (0,6 \cdot A - a)$ $H \geq 6 \cdot (0,6 \cdot A - a)$ $r \approx (A + a) / 4$ $R \approx (A + a) / 2$

Назначаем для рассматриваемой отливки формовочные уклоны $0^\circ 35'$ и радиусы закругления поверхностей 3 мм.

3.5 Выбор поверхности разъема формы.

При выборе поверхности разъема формы необходимо руководствоваться следующим:

- поверхность разъема должна обеспечивать наименьшие трудности изготовления ее формы и простоту стержней;
- модель должна свободно извлекаться из формы, согласно правилу световых теней;
- для обеспечения направленной кристаллизации наиболее массивные части отливки располагаются сверху или сбоку по разъему;
- ответственные части отливки следует располагать внизу или наклонно по отношению к плоскости разъема формы;
- линия разъема не должна находиться на черновой технологической базе (ЧТБ);
- при проектировании ступенчатых размеров заготовок необходимо учитывать, что если разность размеров двух соседних ступеней меньше допуска одного из них, то две ступени выполняются в одну.

Анализ различных вариантов расположения поверхности разъема формы показал, что для данной детали ее необходимо предусмотреть по фронтальной поверхности. Эта поверхность разъема обеспечивает наименьшую трудоемкость изготовления формы и возможность использования простой конструкции стержня, удовлетворяет правилу световых теней, наиболее ответственная часть отливки $\varnothing 62H7$ располагается в нижней части, не приходится на ЧТБ. Так как первой операцией механической обработки будет фрезерование плоскости основания, то заготовка будет устанавливаться на оправку, т.е. базирование будет происходить по внутренней цилиндрической поверхности.

Сравнение соседних размеров $\varnothing 55$ и $\varnothing 56,6 \pm 1,2$ показывает, что их разность $(56,6 - 55) = 1,6$ меньше допуска $2,4$, следовательно, эти два размера надо выполнять одного диаметра $\varnothing 55 \pm 1,2$.


3.6 Назначение технологических требований на отливку по ГОСТ Р 53464-2009.

Степень коробления элементов отливки определяется по таблице Б1 приложения Б по величине отношения наименьшего размера отливки к наибольшему (толщины или высоты к длине). Для нашего случая это отношение толщины лапок корпуса $14 \pm 0,9$ к их длине 145 равно $0,0965$, тогда степень коробления $5-8$. Принимаем 8 .

Допуск смещения отливки по плоскости разъема в диамет-

ральном выражении устанавливают по таблице 1 ГОСТ Р 53464-2009 на уровне класса размерной точности отливки по номинальному размеру наиболее тонкой из стенок отливки, выходящей на разъем или пересекающих его. Наиболее тонкой стенкой, выходящей на линию разъема, является 8,2 мм, следовательно, допуск смещения $SM = 2,4$ мм.

3.7 Оформление чертежа отливки (приложение 2 методических указаний).

Чертеж отливки выполняется по ГОСТ 3.1125-88. Разъем модели и формы показывают отрезком или ломаной штрихпунктирной линией, заканчивающейся знаком , над которой указывается буквенное обозначение разъема формы – МФ, для неразъемных моделей Ф, направление разъема, показывается сплошной линией, перпендикулярной к линии разъема \uparrow .

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. Допускается при несложных отливках припуски на механическую обработку не изображать, а указывать только величину припуска цифрой. Технологический припуск указывают цифрой со знаком (+) или минус (-) и буквой «Т» и проставляют на продолжении размерной линии или на поле линии-выноски, если нельзя разместить надпись и цифру на продолжении размерной линии.

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

Графическое изображение отливок должно быть выполнено на карте эскизов в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД. Допускается графический документ на отливку изображать на учетной копии чертежа, при этом элементы отливки следует выполнять красным цветом.

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

Внутренний контур обрабатываемых поверхностей, а также отверстий, впадин и выточек, не выполняемых в литье, изображают сплошной тонкой линией. Допускается при несложных отливках перечисленные элементы не изображать.

Стержни, их знаки и фиксаторы, разделительные дифраграммы и знаки модели изображают в масштабе чертежа сплошной тонкой линией, которую допускается выполнять синим цветом. Стержни в разрезе следует штриховать только у контурных

линий.

На чертеже отливки указывают технические требования, которые включают:

- пределы твердости материала отливки;
- сведения о материале-заменителе;
- обозначение точности отливки по ГОСТ Р 534640-2009.

Приводятся в следующем порядке: класс размерной точности, степень коробления, степень точности поверхностей, класс точности массы и допуск смещения. (например, точность отливки 11-8-16-11СМ2,4 ГОСТ Р 534640-2009.).

- допуск неровностей поверхностей отливки;
- указания об отделке необрабатываемых поверхностей;
- сведения о виде, количестве, размерах и местах расположения допускаемых литейных дефектов (раковины, трещины и т.п.) и возможных способах их устранения;
- формовочные уклоны (ГОСТ 3212–92), радиусы закруглений и т.п.;
- указание о маркировании;
- ссылки на другие документы, содержащие технические требования, (на отливки из стали ГОСТ 977–88, на отливки из чугуна – ГОСТ Р 534640-2009).

4. РАЗРАБОТКА ЧЕРТЕЖА ШТАМПОВАННОЙ ЗАГОТОВКИ

Для примера рассмотрим детали червяк. Червяк является деталью червячного редуктора и испытывает знакопеременные изгибающие и скручивающие нагрузки. Для обеспечения повышенных механических свойств червяка необходимо, чтобы структура металла имела волокнистое строение вдоль оси детали. Такое качество металл, как правило, приобретает после объемной пластической деформации. В свою очередь, вид и марка материала (сталь 45) позволяют это осуществить. Итак, для червяка принимаем вид получения заготовки – объемное пластическое деформирование, с учетом повышенных требований к механическим свойствам детали.

4.1 Выбор способа получения штампованной заготовки.

Выбор способа получения заготовки зависит от следующих факторов:

- типа производства;
- достигаемых параметров качества заготовок (шероховатости поверхности, точности размеров);

Проектирование заготовок

- конструктивных особенностей детали;
- типа применяемого оборудования;
- вида оснастки (открытый, закрытый, штамп выдавливания, количество ручьев штампа);
 - вида нагрева заготовки перед штамповкой (газопламенная, индукционная печь и т.д.);
 - количества переходов штамповки детали.

Ковку применяют в единичном и мелкосерийном производстве при изготовлении поковок массой 5 кг до 300 т. Ковка обуславливает большие припуски, значительный объем последующей механической обработки и повышение трудоемкости.

Горячая объемная штамповка наиболее эффективна в крупносерийном и массовом производстве поковок массой от нескольких граммов до 3 т, но чаще оказывается целесообразным изготовление поковок и штамповок массой 50-200 кг. Способ обеспечивает высокую точность заготовок, позволяет значительно сократить припуски и снизить трудоемкость изготовления детали.

Предпочтение должно быть отдано тем способам, которые обеспечивают максимальное приближение формы и размеров заготовки к форме и размерам детали.

Окончательно способ изготовления заготовки устанавливается после сравнительного технико-экономического расчета нескольких вариантов получения поковок.

Исходными заготовками дляковки и объемной штамповки служат слитки и сортовой прокат.

Слиток является заготовкой для крупных поковок.

Сортовой прокат используют для большинства штампованных и мелких кованных поковок. Длина прутков составляет 2-6 м. Горячекатаный прокат имеет квадратное или круглое поперечное сечение, размеры (диаметр, сторона квадрата) устанавливаются стандартами.

На рис. 1 и 2 приведены классификации поковок, штампуемых на горизонтально-ковочных машинах (рис. 1) и на молотах и горячештамповочных прессах (рис. 2).

Для рассматриваемого случая со среднесерийным типом производства, конфигурацией детали – «тело вращения», большими габаритными размерами ($\varnothing 32 \times 140$) и массой (0,368 кг), шероховатостью необрабатываемых поверхностей $Ra = 6,3$ мкм наиболее целесообразно для изготовления заготовки применять штамповку на кривошипном горячештамповочном прессе (КГШП) с использованием открытого штампа и предварительным нагревом заготовки в газопламенной печи.

Проектирование заготовок

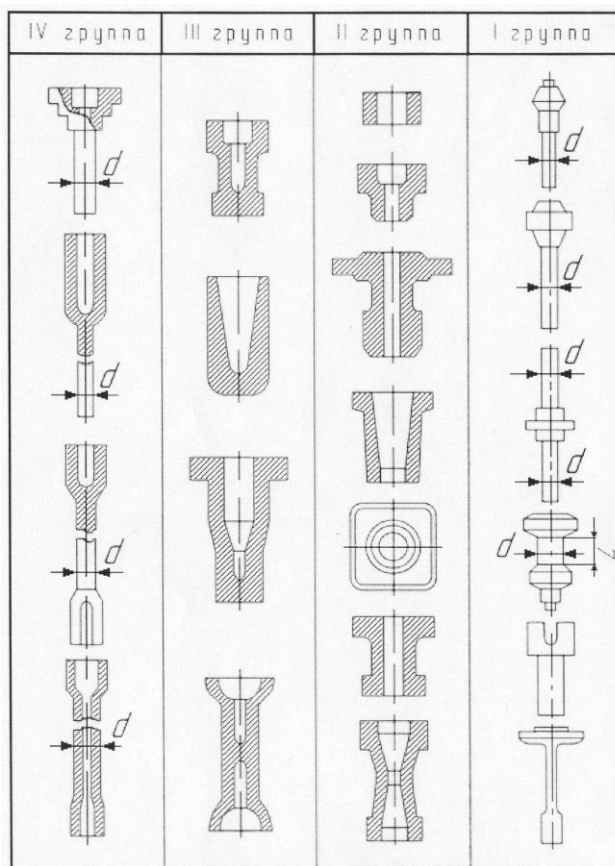


Рис. 1. Классификация поковок, штампуемых на горизонтально-ковочных машинах

Проектирование заготовок

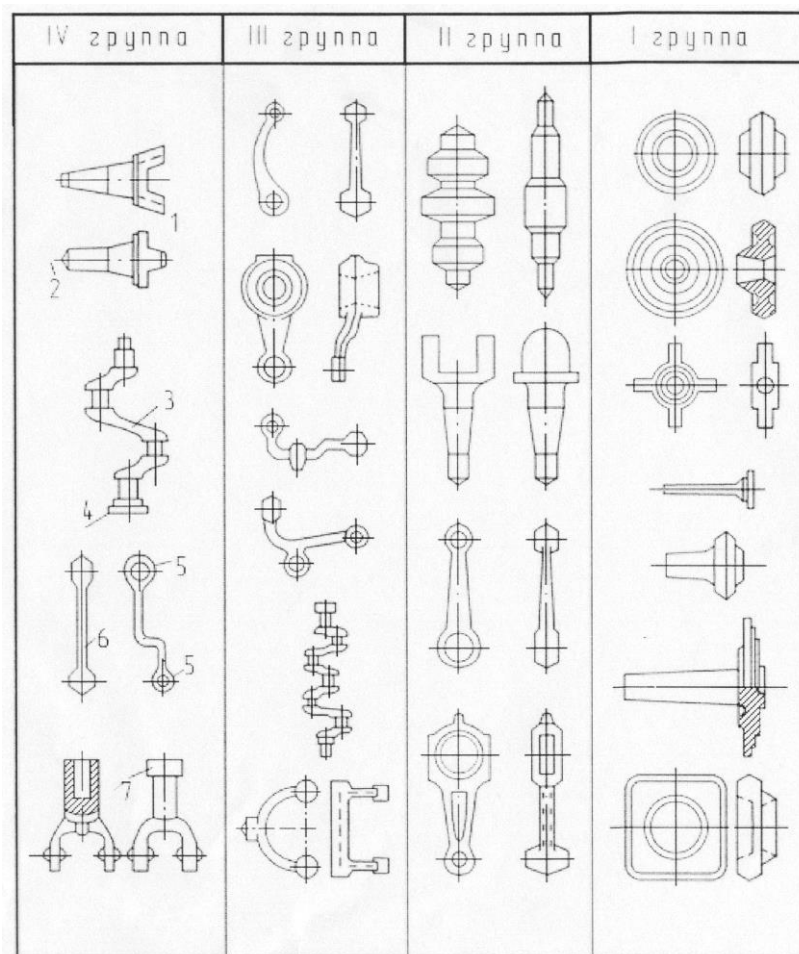


Рис.2. Классификация поковок, штампуемых на молотах и кривошипных горячештамповочных прессах

4.2 Назначение припусков на механическую обработку.

Назначение припусков производится по ГОСТ 7505-89.

А) Допуски, припуски и кузнечные напуски устанавливают в зависимости от конструктивных характеристик поковки и определяют исходя из шероховатости обработанной поверхности детали, а также в зависимости от величины размеров и следующие характеристики (табл.1);

Класс точности определяют по приложению 1, табл. 19. Для

Проектирование заготовок

КГШП и закрытой штамповки класс точности поковки – Т2.

Группу стали определяют по табл.1. Сталь 45 относится к группе стали М2.

Степень сложности поковки определяют по Приложению 2 ГОСТ 7505-89 путем вычисления отношения массы (объема) поковки к массе (объема) геометрической фигуры, в которую вписывается форма поковки:

$$C = \frac{m_{\text{пок.}}}{m_{\text{опис.ф.}}}$$

Ориентировочная расчетная масса поковки ($m_{\text{пок.}}$) определяется по формуле:

$$m_{\text{пок.}} = m_{\text{д}} \cdot K_p,$$

где $m_{\text{д}}$ – масса детали;

K_p – расчетный коэффициент, устанавливаемый в соответствии с приложением 3 (табл.20).

Для удлиненной формы детали с прямой осью $K_p = 1,3$ –1,6. Принимаем $K_p = 1,3$.

$$m_{\text{пок.}} = 0,368 \cdot 1,3 = 0,478 \text{ кг}$$

Определим массу описанной фигуры (цилиндра):

$$m_{\text{опис.ф.}} = 3,14 \cdot R^2 \cdot H \cdot \gamma,$$

где R – радиус описанной фигуры;

H – высота описанной фигуры;

γ – плотность материала заготовки.

$$m_{\text{опис.ф.}} = 3,14 \cdot (0,016)^2 \cdot 0,14 \cdot 7700 = 0,866 \text{ кг}$$

$$C = \frac{0,478}{0,866} = 0,551$$

Расчетное значение C сравним с табличным. Расчетное значение попадает в предел 0,32-0,63, следовательно, степень сложности С2.

Конфигурация поверхности разъема штампа для изготовления поковки червяка – плоская (П).

Б) Определение исходного индекса

Исходный индекс для последующего назначения основных припусков, допусков и допускаемых отклонений определяется в зависимости от массы, марки стали, степени сложности и класса точности поковки по формуле

$$\text{ИН} = \text{НИ} + (\text{МС} - 1) + (\text{СТ} - 1) + (\text{КТ} - 1)$$

где НИ – номер интервала, в который попадает масса поковки

Проектирование заготовок

Таблица 6

Номер интервала	Масса в кг.									
	До 0.5	Св. 0.5	Св. 1	Св. 1.8	Св. 3.2	Св. 5.6	Св. 10	Св. 20	Св. 50	Св. 125
		до 1	до 1.8	до 3.2	до 5.6	до 10	до 20	до 50	до 125	до 250
NI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

MS - группа стали (MS=1 для группы стали M1, MS=2 для группы стали M2, MS=3 для группы стали M3);

ST - степень сложности поковки (ST=1 для C1, ST=2 для C2, ST=3 для C3, ST=4 для C4);

KT - класс точности (KT=1 для T1, KT=2 для T2, KT=3 для T3, KT=4 для T4).

Для рассматриваемого червяка ИH=5.

В) Определение припусков на механическую обработку.

Основные припуски на механическую обработку поковок в зависимости от исходного индекса, линейных размеров и шероховатости поверхности устанавливаются по табл. 3 ГОСТ 7505-89, для наглядности определения припусков все поверхности детали нумеруют и расчеты сводят в таблицу 7.

Таблица 7. Определение припусков и размеров поковки.

Размер детали, мм	№ поверхности	Шероховатость поверхности, Ra, мкм	Припуск на сторону, мм	Припуск на размер, мм	Размер заготовки, мм
$\varnothing 15 \pm 0,006$	1	0,8	0,9	$0,9 \cdot 2 = 1,8$	$\varnothing 16,8^{+0,5}_{-0,2}$
$\varnothing 32_{-0,025}$	2	1,6	0,8	$0,8 \cdot 2 = 1,6$	$\varnothing 33,6^{+0,5}_{-0,2}$
$\varnothing 15 \pm 0,006$	3	1,6	0,8	$0,8 \cdot 2 = 1,6$	$\varnothing 16,6^{+0,5}_{-0,2}$
$\varnothing 14_{-0,011}$	4	0,8	0,9	$0,9 \cdot 2 = 1,8$	$\varnothing 15,8^{+0,5}_{-0,2}$
$60 \pm 0,02$	5 6	0,8 0,8	1,0 1,0	$1,0 + 1,0 = 2,0$	$62^{+0,5}_{-0,3}$

Проектирование заготовок

Допуски и предельные отклонения размеров устанавливаются по табл. 8. Две ступени $\varnothing 16,6$ и $\varnothing 15,8$ следует выполнять в одну – большего диаметра.

Г) Определение минимальной величины радиусов закругления наружных узлов поковки в зависимости от глубины полости ручья штампа выполняется по табл. 7. Для данной детали глубина полости ручья штампа будет равна половине максимального диаметра поковки, т.е. 16,8 мм. Тогда величина радиусов закруглений наружных углов поковки равна 1,6 мм.

Д) Допускаемая величина смещения по поверхности разреза штампа определяется по табл. 9 и равна 0,2 мм.

Е) Допускаемая величина высоты заусенца на поковке по контуру обрезки облоя определяется в п.5.10 и для данной поковки не должна превышать 2 мм.

Ж) Кузнечные напуски выполняются согласно п.6.. Кузнечные напуски могут быть образованы на поковке штамповочными уклонами, радиусами закругления внутренних углов, непробиваемой перемычкой в отверстиях и невыполнимыми в штамповочных операциях поднутрениями и полостями.

З) Штамповочные уклоны не должны превышать величины, установленной в таблице 18. Для нашего случая наружные штамповочные уклоны не должны превышать 5° . На поверхностях отверстий в поковках, изготовленных на ГКМ, штамповочный уклон не должен превышать 3° . У изготовленных на штамповочных молотах и прессах без выталкивателей поковок, имеющих элементы в виде ребра, выступа, реборды с отношением их высоты к ширине более 2,5, допускается штамповочный уклон до 10° на внешней поверхности и до 12° на внутренней поверхности.

Впадины и углубления в поковке, когда их оси параллельны направлению движения одной из подвижных частей штампа, а диаметр или наименьший поперечный размер не менее 30 мм, выполняют глубиной до 0,8 их диаметра или наименьшего поперечного размера – при изготовлении на молотах и прессах и до трех диаметров – при изготовлении на горизонтально-ковочных машинах.

В поковке выполняют сквозные отверстия при двухстороннем углублении, если при ее изготовлении их оси параллельны направлению движения одной из подвижных частей штампа диаметр сквозного отверстия не менее 30 мм, а толщина поковки в месте пробивки – не более диаметра пробиваемого отверстия.

4.3 Установленные линии разъема штампа

При штамповке на молотах и КГШП штамп состоит из верхней и нижней части. Поверхность раздела этих частей называется поверхностью разъема штампа, которая назначается с учетом:

- возможности свободного извлечения поковки из штампа;
- расположения более глубоких труднозаполняемых полостей в верхней части молотового штампа, т.к. при штамповке под молотом металл лучше течет вверх;
- упрощения конструкции молотового и обрезного штампов;
- снижения отходов в облой за счет уменьшения его периметра соответствующим расположением поковки в ручье;
- удобством обрезки облоя;
- уравнивания сдвигающих усилий;
- требуемой направленности волокон в поковке;
- недопустимостью совпадения с черновой технологической базой.

Целесообразно, чтобы плоскость разъема совпадала с плоскостью двух наибольших габаритных размеров детали.

Примеры выбора плоскости разъема штампа приведены в таблице

Проектирование заготовок

Неправильно	Правильно
Не на одной высоте 	На одной высоте
Менее 4ϕ 	
Более 4ϕ 	Более 4ϕ
Менее 3ϕ 	До 2ϕ Допустимо 3ϕ
Более 3ϕ 	Более 3ϕ

Принимаем решение о том, чтобы плоскость разреза штампа проходила через ось червяка.

4.4 Оформление чертежа поковки по ГОСТ 3.1126-88 (приложение 4 настоящих методических указаний).

На чертеже поковки допускается наносить контур детали, выполняя его тонкой штрихпунктирной линией с двумя точками, при этом допускается не изображать отдельные элементы детали.

Чертеж поковки должен содержать все данные, необходимые для ее изготовления, контроля и приемки. Допускается наносить под размерами поковки размеры детали в круглых скобках. Расположение плоскости разъема формообразующих поверхностей штампа следует изображать тонкой штрихпунктирной линией, обозначенной на концах знаком

Допуски формы и расположения поверхностей поковки выполняются согласно ГОСТ 2.308-79.

В технических требованиях указывают: группу по видам испытаний (ГОСТ 8479–70); класс точности поковки, группа стали, степень сложности; исходный индекс (ГОСТ 7505–89); вид термообработки; неуказанные предельные отклонения размеров, радиусов закруглений, штамповочных уклонов; допускаемые отклонения расположения по ГОСТ 2.308-68; допускаемую величину заусенца; допускаемые смещения по поверхности разъема штампа; виды и величины внешних дефектов; состояние поверхности и способ ее очистки; место маркировки (шифр детали, клеймо ОТК), ссылки на другие документы, содержащие технические требования, распространяющиеся на данные изделия, но не приведенные на чертеже (ГОСТ 8479-70).

5. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА МЕТОДА ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВКИ

При выборе заготовки необходимо производить технико-экономические расчеты и искать наиболее выгодный вариант. Выбор оптимального способа производства заготовок осуществляют путём сопоставления технико-экономических показателей рассматриваемых технологических вариантов.

Оценку различных вариантов получения заготовок чаще всего производят по двум показателям:

1) коэффициенту использования материала заготовки:

$$K_{им} = q/Q,$$

где q и Q - соответственно масса детали и заготовки;

Лучшим считается вариант с наибольшим коэффициентом использования материала.

2) себестоимости изготовления детали C_d .

Сравнение вариантов обычно производят не по полной себестоимости, а по так называемой технологической себестоимости деталей $C_{дт}$ из заготовок, полученных различными способами. Лучшим считается вариант с наименьшей себестоимостью.

Технологическая себестоимость включает только те статьи затрат, величина которых меняется при переходе от одного про-

цесса к другому. При этом расчёт себестоимости должен учитывать затраты как в заготовительной фазе производства, так и при последующей механической обработке. Только в случаях, когда себестоимость механической обработки не зависит от способа производства заготовки, допускается вести расчёт только по затратам заготовительного производства, т.е определять $C_{зт}$.

Затраты на заготовку $C_{заг}$ определяются в зависимости от материала, вида и способа получения заготовки. Вначале устанавливают материал заготовки, её тип (отливка, поковка, фасонный прокат, труба и т.п.), разрабатывают чертёж заготовки и определяют её массу Q . Масса заготовки – сумма массы детали и массы всего припуску, оставленного под механическую обработку.

5.1. Определение затрат на заготовки из проката

Если заготовкой является проволока, прокат, труба и т. п., то в зависимости от материала, формы поперечного сечения, размеров и точности проекта по прейскурантам определяют оптимальную цену единицы массы заготовки $C_{пр}$. Технологическая себестоимость заготовки $C_{зт}$ в этом случае определяется исходя из стоимости проката, требующегося на изготовление детали как:

$$C_{зт} = C_{пр} \cdot K_{ф} \cdot Q - (Q - q) \cdot C_{отх} + \Sigma C_{оз},$$

где $C_{пр}$ - цена одного кг материала заготовки из проката, руб.;

$K_{ф}$ - коэффициент, учитывающий форму заказа металлопроката;

$C_{отх}$ – цена 1 кг отходов материала, руб;

$\Sigma C_{оз}$ – технологическая себестоимость операций правки, калибрования прутков, разрезки их на штучные заготовки:

$$C_{оз} = C_{пз} \cdot \frac{t_{шт}}{60 \cdot k_{вн}},$$

где $C_{пз}$ – часовые приведенные затраты на рабочем месте, руб/ч;

$t_{шт}$ – штучное или штучно-калькуляционное время выполнения заготовительной операции (правки, калибрования, резки и др.), мин;

$k_{вн}$ – коэффициент выполнения норм, обычно принимается равным 1,3.

Приведенные затраты, приходящиеся на 1 ч работы заготовительного оборудования, имеют значения, указанные в табл. 8.

Проектирование заготовок

Таблица 8. Приведенные затраты на рабочем месте в руб/ч

Заготовительные операции	$C_{пз}$
Резка заготовок диаметром до 55 мм на ножницах сортовых модели Н1834	8,83
Резка заготовок диаметром до 140 мм на ножницах сортовых модели 1838	16,29
Резка на отрезных станках, работающих дисковыми пилами	1,21
Правка на автоматах	2 ...2,5

Трудоёмкость выполнения операций может быть определена с помощью укрупнённых нормативов, представленных в табл. 36 и 37.

Применяют различные формы заказа металлопроката. В зависимости от условий, оговариваемых заказчиком, металлопрокат поставляется нормальной (немерной), кратной и мерной длины.

Значения коэффициента K_{ϕ} составляют:

для проката нормальной длины-1,0

для проката кратной длины-1,03

для проката мерной длины-1,06

Стоимость некоторых металлов $C_{пр}$ приводится в таблице 9. (Прейскуранты № 01-02, 01-03, 01-04, 02-06). При пользовании таблицы 9 необходимо учитывать, что пределы цен от и до указаны для сталей диаметром от 8 до 250 мм. Большие цены для меньших диаметров. По автоматным сталям диаметры от 8 до 100 мм.

Таблица 9. Оптовые цены на некоторые металлы

НАИМЕНОВАНИЕ	Цена за 1 кг в руб.
1	2
Сталь обыкновенного качества круглая и квадратная	
Углеродистая Ст 0, Ст 3	0,106÷0,124
Углеродистая Ст 3, Ст 4, Ст 5	0,114÷0,132
Сталь качественная круглая, квадратная и шестигранная	
Углеродистая 10, 20, 30, 40, 45, 50, 55	0,136÷0,185

Проектирование заготовок

Легированная 15Х, 20Х, 30Х, 35Х, 40Х, 45Х,	0,141÷0,168
Легированная 1 8ХГТ, 30ХГТ, 20ХГР	0,147÷0,171
Легированная 15ХГС, 30ХГС	0,170÷0,203
Легированная 12ХНЗА, 30ХНЗА	0,279÷0,309
Легированная 20ХНР	0,187÷0,215
Автоматная А12, А20, А30, А40Г	0,131÷0,157
Шарикоподшипниковая ШХ9, ШХ15	0,207÷0,259
Шарикоподшипниковая ШХ15СГ	0,224÷0,287

Сталь высокоуглеродистая круглая

Качественная У7, У8, У9, У10, У11, У12, У13	0,156÷0,187
Высококачественная У7А, ... , У13А	0,167÷0,198
Легированная ХВГ	0,506÷0,555

Сталь качественная калиброванная (холоднотянутая) круглая

Углеродистая 35, 40, 45, 50, 55, 60	0,176÷0,263
Автоматная А12, А20	0,171÷0,235
Шарикоподшипниковая ШХ9, ШХ15	0,260÷0,364

Трубы горячедеформированные, Сталь 15 ... 25 (цена за 1 м)

∅ 54 мм, стенка 10 мм.	2,28
∅ 70 мм, стенка 10 мм.	2,94
∅ 89 мм, стенка 10 мм.	3,77

Трубы холоднокатаные, Сталь 15 ... 25 (цена за 1 м)

∅ 102 мм, стенка 20 мм.	9,23
∅ 120 мм, стенка 24 мм.	11,3
∅ 150 мм, стенка 24 мм.	21,9

Трубы горячедеформированные из стали ШХ15 (цена за 1 м)

Проектирование заготовок

∅ 90 мм, стенка 11 мм.	6,3
∅ 90 мм, стенка 19 мм.	11,9
Прутки из цветных сплавов	
Латунные ∅ 17...50 мм Л62, ЛС59-1,	1,140÷1,180
Алюминиевые ∅ 11 ... 44 мм АМГ-3	1,180÷1,230
Бронзовые ∅ 17 ... 40 мм БР Б2	7,910÷7,960
Примечание. Большие значения цен указаны для сталей ∅ 10 мм, меньшие – для автоматных сталей ∅ 100 мм, для остальных - ∅ 250 мм.	

Заготовительные цены на стружку чёрных и цветных металлов приведены в табл. 10.

Таблица 10. Заготовительные цены на стружку чёрных и цветных металлов (прейскуранты 01-03 и 02-05 1980 г.)

Вид стружки	Цена за 1 кг, руб
Чугунная	0,0248
Стальная	0,0226 ... 0,0281
Латунная	0,341 ... 0,404
Бронзовая	0,507 ... 1,083
Алюминиевая	0,240 ... 0,315

5.2 Определение затрат на литые заготовки

Если заготовкой является отливка то в зависимости от материала, массы и группы сложности по прейскуранту №25-01 определяют базовую оптовую цену данного типа заготовок, отнесенную к единице массы. Затем в зависимости от типа производства и группы серийности определяют доплату к базовой цене (в процентах) и фактическую оптовую цену заготовки $C_{опт}$, с помощью которой вычисляют себестоимость спроектированной заготовки $C_{зт}$.

Стоимость заготовок, получаемых такими методами, как литье в обычные песчано-глинистые формы и кокили, литье по выплавляемым моделям, литье под давлением, с достаточной для стадии проектирования точностью можно определить по формуле:

$$C_{зт} = Q \cdot C_{от} - (Q - q) \cdot C_{отх} = Q \cdot C_{от}^6 \cdot k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_n - (Q -$$

Проектирование заготовок

 $q) \cdot C_{отх},$

где $C_{от}^6$ - базовая стоимость одного кг литых заготовок, руб;

k_T, k_C, k_B, k_M, k_P – коэффициенты доплат, зависящие от класса точности, группы сложности, массы, марки материала и объема производства заготовок.

Заготовительные цены $C_{отх}$ на стружку чёрных и цветных металлов приведены в табл. 10.

5.2.1 Литьё в песчано-глинистые формы

Для отливок, полученных литьем в обычных песчано-глинистых формах, рекомендуется пользоваться ниже приведенными данными.

Базовая стоимость одного кг отливок $C_{от}^6 = 0,36$ руб. (отливки из серого чугуна марок СЧ10; СЧ15; СЧ18 массой 1...3 кг, 13-го класса точности по ГОСТ 26695-85, 3-й группы сложности и 3-й группы серийности. Прейскурант № 25-01, 1980 г.).

Коэффициенты k_T, k_C, k_B, k_M и k_P выбираются по данным табл. 11-16.

 Таблица 11. Значения коэффициента k_T

Материал отливки		кг
чёрные металлы	цветные металлы	
класс точности отливки	класс точности отливки	
4 ... 7	3т ... 5т	1,1
7 ... 11т	5 ... 9т	1,05
11 ... 15т	9 ... 13	1,0

 Таблица 12. Значения коэффициента k_C

Материал отливки	Группа сложности				
	I	II	III	IV	V
Чугун, сталь	0,7	0,83	1,0	1,2	1,45
Алюминиевые сплавы	0,82	0,89	1,0	1,1	1,22

Проектирование заготовок

Медные сплавы и бронза	0,97	0,98	1,0	1,02	1,04
------------------------	------	------	-----	------	------

I группа - удлиненные детали типа тела вращения, которые можно отливать не только стационарным, но и центробежным способом. К ним относятся простые и биметаллические вкладыши, некоторые втулки и гильзы, трубы, цилиндры, некоторые типы шпинделей с фланцами, коленчатые валы и распределительные валы и др. Отношение длины к диаметру у таких деталей больше единицы.

II группа - детали типа дисков: маховики, и основные диски муфт сцепления, шкивы, диски, корпуса подшипников.

III группа - простые по конфигурации коробчатые плоские детали, для формовки которых не требуется большого количества стержней. К этой группе относятся передние, боковые и нижние крышки двигателей; крышки коробок скоростей, передних бабок других корпусных деталей; суппорты станков; кронштейны; планки; вилки; рычаги.

IV групп - закрытые корпусные детали коробчатого типа, внутри которых монтируются механизмы машин. Это - блоки и головки цилиндров автомобильных, тракторных и других двигателей; корпуса коробок передач; картеры рулевого управления; передние бабки, коробки подач и фартуки токарных станков; коробки скоростей и подач сверлильных станков и другие детали сложной формы, для изготовления которых требуется значительное количество стержней при формовке.

V группа - крупные и тяжелые коробчатые детали, на которых обычно монтируются узлы и механизмы машин. К ним можно отнести коробчатые литые рамы тракторов и сельскохозяйственных машин, станины металлорежущих станков и литейных машин, а также прессов, компрессоров и других машин. Внутри таких деталей обычно не монтируются какие-либо механизмы, т.е. они служат как несущие конструкции.

Проектирование заготовок

 Таблица 13. Значения коэффициента k_b

Масса от-	Материал отливок:			
	чугун	сталь	алюминиевые сплавы	бронза
0,5-1,0	1,1	1,07	1,05	1,01
1,0-3,0	1,0	1,0	1,0	1,0
3,0-10,0	0,91	0,93	0,96	0,99
10,0-20,0	0,84	0,87	0,94	0,99
20,0-50,0	0,8	0,82	0,92	0,98
50-200	0,74	0,78	0,89	0,97
200-500	0,67	0,74	0,87	0,96

 Таблица 14. Значения коэффициента k_m

Вид материала	Марка материала	k_m
Чугун	СЧ10, СЧ15, СЧ18	1,0
	СЧ20, СЧ25, СЧ30	1,04
	СЧ35, СЧ40, СЧ45	1,08
	ВЧ45-5, ВЧ50-2	1,19
	КЧ30-6, КЧ33-8, КЧ35-10	1,12
Сталь	углеродистая	1,22
	низколегированная	1,26
	легированная	1,93
Сплав цветных металлов	алюминиевый	5,94
	медноцинковый	5,53
	бронза оловянисто-свинцовая	6,72

 Таблица 15. Значения коэффициента k_n

Материал отлив-	Группа серийности				
	массовое	кр-серий.	серийное	мелко-сер.	единичн.
Чугун	0,52	0,76	1,0	1,2	1,44
Сталь	0,5	0,77	1,0	1,2	1,48

Проектирование заготовок

Алюминиевые сплавы	0,77	0,9	1,0	1,11	1,22
Медноцинковые сплавы и бронза	0,82	0,92	1,0	1,1	1,17

Чтобы определить коэффициент K_n необходимо сначала установить группу серийности по табл. 16, а затем на основании группы серийности по табл. 14 найти значения K_n .

Таблица 16. Группы серийности отливок в зависимости от способа получения и объема производства

Масса отливки, кг	Объем (тыс. шт.) при группах серийности:		
	1-масс. и круп-	2-серийное	3-единичное
Литье в обычные земляные формы и кокилы			
0,5-1,0	>500	100-500	<100
1,0-3,0	>350	75-350	<75
3,0-10	>200	30-200	<30
10-20	>100	15-100	<15
20-50	>60	10-60	<10
50-200	>40	7,5-40	<7,5
200-500	>25	4,5-25	<4,5
Литье по выплавляемым моделям			
0,1-0,2	>400	300-400	<300
0,2-0,5	>300	225-300	<225
0,5-1,0	>15	11-15	<11
1,0-2,0	>12	9-12	<9
2,0-5,0	>10	7-10	<7
5,0-10	>4	3-4	<3
>10	>3	2-3	<2
Литье под давлением			
0,1-0,2	>600	450-600	<450

Проектирование заготовок

0,2-0,5	>500	375-500	<375
0,5-1,0	>400	300-400	<300
1,0-2,0	>300	225-300	<225
2,0-5,0	>200	150-200	<150
5,0-10	>100	75-100	<75
>10	>50	35-50	<35

При отсутствии нормативных данных для расчёта фактической стоимости литья $C_{от}$ можно воспользоваться ориентировочными ценами на отливки, изготавливаемые в песчаных формах, которые приведены в табл. 17.

Таблица 17. Оптовые цены на отливки, руб. за тонну

Сплав	Масса одной отливки, кг	Группа сложности				
		1	2	3	4	5
Чугун СЧ-10 СЧ-20 СЧ-30 и др.	3-10	1950	2400	2850	3360	3900
	10-20	1750	2150	2600	3100	3650
	50-200	1650	2000	2450	2950	3450
Сталь 15Л,20Л 25Л,30Л 35Л, 40Л 45Л,50Л 55Л	3-10	2200	2650	3250	3950	4750
	10-20	2000	2450	3050	3700	4600
	20-50	1850	2300	2850	2500	4300
	50-200	1750	2150	2700	3300	4100
Алюминиевые сплавы АЛ-2, АЛ-4, АЛ-9 и др.	0,5-1,0	11850	13000	11300	15700	17300
	1-3	11400	12550	13850	15250	16860
	3-10	10900	12050	13350	14750	16350
	10-20	10600	11750	13050	14450	16050
	20-50	10350	1150	12800	14200	15700

5.2.2. Литье по выплавляемым моделям

Для отливок, полученных литьем по выплавляемым моделям, за базовую принята стоимость одного кг. $C_{от} = 1,985$ руб. (отливки из углеродистой стали, массой 0,1-0,2 кг, 3-й группы сложности, 2-й группы серийности. Прейскурант 25-01, 1980 г.).

Коэффициенты k_T , k_c , k_b , k_m и k_n выбираются по следующим данным.

Независимо от точности отливок значения коэффициента k_T принимаются равными 1.

В зависимости от материала отливок значения коэффициента k_m следующие:

Сталь углеродистая 1,00

Сталь низколегированная 1,08

Сталь высоколегированная 1,10

Медные сплавы 2,44

Бронза безоловянистая 2,11

Бронза оловянистая 2,40

Коэффициенты, зависящие от группы сложности отливок k_c и массы k_b принимаются по табл. 18 и 19.

Таблица 18. Значения коэффициентов k_c

Материал отливки	Группа сложности:				
	I	II	III	IV	V
Сталь углеродистая	0,86	0,92	1,0	1,12	1,24
Сталь низколегированная	0,86	0,93	1,0	1,11	1,23
Сталь высоколегированная	0,85	0,90	1,0	1,12	1,26
Медные сплавы	0,865	0,925	1,0	1,15	1,26
Бронза безоловянистая	0,9	0,95	1,0	1,08	1,19
Бронза оловянистая	0,92	0,95	1,0	1,10	1,15

Таблица 19. Значение коэффициентов k_b

Масса отливок, кг	Материал отливок:				
	сталь углеродистая и низколегированная	сталь высоколегированная	медный сплав	бронза Безоловянистая	бронза оловянистая
0,05-	1,37	1,31	1,20	1,30	1,30
0,10-	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
0,20-	0,75	0,78	0,95	0,79	0,83
0,50-1,0	0,7	0,74	0,89	0,76	0,80
1,0-2,0	0,62	0,63	0,86	0,71	0,76
2,0-5,0	0,50	0,63	0,82	0,64	0,70
5,0-10,0	0,45	0,48	0,78	0,61	0,67
>10,0	0,38	0,40	0,72	0,57	0,64

Коэффициент k_n для отливок, получаемых по выплавляемым деталям, определяется независимо от марки материала отливки. Группа серийности, на основании которой выбираются значения коэффициента k_n , приведены в табл.16. Значения коэффициента k_n в зависимости от группы серийности составляют:

1-я группа серийности 0,83

2-я группа серийности 1,00

3-я группа серийности 1,23

5.2.3. Литьё в оболочковые формы

Для отливок, получаемых литьём в оболочковые формы, в качестве базовой принята стоимость одного кг отливок $C_{от}^6 = 0,534$ руб/ (отливки из серого чугуна марок СЧ 10, СЧ 15, СЧ 18, массой 1...2,5 кг, 11...15т классов точности по ГОСТ Р 53464-2009, 3-й группы сложности, 5-й группы серийности, Прейскурант № 25-01, 1980г.).

Коэффициенты k_T , k_C , k_B , k_M , и k_n выбираются по следующим данным.

Коэффициент k_T , зависящий от класса точности, для отливок из чёрных металлов принимается по табл. 11.

Коэффициент k_C , зависящий от группы сложности отливок, определяется по табл. 20.

Проектирование заготовок

 Таблица 20. Значение коэффициента k_c

Материал отливки	Группа сложности				
	I	II	III	IV	V
Чугун серый	0,78	0,9	1	1,14	1,3
Сталь углеродистая	0,8	0,91	1	1,15	1,27
Сталь легированная	0,7	0,85	1	1,15	1,24

Коэффициент k_b , зависящий от массы отливок, определяется по табл. 21.

 Таблица 21. Значение коэффициента k_b

Масса отливки, кг	Материал отливки		
	чугун	сталь легированная	сталь углеродистая
0,4...1	1,08	1,16	1,1
1...2,5	1	1	1
2,5...4	0,94	0,96	0,96
4...10	0,86	0,9	0,86
10...25	0,78	0,84	0,78
25...63	0,72	0,78	0,69
63...250	0,69	0,73	0,6

Коэффициент k_m принимается в зависимости от марки материала:

СЧ10, СЧ15, СЧ 18 – 1;

СЧ20, СЧ25, СЧ30 – 1,04;

СЧ35, СЧ40, СЧ45 – 1,11;

сталь 15Л, 20Л, 25Л, 30Л, 35Л, 40Л, 45Л, 50Л, 55Л – 1,36;

сталь легированная – 2,67.

Коэффициент k_n определяется по табл. 22 в зависимости от группы серийности отливки, которая принимается по табл. 23.

Таблица 22. Значение коэффициентов k_n для отливок в оболочковые формы

Материал отливки	Группа серийности отливки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Чугун и углеродистая сталь	0,75	0,82	0,88	0,94	1	1,06	1,1	1,15	1,2	1,25
Легированная сталь	0,88	0,92	0,95	0,97	1	1,03	1,05	1,07	1,1	1,15

5.2.4. Литьё в кокиль необлицованный

Для отливок, полученных литьём в кокиль необлицованный, за базовую принята стоимость одного кг отливок $C_{от}^6 = 0,318$ руб (отливки из чугуна СЧ 10, СЧ 15, СЧ 18, массой 1...4 кг, 3-й группы сложности, 2-й группы серийности. Прейскурант № 25-01, 1980 г.).

Независимо от класса точности отливок значение коэффициента k_f принимается равным 1.

Коэффициенты, зависящие от группы сложности отливок k_c и их массы k_b , принимаются по табл. 24 и 25.

Таблица 24. Значения коэффициентов k_c для отливок в необлицованный кокиль

Материал отливки	Группа сложности				
	I	II	III	IV	V
Чугун и сталь	0,69	0,83	1	1,18	1,4
Алюминий	0,84	0,91	1	1,05	1,11
Латунь	0,89	0,95	1	1,06	1,13
Бронза	0,95	0,97	1	1,03	1,065

Таблица 25. Значения коэффициентов k_b для отливок в необлицованный кокиль

Масса, кг	Отливки чугунные	Отливки стальные	Отливки алюмин., латун. и бронз.
0,4...1	1,11...1,06	1,12...1,05	1,02
1...4	1	1	1
4...10	0,9	0,9...0,95	0,9
10...25	0,84	0,8...0,9	0,98
25...63	0,78	0,78...0,85	0,97
63...250	0,72	0,72...0,8	0,96
250...630	0,66	0,64...0,74	0,95

Примечание. Коэффициенты k_b представлены в виде предельных значений: первые относятся к 1-й группе сложности; вторые - 5-й. Коэффициенты для остальных групп сложности можно определить интерполяцией.

Проектирование заготовок

Таблица 26. Группы серийности отливок, получаемых в оболочковых формах

Масса отливки, кг	Группа серийности									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	количество отливок, тыс. шт.									
До 0,25	≥2000	1000-2000	500-1000	200-500	100-200	35-100	15-35	2,5-15	0,5-2,5	≤0,5
0.25...0,63	1400	700-1400	400-700	150-400	70-150	30-70	12-30	2-12	0,4-2	0,4
0.63...1	1000	500-1000	300-500	100-300	40-100	20-40	8-20	1,5-8	0,3-1,5	0,3
1...2,5	700	350-700	200-350	75-200	20-75	12-20	4-12	1-4	0,2-1	0,2
2,5...1,0	400	200-400	100-200	30-100	12-30	6-12	2-6	0,5-2	0,12-0,5	0,12
10...25	200	100-200	50-100	15-50	8-15	3-8	1-3	0,3-1	0,07-0,3	0,07
25...63	120	60-120	30-60	10-30	6-10	2-6	0,8-2,5	0,2-0,8	0,05-0,2	0,05
63...100	80	40-80	20-40	7,5-20	4-7,5	1,5-4	0,6-1,5	0,1-0,6	0,04-0,1	0,04
100...160	50	25-50	12-25	5,5-12	2,5-5,5	1-2,5	0,45-1	0,7-0,4	0,03-0,07	0,03

Значения коэффициента k_m , в зависимости от материала отливок следующие:

СЧ10, СЧ15, СЧ18 - 1;

СЧ 20, СЧ 25, СЧ30 - 1,06;

СЧ35, СЧ40, СЧ45 - 1,09;

ВЧ48-17, т 45-5, ВЧ 50-2 - 1,21;

КЧ 30-6, КЧ30-4, КЧ63-2 - 1,13;

сталь 15Л...55Л - 1,18;

низкоуглеродистая 35ХГСЛ и др. - 1,2;

алюминиевые сплавы АЛ-2, АЛ-4, АЛ-9 - 4,23;

латунь ЛС59-1, ЯС74-3 и др. - 4,25;

бронза оловянисто-свинцовая литейная - 5,64.

Проектирование заготовок

Значения коэффициента k_n для отливок в необлицованный кокиль в зависимости от группы серийности следующие: 1-й - 0,95; 2-й - 1; 3-й - 1,15. Группа серийности отливок определяется по табл. 27.

Таблица 27. Группы серийности отливок в кокиль

Масса, кг	Группа серийности		
	1	2	3
	Количество отливок, тыс. шт.		
0,25...0,63	≥ 70	15...70	≤ 15
0,63.. 1	≥ 40	10...40	≤ 10
1.. 2,5	≥ 20	6...20	≤ 6
2,5...10	≥ 12	3...12	≤ 3
10...25	≥ 8	1,5...8	$\leq 1,5$
25...63	≥ 6	1,2...6	$\leq 1,2$
63...160	≥ 4	0,75...4	$\leq 0,75$
160...630	$\geq 2,5$	0,5...2,5	$\leq 0,5$

5.2.5. Литьё в кокиль облицованный

Для отливок в облицованный кокиль за базовую принята стоимость одного кг $C_{от}^6 = 0,456$ руб. (отливки из чугуна СЧ10, СЧ 15, СЧ 18, массой 1...4кт, 3-й группы сложности, 2-й группы серийности. Прейскурант № 25-01, 1980г.). Коэффициент k_T для всех классов точности принимается равным 1. Коэффициенты, зависящие от группы сложности отливок k_c и их массы k_b , определяется по табл. 27 и 28.

 Таблица 27. Значения коэффициента k_c , для отливок в облицованный кокиль.

Материал отливки	Группа сложности				
	I	II	III	IV	V
Чугун серый СЧ 10...СЧ 45	0,79	0,89	1	1,12	1,27
Высокопрочный чугун ВЧ 38-17...ВЧ 50-2	0,81	0,9	1	1,09	1,23

Таблица 28. Значения коэффициента k_b для отливок

Масса отливки, кг	Чугун серый и высокопрочный
0,4...1	1,07
1...4	1
4...10	0,93
10...25	0,88
25...63	0,84
63... 250	0,8
250...630	0,77

Значения коэффициента k_m в зависимости от материала отливок следующие:

СЧ 10, СЧ 15, СЧ 18 - 1

СЧ 20, СЧ 25, СЧ 30 - 1,03;

СЧ 35, СЧ 40, СЧ 45 - 1,045;

ВЧ 38-17, ВЧ 45-5, ВЧ 50-2 - 1,1

Значения коэффициента k_n для отливок в облицованный кокиль в зависимости от группы серийности следующие: 1-й - 0,97; 2-й - 1; 3-й - 1,1

Группа серийности отливок в облицованный кокиль определяется по табл.26.

5.2.6. Литьё под давлением

Для отливок, полученных литьем под давлением, в качестве базовой принята стоимость одного кг отливок $C_{от}=1,265$ руб. (отливки из алюминиевых сплавов, массой 0,1-0,2 кг, 3-й группы сложности, 2-й группы серийности. Прейскурант 25-01, 1980 г.).

Коэффициенты k_T , k_C , k_b , k_m , k_n выбираются по следующим данным.

Независимо от класса точности значения коэффициента k_T принимают равными 1.

В зависимости от материала отливок значение коэффициента k_m принимается следующим:

Алюминиевые сплавы 1,0

Медные сплавы 1,11

Цинковые сплавы 1,29

Значения коэффициентов k_C , k_b и k_n приведены в табл. 29, 30, 31. Группа серийности принимается по табл. 16.

Проектирование заготовок

 Таблица 29. Значения коэффициентов k_c

Материал отливки	Группы сложности:			
	I	II	III	IV
Алюминиевые сплавы	0,88	0,94	1,0	1,07
Медные сплавы	0,90	0,95	1,0	1,07
Цинковые сплавы	0,88	0,93	1,0	1,07

 Таблица 30. Значения коэффициентов k_b

Масса отливки, кг	Материал отливки:		
	алюминиевые сплавы	медные сплавы	цинковые сплавы
0,1-0,2	1,0	1,0	1,0
0,2-0,5	0,90	0,89	0,91
0,5-1,0	0,81	0,81	0,82
1,0-2,0	0,75	0,75	0,75
2,0-5,0	0,69	0,71	0,70
5,0-10,0	0,64	0,67	0,63
>10,0	0,62	0,65	0,61

 Таблица 31. Значение коэффициентов k_d

Материал отливки	Группа серийности:		
	1	2	3
Алюминиевые сплавы	0,92	1,0	1,09
Медные сплавы	0,93	1,0	1,07
Цинковые сплавы	0,93	1,0	1,07

5.3 Определение затрат на горячештампованные заготовки

Если заготовкой является поковка, то в зависимости от материала, массы и группы сложности по прейскуранту №25-01 определяют базовую оптовую цену $C_{шт}^6$ данного типа заготовок, отнесённую к единице массы. Затем в зависимости от типа производства и группы серийности определяют доплату к базовой цене (в процентах) и фактическую оптовую цену заготовки $C_{шт}$, с помощью которой вычисляют себестоимость спроектированной заготовки $C_{зт}$.

Стоимость горячештампованных заготовок, полученных на молотах, прессах, горизонтально-ковочных машинах и электровысадкой, определяется также по формуле:

$$C_{зт} = Q \cdot C_{шт} - (Q - q) \cdot C_{отх} = Q \cdot C_{шт}^6 \cdot k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_P - (Q - q) \cdot C_{отх},$$

где $C_{шт}^6$ - базовая стоимость одного кг штампованных заготовок, руб.;

k_T, k_C, k_B, k_M, k_P - коэффициенты доплат, зависящие от класса точности, группы сложности, массы, марки материала и объёма производства заготовок.

За базу принимается стоимость одного кг штамповок $C_{шт}^6 = 0,373$ руб. (штамповки из конструкционной углеродистой стали, массой 2,5-4 кг, 3-го класса точности по ГОСТ 7505-89, 3-й группы сложности и 2-й группы серийности. Прейскурант №25-01, 1980 г.).

Коэффициенты k_T, k_C, k_B, k_M и k_P выбираются по следующим данным.

В зависимости от класса точности штамповок по ГОСТ 7505-89 значения коэффициента k_T принимаются:

класс точности Т1	1,05
класс точности Т2	1,02
класс точности Т3	1,00
класс точности Т4	0,98
класс точности Т5	0,95

В зависимости от марки материала штамповки значения коэффициента k_M составляют:

Углеродистые стали 08 ... 85	1
Стали 15Х ... 50Х	1,13
Стали 18ХГТ ... 30ХГТ	1,21
Сталь ШХ15	1,77
Стали 12ХНЗА ... 30ХНЗА	1,79

Группа сложности поковок может быть найдена с доста-

Проектирование заготовок

точной для проектирования точностью на основании классификации поковок, приведенной на рис. 1 и 2.

Значения коэффициентов k_c и k_b приводятся в табл. 32, 33.

 Таблица 32. Значения коэффициентов k_c

Материал штамповки	Группа сложности			
	C1	C2	C3	C4
Стали углеродистые 08 ... 08Ф	0,75	0,84	1	1,15
Стали 15Х ... 50Х	0,77	0,87	1	1,15
Стали 18ХГТ ... 30ХГТ	0,78	0,88	1	1,14
Сталь ШХ 15	0,77	0,89	1	1,13
Стали 12ХНЗА ... 30ХВЗА	0,81	0,90	1	1,1

 Таблица 33. Значения коэффициентов k_b

Масса штамповки, кг	Материал штамповок				
	Сталь 08...85	Сталь 15Х...50Х	Сталь 18ХГТ...30ХГТ	Сталь ШХ15	Сталь 12ХНЗА...30ХНЗА
<0,25	2	2	1,94	1,82	1,62
0,25-0,63	1,85	1,64	1,61	1,52	1,42
0,63-1,6	1,33	1,29	1,29	1,3	1,25
1,60-2,5	1,14	1,14	1,15	1,14	1,11
2,5-4,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
4,0-10,0	0,87	0,89	0,89	0,88	0,9
10,0-25,0	0,8	0,8	0,79	0,76	0,8
25,0-63,0	0,73	0,73	0,74	0,71	0,75
63,0-160,0	0,7	0,7	0,72	0,65	0,7

Коэффициент k_n определяется из условия: если объем производства заготовок (годовая программа) больше значений, указанных в таблице 34, то принимают $k_n = 0,8$, в остальных случаях можно принимать $k_n = 1,0$.

Таблица 34. Объем производства штамповок, соответствующий 2-й группе серийности

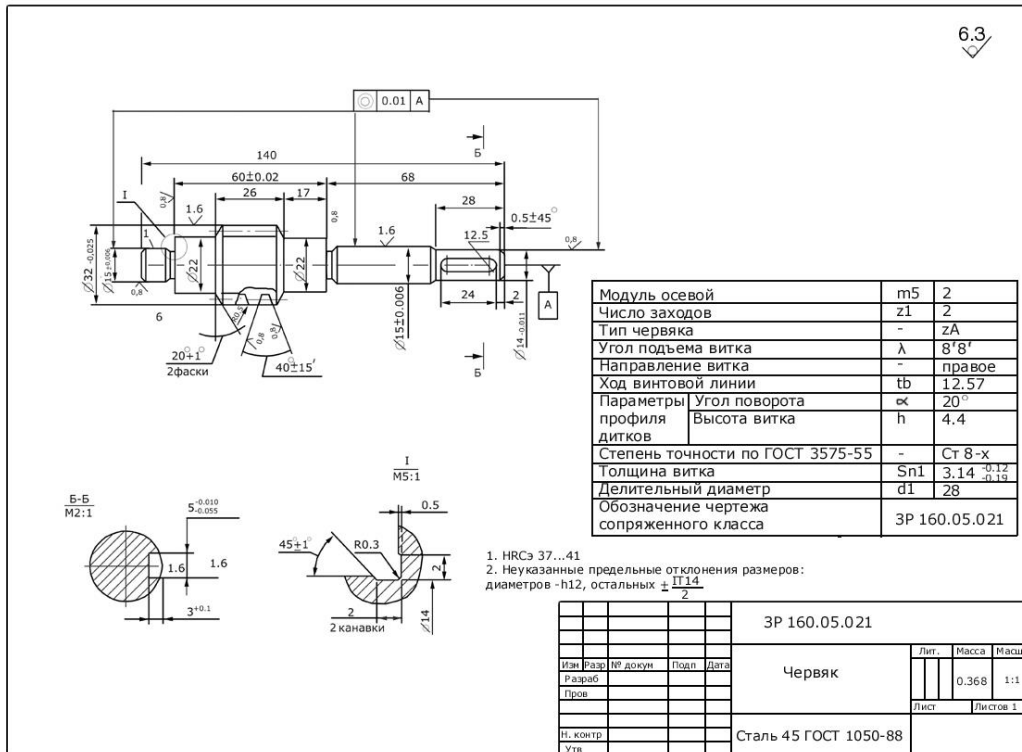
Масса штамповки, кг	Объем производства, тыс. шт
Не более 0,25	15 ... 500
0,25 ... 0,63	8 ... 300
0,63 ... 1,6	5 ... 150
1,6 ... 2,5	4,5 ... 120
2,5 ... 4	4 ... 100
4 ... 10	3,5 ... 75
10 ... 25	3 ... 50
25 ... 63	2 ... 30
63 ... 160	0,6 ... 1

Заготовительные цены $C_{отх}$ на стружку чёрных и цветных металлов приведены в табл. 10.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 53464-2009 «Отливки из металлов и сплавов».
2. ГОСТ 7505-89 «Поковки стальные штампованные».
3. Радкевич Я.М. и др. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении. М.: Высш. Шк., 2004 г.

Приложение 3



Приложение 4

