

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА»
(САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

ТЕХНОЛОГИЯ ГОРЯЧЕЙ ШТАМПОВКИ НА КРИВОШИПНЫХ ПРЕССАХ

Рекомендовано редакционно-издательским советом федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» в качестве методических указаний для студентов Самарского университета, обучающихся по основной образовательной программе высшего образования 15.03.01 Машиностроение

Составители: *В.Р. Каргин,*
Б.В. Каргин

САМАРА
Издательство Самарского университета
2020

УДК 621.98(075)
ББК 34.623я7

Составители: ***В.Р. Каргин, Б.В. Каргин***

Рецензент д-р техн. наук, проф. И. П. Попов

Технология горячей штамповки на кривошипных прессах:
методические указания / составители: ***В.Р. Каргин, Б.В. Каргин.*** –
Самара: Издательство Самарского университета, 2020. – 64 с.: ил.

Даны рекомендации по разработке основных операций технологического процесса горячей объемной штамповки поковок на кривошипных прессах. Изложен порядок составления чертежа штампованной поковки, включающий: определение положения поверхности разъема, назначение припусков, кузнечных напусков, отклонений формы тела. Указаны основные требования по оформлению чертежа поковки. Приведены примеры расчета технологических параметров, справочные материалы ГОСТ 7505-89 и научно-технической литературы.

Предназначены для студентов Самарского университета заочной формы обучения, обучающихся по направлению 15.03.01 Машиностроение по дисциплине «Технология горячей штамповки».

Подготовлены на кафедре обработки металлов давлением.

УДК 621.98(075)
ББК 34.623я7

СОДЕРЖАНИЕ

1	Организация выполнения контрольной работы	4
2	Характеристика штампуемого сплава	5
3	Конструктивно-технологический анализ детали.....	7
4	Разработка чертежа поковки	9
5	Расчет усилия штамповки и выбор прессы.....	29
6	Выбор размеров исходной заготовки	32
7	Резка проката на мерные заготовки	38
8	Нагрев заготовок.....	42
9	Обрезка облоя, пробивка перемычек и правка поковок	44
10	Очистка поковок от окалины.....	47
11	Контроль качества поковок	49
	Список рекомендуемой литературы.....	52
	Приложение А. Варианты заданий.....	54
	Приложение Б. Программа дисциплины «технология горячей Штамповки».....	55
	Приложение В. Тест для проверки знаний	56
	Приложение Г. Вопросы для подготовки к экзамену.....	59

1 ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Задание на выполнение контрольной работы выдается студенту преподавателем на практическом занятии (приложение А). Типовое задание обычно формулируется следующим образом: разработать технологический процесс получения штампованной поковки в открытом (закрытом) штампе на кривошипном горячештамповочном прессе (КГШП). К заданию прилагается чертеж детали с указанием марки материала, размеров и шероховатости поверхностей.

Работа над выполнением контрольной работы организуется студентом самостоятельно и регулярно выполняется в течение текущего семестра. Законченная работа представляется преподавателю в виде расчетно-пояснительной записки, отражающей все необходимые разделы и документы:

- титульный лист;
- задание;
- характеристика штампуемого сплава;
- конструктивно-технологический анализ детали;
- разработка чертежа поковки;
- выбор технологии изготовления поковки;
- разработка чертежа поковки;
- выбор размеров исходной заготовки;
- резка исходного металла на мерные заготовки;
- нагрев заготовки;
- расчет усилия штамповки и выбор прессы;
- обрезка облоя, пробивка перемычек и правка поковок;
- очистка поковок от окалины;
- контроль;
- список использованных источников.

Требования к оформлению всех элементов расчетно-пояснительной записки контрольной работы определяются стандартом Самарского университета [15].

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ШТАМПУЕМОГО СПЛАВА

В этом разделе пояснительной записки приводят [8–12, 14, 18]:

- химический состав сплава;
- режимы первичной термической обработки: отжиг, нормализацию, улучшение и т.п.;
- физико-механические и технологические свойства штампуемого сплава: теплоемкость, теплопроводность, коэффициент линейного расширения;
- изменение механических свойств от температуры нагрева (диаграмму пластичности);
- диаграмму рекристаллизации;
- назначение и область применения штампуемого сплава.

В конце раздела назначают основные термомеханические режимы горячей объемной штамповки:

- температурный интервал штамповки;
- предел текучести или временное сопротивление разрыву сплава (предел прочности) при температуре конца штамповки.

Как пример, рассмотрим описание штампуемого сплава 40ХН2МА. Область применения этой стали – коленчатые валы, клапаны, шатуны, крышки шатунов, ответственные болты, шестерни, кулачковые муфты, диски и другие тяжело нагруженные детали машиностроения, а также валки для холодной прокатки металлов.

Химический состав стали представлен в табл. 1.

Таблица 1. Химический состав стали в % (ГОСТ 4543-71)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	S	P	Cu
						Не более		
0,37– 0,44	0,17– 0,37	0,50– 0,80	0,6– 0,90	1,25– 1,65	0,15– 0,15	0,0 25	0,025	0,3

По своему химическому составу сталь 40ХН2МА относится к группе среднеуглеродистых легированных сталей. По наличию химических элементов она относится к хромоникелевым сталям.

Сталь 40ХН2МА относится к перлитному классу. Стали данного класса характеризуются относительно малым содержанием легирующих элементов.

Механические свойства стали 40ХН2МА при комнатной температуре представлены в табл. 2.

Таблица 2. Механические свойства стали при комнатной температуре (ГОСТ 8479-70)

Состояние материала	σ_B	$\sigma_{0,2}$	δ_5	ψ	a_n , Дж/см ²
	МПа		%		
В состоянии поставки (Закалка + отпуск)	735	590	12	40	44

Механические свойства стали 40ХН2МА при повышенной температуре представлены в табл. 3. Плотность стали $\rho = 7,84$ г/см³.

Таблица 3. Механические свойства стали 40ХН2МА

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5
	МПа		%
400	770	950	17
500	680	700	18
700	–	185	17
800	–	89	66
900	–	50	69
1 000	–	35	75
1 100	–	24	72
1 200	–	14	62

Значения коэффициента линейного расширения представлены в табл. 4.

Таблица 4. Коэффициент линейного расширения

Температура испытания, °С	20– 100	20– 200	20– 300	20– 400	20– 500	20– 600
Коэффициент линейного расши- рения (α , 10^{-6} , $1/^\circ\text{C}$)	10,0	12,0	13,0	14,7	15,3	15,6

По данным табл. 3 выбраны температура начала штамповки 1 220 °С и температура окончания штамповки 800 °С.

3 КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДЕТАЛИ

В разделе приводят краткую характеристику геометрических параметров детали и поковки по соотношению габаритных разме-

ров и объемов ее частей, типу формы и ее особенностей (удлиненная, круглая, сплошная, полая), наличием труднозаполняемых элементов поковки, обуславливающих технологические особенности ее изготовления. В соответствии с классификацией поковок на КГШП устанавливают группу, подгруппу и тип штампуемой детали [5, с. 178]. Далее определяют назначение и степень ее ответственности при эксплуатации в машине, симметричность деформации относительно оси детали. Анализируется целесообразность применения открытого или закрытого штампа [5, с. 183].

Например, деталь на рис. 1 осесимметричная, круглая в плане. Согласно классификации поковок, получаемых на КГШП, деталь «шестерня» относится к V группе, I подгруппе – поковки, изготавливаемые выдавливанием. У поковок данного типа стержневые элементы образуются выдавливанием металла в направлении оси поковки (прямым выдавливанием), а отдельные элементы – обратным выдавливанием (закрытой прошивкой). Как правило, при штамповке поковок V группы стержень получают выдавливанием, а головку – осадкой в закрытых или открытых штампах [5–7, 16].

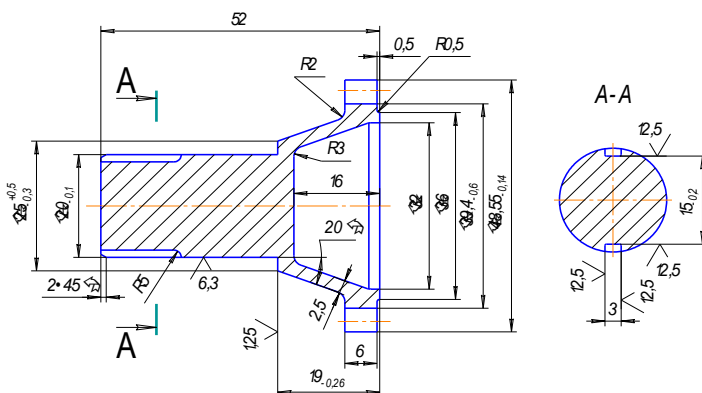


Рис. 1. Чертеж детали «шестерня»

4 РАЗРАБОТКА ЧЕРТЕЖА ПОКОВКИ

Основные характеристики поковки: расчетная масса, группа стали, степень сложности, класс точности, исходный индекс находят по приложениям ГОСТ 7505-89 [1].

Расчетную массу поковки вычисляют по формуле

$$M_{п.р.} = M_{д} \times K_{р}, \quad (1)$$

где $M_{п.р.}$ – расчетная масса поковки, кг; $M_{д}$ – масса детали, кг; $K_{р}$ – расчетный коэффициент, устанавливаемый по табл. 5.

Для расчета массы детали $M_{д}$ ее разбивают условно на ряд легко вычисляемых элементарных объемов (цилиндр, кольцо, диск, призма, усеченный конус и т.д.) Затем элементарные объемы суммируют и умножают на величину плотности штампуемого металла.

Таблица 5. Определение расчетного коэффициента $K_{р}$

Группа	Характеристика детали	Типовые представители	$K_{р}$
1	Удлиненной формы		
1.1	С прямой осью	Валы, оси, цапфы, шатуны	1,3–1,6
1.2	С изогнутой осью	Рычаги, сошки рулевого упр.	1,1–1,4
2	Круглые и многогранные в плане	–	–
2.1	Круглые	Шестерни, ступицы	1,5–1,8
2.2	Квадратные, прямоугольные, многогранные	Фланцы, ступицы, гайки	1,3–1,7

Группа	Характеристика детали	Типовые представители	K_p
2.3	С отрезками	Крестовины, вилки	1,4– 1,6
3	Комбинированной формы	Кулаки поворотные, коленчатые валы	1,3– 1,8
4	С большим объемом необработанных поверхностей	Балки осей, крюки, рычаги, шатуны	1,1– 1,3
5	С отверстиями, поднутрениями, углублениями, не оформляемыми в поковке при штамповке	Полые валы, фланцы. Блоки шестерен	1,8– 2,2

Расчетную массу поковки определяют исходя из ее номинальных размеров по чертежу поковки (после его разработки) с учетом половины положительного отклонения на наружные размеры и половины отрицательного отклонения на внутренние. В массу поковки не входит масса облоя и перемычки пробитого отверстия.

Группа **стали** зависит от среднего массового содержания углерода и легирующих элементов (Si, Mn, Cr, Ni, Mo, W, V). Углеродистые и легированные стали делятся на 3 группы, согласно табл. 6.

Таблица 6. Определение группы стали

Группа стали	Массовая доля углерода	Суммарная массовая доля легирующих элементов, %
<i>M1</i>	До 0,35	До 2 включ.

Группа стали	Массовая доля углерода	Суммарная массовая доля легирующих элементов, %
<i>M2</i>	Св. 0,35 до 0,65	Св. 2,0 до 5,0 включ.
<i>M3</i>	Св. 0,65	Св. 5,0

Степень сложности поковки определяют по отношению массы (объема) поковки к массе (объему) геометрической фигуры, в которую вписывается поковка. Геометрическая фигура может быть шаром, параллелепипедом, цилиндром или правильной призмой (рис. 2). Количественные оценки степеней сложности приведены в табл. 7.

Таблица 7. Оценка степени сложности поковки

Степень сложности	$V_{п}/V_{ф} (M_{п}/M_{ф})$
<i>C1</i>	Св. 0,63
<i>C2</i>	Св. 0,32 до 0,63 включ.
<i>C3</i>	Св. 0,16 до 0,32 включ.
<i>C4</i>	до 0,16

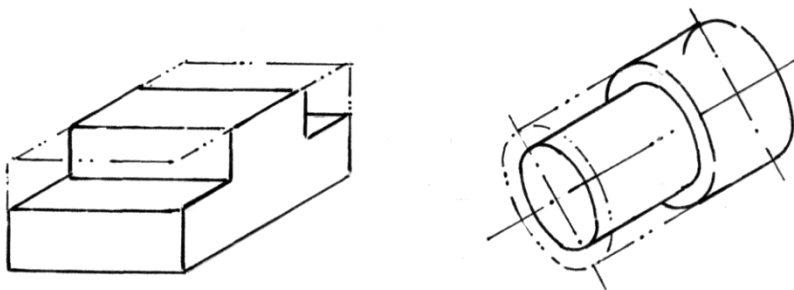


Рис. 2. Вписывание поволоков в геометрические фигуры

Класс точности поковок устанавливают по табл. 8 в зависимости от схемы штамповки, вида технологического процесса и оборудования.

Таблица 8. Выбор класса точности поковок

№ пп	Основное оборудование Технологические процессы	T1	T2	T3	T4	T5
1	Кривошипные горячештамповочные прессы					
1.1	Открытая (облойная) штамповка				+	+
1.2	Закрытая штамповка		+	+		
1.3	Выдавливание			+	+	
2	Горизонтально-ковочные машины				+	+
3	Прессы винтовые, гидравлические				+	+
4	Горячештамповочные автоматы		+	+		
5	Штамповочные молота				+	+
6	Калибровка объемная	+	+			
7	Прецизионная штамповка (без окончательной обработки)	+				

Исходный индекс – условный показатель, учитывающий в обобщенном виде сумму конструктивных характеристик: расчет-

ную массу поковки, группу стали, степень сложности и класс точности поковки, назначаемых по табл. 5–8, определяют по табл. 9. Он служит для назначения основных припусков, допусков и допускаемых отклонений.

Таблица 9. Определение исходного индекса поковки

Масса поковки кг	Группа стали			Степень сложности поковки				Класс точности поковки					Исх. Индекс
	M1	M2	M3	C1	C2	C3	C4	T1	T2	T3	T4	T5	
До 0,5 включ.													1
Св. 0,5 до 1,0													2
Св. 1,0 до 1,8													3
Св. 1,8 до 3,2													4
Св. 3,2 до 5,6													5
Св. 5,6 до 10,0													6
Св. 10 до 20													7
Св. 20 до 50													8
Св. 50 до 125													9
Св. 125 до 250													10
													11
													12
													13
													14
													15
													16
													17
													18
													19
													20
													21
													22
													23

Основные припуски, допуски и допускаемые отклонения.

Основные припуски на механическую обработку назначают по табл. 10 в миллиметрах.

Таблица 10. Основные припуски на механическую обработку

Исходный индекс	Толщина детали								
	До 25			25–40			40–63		
	Длина, ширина, диаметр								
	До 40			40–100			100–160		
	100 – – 12,5 \sqrt{Ra}	10 – – 1,6 \sqrt{Ra}	1,25 – – 0 \sqrt{Ra}	100 – – 12,5 \sqrt{Ra}	10 – – 1,6 \sqrt{Ra}	1,25 – – 0 \sqrt{Ra}	100 – – 12,5 \sqrt{Ra}	10 – – 1,6 \sqrt{Ra}	1,25 – – 0 \sqrt{Ra}
1	0,4	0,6	0,7	0,4	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7
2	0,4	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,6	0,8	0,9
3	0,5	0,6	0,7	0,6	0,8	0,9	0,6	0,8	0,9
4	0,6	0,8	0,9	0,6	0,8	0,9	0,7	0,9	1,0
5	0,6	0,8	0,9	0,7	0,9	1,0	0,8	1,0	1,1
6	0,7	0,9	1,0	0,8	1,0	1,1	0,9	1,1	1,2
7	0,8	1,0	1,1	0,9	1,1	1,2	1,0	1,3	1,4
8	0,9	1,1	1,2	1,0	1,3	1,4	1,1	1,4	1,5
9	1,0	1,3	1,4	1,1	1,4	1,5	1,2	1,5	1,6
10	1,1	1,4	1,5	1,2	1,5	1,6	1,3	1,6	1,8
11	1,2	1,5	1,6	1,3	1,6	1,8	1,4	1,7	1,9
12	1,3	1,6	1,8	1,4	1,7	1,4	1,5	1,8	2,0
13	1,4	1,7	1,4	1,5	1,8	2,0	1,7	2,0	2,2
14	1,5	1,8	2,0	1,7	2,0	2,2	1,9	2,3	2,5
15	1,7	2,0	2,2	1,9	2,3	2,5	2,0	2,5	2,7
16	1,9	2,3	2,5	2,0	2,5	2,7	2,2	2,7	3,0
17	2,0	2,5	2,7	2,2	2,7	3,0	2,4	3,0	3,3
18	2,2	2,7	3,0	2,4	3,0	3,3	2,6	3,2	3,5
19	2,4	3,0	3,3	2,6	3,2	3,5	2,8	3,5	3,8
20	2,6	3,2	3,5	2,8	3,5	3,8	3,0	3,3	4,1

Исходный индекс	Толщина детали								
	63–100			100–60			160–250		
	Длина, ширина, диаметр								
	160–250			250–400			400–630		
	100	10 –	1,25	100	10 –	1,25	100	10 –	1,25
–	–1,6	–	–	–1,6	–	–	–1,6	–	
–	\sqrt{Ra}	–0	–	\sqrt{Ra}	–0	–	\sqrt{Ra}	–0	
12,5		\sqrt{Ra}	12,5		\sqrt{Ra}	12,5		\sqrt{Ra}	
\sqrt{Ra}			\sqrt{Ra}			\sqrt{Ra}			
1	0,6	0,8	0,9	0,6	0,8	0,9	–	–	–
2	0,6	0,8	0,9	0,7	0,9	1,0	0,8	1,0	1,1
3	0,7	0,9	1,0	0,8	1,0	1,1	0,9	1,1	1,2
4	0,8	1,0	1,1	0,9	1,1	1,2	1,0	1,3	1,4
5	0,9	1,1	1,2	1,0	1,3	1,4	1,1	1,4	1,5
6	1,0	1,3	1,4	1,1	1,4	1,5	1,2	1,5	1,6
7	1,1	1,4	1,5	1,2	1,5	1,6	1,3	1,6	1,8
8	1,2	1,5	1,6	1,3	1,6	1,8	1,4	1,7	1,9
9	1,3	1,6	1,8	1,4	1,7	1,9	1,5	1,8	2,0
10	1,4	1,7	1,9	1,5	1,8	2,0	1,7	2,0	2,2
11	1,5	1,8	2,0	1,7	2,0	2,2	1,9	2,3	2,5
12	1,7	2,0	2,2	1,9	2,3	2,5	2,0	2,5	2,7
13	1,9	2,3	2,5	2,0	2,5	2,7	2,2	2,7	3,0
14	2,0	2,5	2,7	2,2	2,7	3,0	2,4	3,0	3,3
15	2,2	2,7	3,0	2,4	3,0	3,3	2,6	3,2	3,5
16	2,4	3,0	3,3	2,6	3,2	3,5	2,8	3,5	3,8
17	2,6	3,2	3,5	2,8	3,5	3,8	3,0	3,8	3,1
18	2,8	3,5	3,8	3,0	3,8	3,1	3,4	4,3	4,7
19	3,0	3,8	3,1	3,4	4,3	4,7	3,7	4,7	5,1
20	3,4	4,3	4,7	3,7	4,7	5,1	4,1	5,1	5,6

Дополнительные припуски, учитывающие смещение поковки, отклонение от плоскостности и прямолинейности, межцентрового и межосевого расстояния определяют в зависимости от класса точности, формы, размеров и массы поковки (табл. 11, 12, 13).

Таблица 11. Дополнительные припуски на смещение по поверхности разъема штампа в миллиметрах.

Масса поковки кг	Поверхность разъема штампа							
	Плоская							
	T1	T2	T3	T4	T5			
		T1	Симметрично-изогнутая					
			T2	T3	T4	T5		
			T1	Несимметрично-изогнутая				
				T2	T3	T4	T5	
До 0,5 включ.	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	
1,0–1,8	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	
1,8–3,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	
3,2–5,6	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	
5,6–10	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	
10–20	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	
20–50	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,8	

Таблица 12. Дополнительные припуски на изогнутость и отклонения от плоскостности и прямолинейности в миллиметрах

Наибольший размер поковки	T1	T2	T3	T4	T5
До 100 включ.	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4
Св. 100 до 160	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5
160 до 250	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6

Наибольший размер поковки	T1	T2	T3	T4	T5
250 до 400	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8
400 до 620	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0

Таблица 13. Дополнительные припуски на отклонения межосевого расстояния в миллиметрах

Расстояние между центрами	T1	T2	T3	T4	T5
До 60 включ.	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3
До 100 включ.	0,1	0,2	0,2	0,3	0,6
Св. 100 до 160	0,2	0,2	0,3	0,5	0,8
160 до 250	0,2	0,3	0,5	0,8	1,2
250 до 400	0,3	0,5	0,8	1,2	1,6
400 до 620	0,5	0,8	1,2	1,5	2,0

При назначении величины припуска на поверхность, положение которой определяется двумя и более размерами, устанавливается наибольшее значение припуска.

Припуски под калибровку на толщину поковки, подвергаемой калибровке, устанавливаются по табл. 14.

Таблица 14. Припуски и допуски на толщину при калибровке в миллиметрах

Площадь поверхности, подвергаемой калибровке, см	Припуск	Поле допуска при K	
		До 0,5 включ.	Св. 0,5
До 0,5 включ.	0,25	0,32	0,26
Св. 2,5 до 6,3	0,30	0,36	0,22

Площадь поверхности, подвергаемой калибровке, см	Припуск	Поле допуска при K	
		До 0,5 включ.	Св. 0,5
6,3 до 10,0	0,36	0,40	0,36
10,0 до 16,0	0,40	0,44	0,40
16,0 до 25,0	0,50	0,50	0,44

K – отношение толщины расстояния между калиброванными плоскостями к ширине поковки, подвергаемой калибровке, или ее элемента

Линейные размеры поковок разрешается округлять с точностью до 0,5 мм.

Допуск (поле допуска) размера поковки – абсолютная величина разности между наибольшим и наименьшим размерами поковки.

Допускаемое отклонение размера – разность между (наибольшим или наименьшим) предельным размером и номинальным размером.

Допуски и допускаемые отклонения линейных размеров поковок назначают в зависимости от исходного индекса и размеров поковок по табл. 15. Допускаемые отклонения внутренних размеров поковок устанавливают с обратным знаком. Допуски и допускаемые отклонения размеров, отражающие односторонний износ штампов, равны 0,5 величин, приведены в табл. 15; учитывающие недоштамповку – устанавливают по наибольшей толщине поковки и распространяются на все размеры ее толщины; назначаемые на толщину поковки, подвергаемой калибровке, определяются по табл. 10. Допуск размеров, не указанных на чертеже поковки, принимают равным 1,5 допуска соответствующего размера поковки с равными допускаемыми отклонениями.

Таблица 15. Допускаемые отклонения линейных
размеров поковок в миллиметрах

Исходный индекс	Наибольшая толщина поковки					
	До 40	40–53	63– 100	100– 160	160– 250	Св. 250
	Длина, ширина, диаметр, глубина и высота поковки					
	До 40	40– 100	100– 160	160– 250	250– 400	400–630
1	+0,2	+0,3	+0,3	+0,4	+0,4	+0,5
	-0,1	-0,1	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
2	+0,3	+0,3	+0,4	+0,5	+0,5	+0,6
	-0,1	-0,1	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
3	+0,3	+0,4	+0,5	+0,6	+0,6	+0,7
	-0,2	-0,2	-0,2	-0,3	-0,3	-0,3
4	+0,4	+0,5	+0,5	+0,6	+0,7	+0,8
	-0,2	-0,2	-0,3	-0,3	-0,3	-0,4
5	+0,5	+0,5	+0,6	+0,7	+0,8	+0,9
	-0,2	-0,3	-0,3	-0,3	-0,4	-0,5
6	+0,5	+0,6	+0,7	+0,8	+0,9	+1,1
	-0,3	-0,3	-0,3	-0,4	-0,5	-0,5
7	+0,6	+0,7	+0,8	+0,9	+1,1	+1,3
	-0,3	-0,3	-0,4	-0,5	-0,5	-0,7
8	+0,7	+0,8	+0,9	+1,1	+1,3	+1,4
	-0,3	-0,4	-0,5	-0,5	-0,7	-0,8
9	+0,8	+0,9	+1,1	+1,3	+1,4	+1,6
	-0,4	-0,5	-0,5	-0,7	-0,8	-0,9
10	+0,9	+1,1	+1,3	+1,4	+1,6	+1,8
	-0,5	-0,5	-0,7	-0,8	-0,9	-1,0

Исходный индекс	Наибольшая толщина поковки					
	До 40	40–53	63– 100	100– 160	160– 250	Св. 250
	Длина, ширина, диаметр, глубина и высота поковки					
	До 40	40– 100	100– 160	160– 250	250– 400	400–630
11	+1,1	+1,3	+1,4	+1,6	+1,8	+2,1
	-0,5	-0,7	-0,8	-0,9	-1,0	-1,1
12	+1,3	+1,4	+1,6	+1,8	+2,1	+2,4
	-0,7	-0,8	-0,9	-1,0	-1,1	-1,2
13	+1,4	+1,6	+1,8	+2,1	+2,4	+2,7
	-0,8	-0,9	-1,0	-1,1	-1,2	-1,3
14	+1,6	+1,8	+2,1	+2,4	+2,7	+3,0
	-0,9	-1,0	-1,1	-1,2	-1,3	-1,5
15	+1,8	+2,1	+2,4	+2,7	+3,0	+3,2
	-1,0	-1,1	-1,2	-1,3	-1,5	-1,7
16	+2,1	+2,4	+2,7	+3,0	+3,3	+3,7
	-1,1	-1,2	-1,3	-1,5	-1,7	-1,9
17	+2,4	+2,7	+3,0	+3,3	+3,7	+4,2
	-1,2	-1,3	-1,5	-1,7	-1,9	-2,1
18	+2,7	+3,0	+3,3	+3,7	+4,2	+4,3
	-1,3	-1,5	-1,7	-1,9	-2,1	-2,4
19	+3,0	+3,3	+3,7	+4,2	+4,7	+5,3
	-1,5	-1,7	-1,9	-2,1	-2,4	-2,7
20	+3,3	+3,7	+4,2	+4,7	+5,3	+6,0
	-1,7	-1,9	-2,1	-2,4	-2,7	-3,0

Допускаемые отклонения формы тела поковки включают:

- допускаемую величину остаточного облоя (табл. 16);
- допустимые отклонения по изогнутости, от плоскостности и прямолинейности для плоских поверхностей (табл. 17);
- допустимые отклонения торца заготовки после отрезки от прутка (табл. 18).

Таблица 16. Допускаемая величина остатка облоя в миллиметрах

Масса поковки кг	Поверхность разъема штампа							
	Плоская							
	T1	T2	T3	T4	T5			
	Симметрично-изогнутая							
	T1	T2	T3	T4	T5			
	Несимметрично-изогнутая							
	T1	T2	T3	T4	T5			
До 0,5	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
включ.	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Св. 0,5 до	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2
1,0	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4
1,0 до 1,8	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6
1,8 до 3,2	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8
3,2 до 5,6	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,2
5,6 до 10,0								
10,0 до 20,0								

Примечания:

1. В местах перехода для радиусов до 10 мм допускается назначать удвоенную величину остаточного облоя.

2. Величина срезанной кромки не должна уменьшать установленный припуск.

3. Допускаемая величина высоты заусенца на поковке по контуру обрезки облоя не должна превышать:

- 2 мм – для поковок массой до 1 кг включ.;
- 3 мм – для поковок массой св. 1 кг до 5,6 кг включ.;
- 5 мм – для поковок массой св. 5,6 кг до 50,0 кг включ.;
- 6 мм – для поковок массой св. 50,0 кг.

Таблица 17. Допускаемые отклонения от изогнутости, от плоскостности и прямолинейности для плоских поверхностей в миллиметрах

Наибольший размер поковки	T1	T2	T3	T4	T5
До 100 включ.	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8
Св. 100 до 160	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0
160 до 250	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2
250 до 400	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6
400 до 620	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0

Допуск радиусов закруглений внутренних и наружных углов поковок устанавливаются по табл. 18.

Таблица 18. Допуск радиусов закруглений внутренних и наружных углов в миллиметрах

Радиус закругления	T1	T2	T3	T4	T5
До 4 включ.	0,5	0,5	0,5	1,0	2,0
Св. 4 до 6	0,5	0,5	1,0	2,0	3,0
6 до 10	1,0	1,0	2,0	3,0	5,0
10 до 16	1,0	2,0	3,0	5,0	8,0

Радиус закругления	T1	T2	T3	T4	T5
16 до 25	2,0	3,0	5,0	8,0	12,0
25 до 40	3,0	5,0	8,0	12,0	20,0
40 до 60	5,0	8,0	12,0	20,0	30,0
60 до 100	8,0	12,0	20,0	30,0	50,0

Кузнечный напуск – дополнительный объем металла, назначаемый на обрабатываемые (свыше припуска) и необрабатываемые поверхности поковки, необходимые для осуществления формоизменяющих операций.

При конструировании штампованных поволоков он выполняется в виде следующих технологических элементов: штампованных уклонов, наметок и перемычек под пробивку, радиусов закругления (внутренних и внешних). При необходимости назначают дополнительные напуски, связанные с упрощением конфигурации детали, имеющей мелкие элементы формы: проточки, канавки, и т.д., которые не получаются штамповкой.

Штамповочные уклоны назначают на внутренние и внешние боковые поверхности поковки. Они облегчают ее удаление из штамповочного ручья. При остывании наружные поверхности поковки отходят от стенок ручья, а внутренние – обхватывают выступающие его части. Усилие, требуемое для удаления поковки из ручья, а следовательно, величина штамповочных уклонов, определяется его глубиной. Величины штамповочных уклонов стандартизированы и в соответствии с ГОСТ 7505-89 составляют при штамповке на КГШП (без выталкивателей): внешние – 5^0 , внутренние – 7^0 .

Радиусы закруглений наружных (внешних) r_n и внутренних R_n углов поковки влияют на условия течения металла, качество

заполнения гравюры поковки и, как следствие, на стойкость штампа. Недостаточная величина радиусов закругления приводит к образованию зажимов и перерезанию волокон. Минимальная величина радиусов закруглений наружных углов r_n определяется по ГОСТ 7505-89 и приведена в табл. 19.

Таблица 19. Минимальная величина наружных радиусов закруглений r_n в миллиметрах

Масса поковки, кг	Глубина полости штампа, мм			
	До 10	10–25	25–60	Св. 50
До 1,0 включ.	1,0	1,6	2,0	3,0
Св. 1,0 до 6,3	1,6	2,0	2,5	3,6
6,3 до 16,0	2,0	2,5	3,0	4,0
16,0 до 40,0	2,5	3,0	4,0	5,0

Значения радиусов внутренних углов R_n определяют течение металла, и их значение целесообразно выбирать по данным табл. 20, где: H – глубина формируемой полости, B – размер линейного элемента.

Таблица 20. Минимальная величина наружных r_n и внутренних R_n радиусов закруглений, в миллиметрах

H/B	до 2	2...4	Св. 4
r_{\min}	$0,05H + 0,5$	$0,06H + 0,5$	$0,07H + 0,5$
R_{\min}	$2,5 r_{\min} + 0,5$	$3 r_{\min} + 0,5$	$3,5 r_{\min} + 0,5$

Полученные величины округляются до ближайшего значения ряда радиусов: 0,8; 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12,5; 15; 20; 25; 30.

Чертеж поковки разрабатывают на основе чертежа чистовой детали в масштабе ее изображения с достаточным числом про-

екции. Контур чистовой детали на чертеже поковки показывают штрихпунктирной линией с двумя точками. Размеры готовой детали разрешается проставлять в круглых скобках под размерами поковки. Расположение плоскости разреза изображается тонкой штрихпунктирной линией, ограниченной на концах знаком x .

Система простановки размеров поковки должна полностью соответствовать системе простановки размеров детали и учитывать исходные базы механической обработки. Размерные линии для нанесения размеров поковки с уклонами проводят от вершин уклонов.

В угловом штампе чертежа поковки указывают название поковки, ее массу, марку материала в соответствии с ГОСТом. В технических требованиях указывают: класс точности, группу поковки, степень сложности, штамповочные уклоны, радиусы закруглений, не указанные в чертеже, и отклонения на них, отклонения формы поковки (сдвиг, кривизна, коробление, несоосность отверстий и сечений), допускаемую величину остатка заусенца по периметру среза, термообработку и твердость.

Чертеж «горячей» поковки предназначен для изготовления штамповочных ручьев: окончательного (чистового), предварительного (чернового), и предварительно-заготовительного. Он составляется по чертежу поковки и вычерчивается в том же масштабе. Номинальные размеры «горячей» поковки больше номинальных размеров поковки. Разница соответствует величине температурной линейной усадки материала при остывании, которая для черных металлов составляет 1,015, а для цветных металлов и сплавов – 1,01. При наличии отдельных (тонких и длинных быстро остывающих) элементов поковки возможно отклонение величины усадки в меньшую сторону.

Размеры на чертеже «горячей» поковки проставляют без допусков с учетом особенностей ее расположения на штампе. В до-

полнении к размерам поковки указывают размеры, необходимые для построения плоскости разъема поковки. Для облегчения разметки контрольной поковки указывают величины припусков. В примечаниях к чертежу обычно дают сведения о величине температурной усадки, неоговоренных штамповочных уклонах и радиусах закругления.

Как пример, рассмотрим расчет (назначение) допусков, допускаемых отклонений и припусков на поковку «Втулка» из стали 65 (по ГОСТ 14959): 0,62–0,70% C; 0,5–0,8% Mn; 0,17–0,37% Si; до 0,25% Cr (рис. в приложении А при $N = 0$).

Найдем массу детали M_d , разбив ее объем условно на три легко вычисляемых элементарных объема: V_1 – объем цилиндра высотой 80 мм и диаметром 120 мм; V_2 – объем кольца высотой 12 мм с наружным и внутренним диаметрами 140 мм и 120 мм соответственно; V_3 – объем цилиндра высотой 60 мм и диаметром 65 мм, численно равный объему полости. Затем элементарные объемы суммируем ($V_1 + V_2 - V_3$) и умножаем на величину плотности штампуемого металла $\rho = 7,8 \text{ г/см}^3$, т.е.

$$M_d = (V_1 + V_2 - V_3) \rho = 5,9 \text{ кг},$$

где объем поковки $V_n = V_1 + V_2 - V_3 = 754 \text{ см}^3$.

Исходные данные для расчета:

Расчетную массу поковки $M_{п.р}$ вычисляем по формуле (1)

$$M_{п.р} = M_d \times K_p,$$

где K_p – расчетный коэффициент, устанавливаем по табл. 5. Так как деталь круглая по форме, то $K_p = 1,5 - 1,8$. Выбираем $K_p = 1,6$. Тогда масса поковки $M_{п.р} = 5,9 \cdot 1,6 = 9,4 \text{ кг}$, расчетный объем поковки 1206 см^3 .

Класс точности по табл. 8 при открытой штамповке на кривошипных горячештамповочных прессах – Т4.

Группа сталей по табл. 6, так как средняя массовая доля углерода в стали более 0,655 – МЗ.

Определим степень сложности поковки по отношению массы поковки $M_{п} / M_{ф}$ к массе геометрической фигуры $M_{ф}$, описывающей поковку. Такой геометрической фигурой является цилиндр высотой 8 x 1,05 см и диаметром 14 x 1,05 см, где 1,05 – коэффициент увеличения. Объем фигуры будет равен $V_{ф} = 1\,425\text{ см}^3$, а масса 11,1 кг. Отношение масс $M_{п} / M_{ф} = 9,4 / 11,1 = 0,85$. Тогда степень сложности по табл. 7 – С1.

Конфигурация поверхности разъема штампа – плоская;

Исходный индекс – 10.

Основные припуски на размеры по диаметрам и толщинам, мм:

1,3	диаметр 140 мм	шероховатость 12,5;
1,6	диаметр 120 мм	шероховатость 1,6;
1,5	диаметр впадины 65 мм	шероховатость 6,3;
1,7	толщина 80 мм	шероховатость 6,3;
1,4	толщина 80 мм	шероховатость 12,5;
1,1	толщина 12 мм	шероховатость 12,5;
1,4	толщина 12 мм	шероховатость 1,6;
1,6	глубина впадины 60 мм	шероховатость 6,3;

Дополнительные припуски, учитывающие:

- отклонение от плоскостности по табл. 12 – 0,4 мм;
- смещение по поверхности разъема штампа по табл. 11 – 0,2 мм.

Штамповочный уклон:

- на наружной поверхности – не более 5^0 , принимается 3^0 ;
- на внутренней поверхности – не более 7^0 , принимается 7^0 .

Размеры поковки, мм:

- Диаметр $140 + 2(1,3 + 0,2) = 143$, принимаем 143;
- Диаметр $120 + 2(1,6 + 0,2) = 123,6$, принимаем 124;
- Диаметр впадины $65 - 2(1,5 + 0,2) = 61,6$, принимаем 61;
- Толщина $80 + 1,7 + 1,4 + 2 \times 0,4 = 83,9$, принимаем 84;

- Толщина $12 = 1,4 + 1,1 + 2 \times 0,4 = 15,3$, принимаем 16;
- Глубина (пункт 6.4 [1]) $60 \times 0,8 = 48$, принимаем 50;
- Радиус $18 - (1,9 + 0,2) = 15,6$, принимаем 16.

Радиус закругления наружных углов по табл. 19 – 3 мм.

Допускаемые отклонения размеров:

- диаметр $143^{+1,3}_{-0,7}$ толщина $84^{+1,3}_{-0,7}$
- диаметр $124^{+1,3}_{-0,7}$ толщина $16^{+0,9}_{-0,5}$
- диаметр $61^{+1,1}_{-0,5}$ глубина $50^{+1,1}_{-0,5}$

Неуказанные отклонения от плоскостности [1, п. 5.16] – 0,8 мм.

Неуказанная величина остаточного облоя [1, табл. 10] – 1 мм.

Припуски на механическую обработку и допуски на размер, а также штамповочные уклоны и радиусы закругления углов поковки рассчитаны по ГОСТ 7505-89 [1] и учтены на чертеже поковки, представленном на рис. 3.

Наиболее рациональным является следующая последовательность штамповки поковки на рис. 3: осадка заготовки с формированием неглубокой полости, штамповка в окончательном открытом ручье.

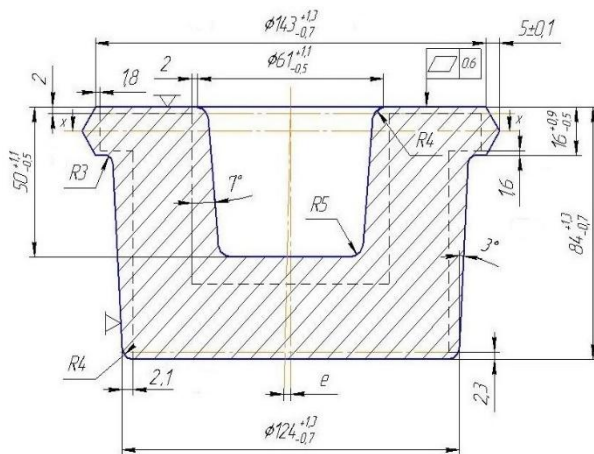


Рис. 3. Чертеж поковки «втулка»

5 РАСЧЕТ УСИЛИЯ ШТАМПОВКИ И ВЫБОР ПРЕССА

Максимальное усилие при штамповке, как правило, возникает в окончательном ручье в момент доштамповки, когда поковка приобретает наибольшие размеры в плане, а излишек металла образует облой. Так как окончательный ручей выполняют по размерам поковки, то необходимое усилие процесса можно определить исходя из его размеров.

При штамповке осаживанием с облоем расчетное усилие (МН) определяют по формулам А.Н. Брюханова и А.В. Ребельского:

- для круглых в плане поковок

$$P = 8(1 - 0,001D)(1,1 + 20 / D)^2 \sigma_B F_{\Pi}, \quad (2)$$

- для некруглых в плане поковок

$$P = 8(1 - 0,001D_{\text{пр}})(1,1 + 20 / D_{\text{пр}})^2 (1 + 0,1\sqrt{L / B_{\text{ср}}}) \sigma_B F_{\Pi}, \quad (3)$$

где D – максимальный диаметр круглой в плане поковки, мм; F_{Π} – площадь проекции поковки (без облоя) на плоскость разреза штампов; σ_B – предел прочности штампуемого металла при конечной температуре штамповки, МПа; $D_{\text{пр}}$ – приведенный диаметр поковки, имеющий в плане некруглую форму, мм; $D_{\text{пр}} = 1,13\sqrt{F_{\Pi}}$; $B_{\text{ср}}$ – средняя ширина поковки в плане; $B_{\text{ср}} = F_{\Pi}/L$; L – максимальный габаритный размер некруглой в плане поковки, мм.

Определим усилие штамповки круглой в плане поковки, представленной на рис. 3, из среднеуглеродистой стали 65 с $\sigma_B = 65$ МПа (табл. 21) и $D = 144$ мм по формуле (2).

$$P = 8(1 - 0,001 \times 144)(1,1 + 20 / 144)265\pi 144^2 / 4 = 1,42 \text{ Мн.}$$

Теперь можно выбрать по ГОСТ 6809-70 (табл. 22) пресс с ближайшим большим усилием – это пресс с номинальным усилием 6,3 МН.

Таблица 21. Предел прочности при растяжении стали σ_{Bt} при температуре окончания штамповки

Сталь	σ_B МПа при штамповке		
	на КГШП	на молотах	на ГКМ
Низкоуглеродистая с содержанием < 0,25% С (10, 15, 20, Ст2, Ст3, Ст4 и др.)	60	55	77
Среднеуглеродистая с содержанием > 0,25% С (30, 40, 50, Ст5, Ст,6); низколегированная с содержанием < 0,25% С (15Х, 20Х, 20ХН, 18ХН, 15ХФ и др.)	65	60	80
Низколегированная с содержанием > 0,25% С (40Х, 35СГ, 40ХН, 45ХН, 40ХС, 40ХФА)	70	650	90

Кривошипные горячештамповочные прессы, согласно ГОСТ 6809-70 [19, 20], имеют номинальное усилие 630, 1 000, 1 600, 2 500, 4 000, 6 300 тс (6,17–61,7 МН) (табл. 22).

Таблица 22. Основные параметры и размеры кривошипных
горячештамповочных прессов

Параметры и размеры	Номинальное усилие, тс (МН)					
	630 (63)	1 000 (10)	1 600 (16)	2 500 (25)	4 000 (40)	6 300 (63)
Ход ползуна, мм	200	250	300	350	400	460
Число ходов ползуна в минуту	90	80	75	60	50	40
Расстояние между столом и подштамповой плитой ползуна в крайнем положении, мм	560	560	660	890	1 000	1 150
Размеры стола, слева направо (В), спереди назад (L); ВxL, мм	640 x 820	770 x 990	940 x 1 200	1 200 x 1 400	1 570 x 1 620	1 900 x 1 950

Параметры и размеры	Номинальное усилие, тс (МН)					
	630 (63)	1 000 (10)	1 600 (16)	2 500 (25)	4 000 (40)	6 300 (63)
Размеры ползуна, слева направо (B), спереди назад (L); BxL, мм	600 x 600	720 x 720	860 x 910	1 070 x 1 120	1 420 x 1 420	1 680 x 1 680

6 ВЫБОР РАЗМЕРОВ ИСХОДНОЙ ЗАГОТОВКИ

Для поковок, изготавливаемых осадкой в торец или комбинацией осадки с выдавливанием, объем заготовки

$$V_{заг} = (V_{пок} + V_{пер} + V_3) \frac{100 + \delta_y}{100},$$

где $V_{пок}$ – объем поковки, определяемый как сумма объемов элементарных геометрических фигур, из которых состоит поковка; $V_{пер}$ – объем перемычки; V_3 – объем заусенца δ_y – угар металла, %.

Угар при индукционном нагреве принимают равным 1%, а в газовой печи – 2%.

Расчетный диаметр и сторона квадрата исходной заготовки, см:

$$D_{заг} = 1,083 \sqrt{\frac{V_{заг}}{m_0}} ; A_{заг} = \sqrt[3]{\frac{V_{заг}}{m_0}} ,$$

где m_0 – отношение длины к диаметру или стороне квадрата, рекомендуется принимать $m_0 = 1,60 \div 2,5$.

Полученные размеры $D_{заг}$ и $A_{заг}$ принимают ближайшими большими по сортаменту проката, предусмотренному ГОСТами [4].

Длина заготовки круглого сечения:

$$L_{заг} = \frac{V_{заг}}{F_{заг}} = \frac{4V_{заг}}{\pi D_{заг}^2} ,$$

где $F_{заг}$ – площадь поперечного сечения заготовки.

При изготовлении поковки удлиненной формы объем заготовки

$$V_{заг} = (V_{пок} + V_3) \frac{100 + \delta_y}{100} .$$

Объем заусенца поволоков удлиненной формы:

$$V_3 = U_{\Pi} (b_3 h_3 + h_2 B) ,$$

где U_{Π} – периметр контура поковки; b_3 – ширина мостика, (рис. 4; табл. 23); h_3 – толщина заусенца по мостику (табл. 23); h_2 – толщина заусенцев по магазину, $h_2 = 2 h_3$; B – ширина заусенца по магазину.

Ширина заусенца по магазину в зависимости от массы поковок:

Масса, кг	< 0,5	0,5–2	> 2
<i>B</i> , см	1	1,5	2

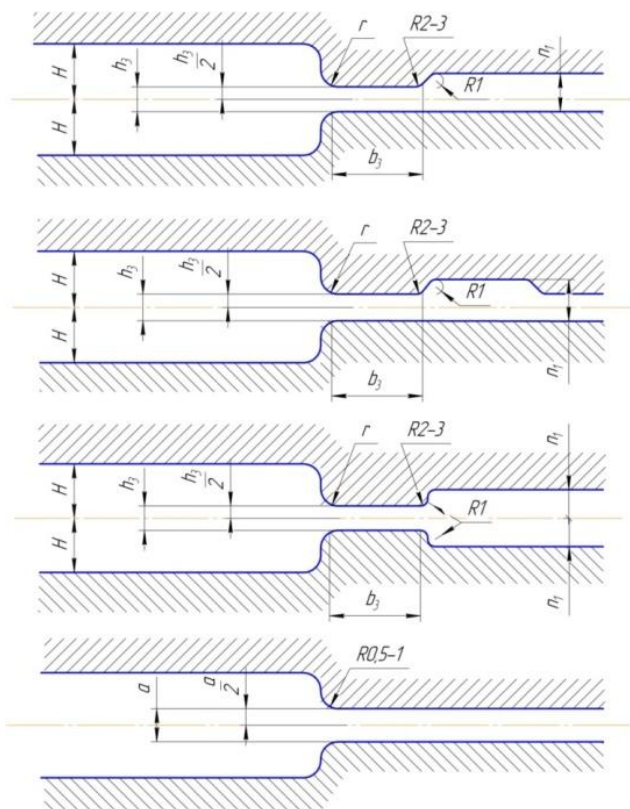


Рис. 4. Канавки для заусенца

Таблица 23. Размеры канавок для заусенца в мм

Усилие пресса, тс (МН)	h_3	b_3	h_1	R_1	H	r
630 (6,3)	1–1,5	4–5	5	15	1–3	0,5
1 000 (10)	1,5–2	4–6	6	15	3–8	1
1 600 (16)	2–2,5	5–6	6	20	8–20	1,5
2 000 (20)	2,5–3	6	6–8	20	20–30	2
2 500 (25)	2,5–3	6	6–8	20	30–60	3
3 150–4 000 (31,5–40)	3,5–4	6–8	8	25	60–80	3,5–4
5 000–6 300 (50–63)	4,5–5	8–12	9–12	30	Св. 80	5–6

Выбираем облойную канавку I типа (рис. 5). Магазин канавки полностью открыт. Так как нижняя половина штампа прогревается быстрее верхней, то для увеличения стойкости штампа мостик (порог канавки) располагают в верхней части штампа [5–7].

Толщина облойного мостика h при штамповке на КГШП выбирается по усилию процесса штамповки. Для усилия пресса 6,3 МН подбираем облойную канавку, размеры которой приведены в табл. 24 [5–7].

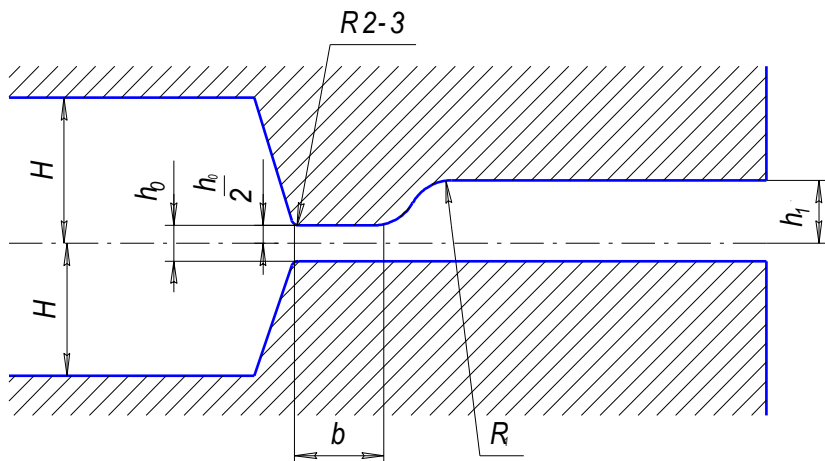


Рис. 5. Облойная канавка I типа

Таблица 24. Размеры (мм) облойной канавки I типа

h_0	h_1	R_1	b	a
1	5	15	5	1,0

Объем облоя определим по формуле

$$V_{об} = V_{мост} + V_{маг} = p_n (b \cdot h_0 + h_2 \cdot B),$$

где p_n – периметр поковки по линии разреза штампов, мм; h_0 – толщина мостика, мм; b – толщина мостика, мм; $h_2 = 2 \cdot h_0$ – средняя толщина облоя по магазину, мм; $B = 10$ мм – ширина облоя в магазине.

Периметр по линии разреза в окончательном ручье составляет $p_n = \pi D$. Тогда с учетом применения малооблойной штамповки,

то есть принимая, что облой будет размещен только в пределах мостика, получим:

$$V_{об} = \pi 144(5 \times 1 + 10 \times 2) = 113,04 \text{ см}^3.$$

Массу облоя найдем по формуле:

$$G_{об} = V_{об} \cdot \rho,$$

где $V_{об}$ – объем облоя, см^3 ; ρ – плотность материала, г/см^3 ;

$$G_{об} = 7,8 \times 113,04 = 0,88 \text{ кг}.$$

Суммарный объем поковки с облоем равен:

$$V_{но} = V_n + V_{об},$$

где $V_{об}$ – объем облоя, см^3 ; $V_{но} = 1\,206 + 113 = 1\,319 \text{ см}^3$.

Объем угара определится по формуле:

$$V_{уг} = V_{но} \frac{\delta}{100},$$

где $V_{но}$ – суммарный объем поковки с облоем, см^3 ; δ – угар металла, %; $\delta = 2\%$ нагрев в пламенной печи; $V_{уг} = 1\,319 \times 0,02 = 26 \text{ см}^3$.

Объем заготовки определяется по формуле:

$$V_{заг} = 1\,319 + 26 = 1\,345 \text{ см}^3.$$

Масса заготовки составляет:

$$G_{заг} = 1\,345 \times 7,8 = 10,5 \text{ кг}.$$

Определим размеры заготовки. В качестве заготовки по ГОСТ 2590-71 [6] выбираем пруток, который имеет диаметр 95 мм.

Далее вычисляем длину заготовки

$$L_{\text{заг}} = \frac{V_{\text{заг}}}{S_{\text{заг}}},$$

где $V_{\text{заг}}$ – объем заготовки, мм³; $S_{\text{заг}}$ – площадь поперечного сечения прутка, мм²; $L_{\text{заг}} = 4 \times 1345 / (\pi \times 9,5^2) = 190$ мм.

Значит, заготовка имеет размеры: диаметр 95 мм, длина 190 мм.

7 РЕЗКА ПРОКАТА НА МЕРНЫЕ ЗАГОТОВКИ

В качестве исходного металла для горячей объемной штамповки большинства крупных и мелких поковок используют сортовой прокат [4, с. 73–130]. Длина прутков составляет 2...6 м. Поперечное сечение проката может быть квадратное (ГОСТ 2591—88) или круглое (ГОСТ 2590—88). Размеры поперечного сечения (диаметр, сторона квадрата) устанавливаются этими стандартами и по сортаменту составляют: 5; 6; 8; 10; 12; 15; 18; 20; 22; 24; 25; 26; 28; 30; 32; 34; 36; 38; 40; 42; 45; 48; 50; 56; 60; 65 70; 75; 80; 85 90; 95; 100; 105 110; 120; 125; 130; 140; 150; 160; 170; 180; 190; 200; 210; 220; 240; 250 мм.

Исходные материалы подлежат разделке на мерные заготовки. Разрезку сортового проката производят пилами, газовой резкой, но чаще на кривошипных пресс-ножницах или хладноломах. Рабочим инструментом ножниц (рис. 6) являются нижний 1 и верхний 2 ножи. Рольганг 6 подает пруток 5 в окно между кромками ножей 1 и 2 до регулируемого упора 3. Прижим 4 предохраняет искривление прутка и улучшает качество среза. Отделение заготовки происходит при ходе верхнего подвижного ножа 2 вниз.

Точность резки на пресс-ножницах удовлетворяет основным видам штамповки. Существующие пресс-ножницы позволяют разделять прутки с поперечным размером до 250 мм. Причем прутки крупных сечений (более 80 мм), а также из хрупких и легированных сталей разделяют после подогрева до температуры 450...550 °С.

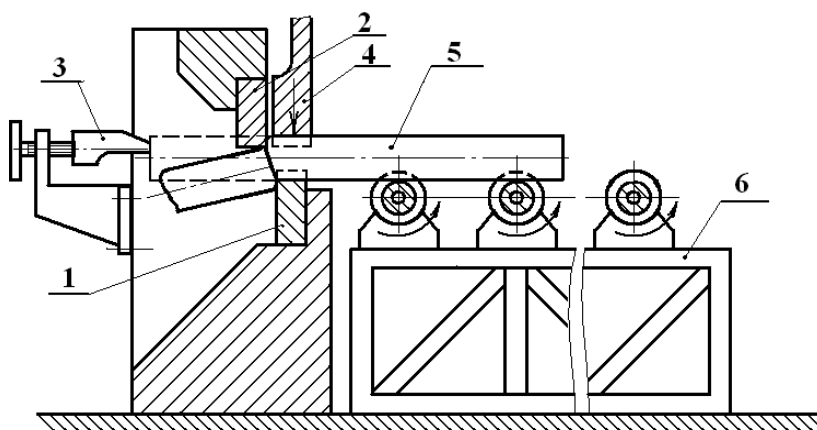


Рис. 6. Схема резки прутков на пресс-ножницах:

- 1 – нож нижний; 2 – нож верхний; 3 – упор регулируемый; 4 – прижим;
5 – пруток; 6 – рольганг

С учетом технико-экономических показателей выбирается способ резки проката на заготовки [4, с. 216–216; 6, с. 6–19]. Приводится схема процесса, описываются особенности его реализации, рассчитываются или назначаются основные параметры (усилие, величина зазоров и т.д.). Например, при выборе резки на пресс-ножницах решается вопрос о необходимости подогрева прутка [4, с. 176], рассчитывается усилие процесса [4, с. 175], приводится техническая характеристика оборудования [4, с. 194].

Норма расхода металла (в граммах) на одну поковку определяется из выражения:

$$c_p = \frac{\pi D_{зг}^2}{4} \rho \left(\frac{L_{зг}}{m} + \frac{l_{обр} + l_n}{n} + l_{пр} \right),$$

где $D_{зг}$ – диаметр заготовки, см; $D_{зг} = 9,5$ см; ρ – плотность штампуемого материала, г/см³; $\rho = 7,8$ г/см³; $L_{зг}$ – длина заготовки, см; $L_{зг} = 19$ см; m – число поковок, получаемых из одной заготовки; $m = 1$; $l_{обр} = (0,3 \dots 0,5)$ – длина торцевого обрезка, см; $l_{обр} = 6$ см; $l_n = \frac{L_{зг}}{2}$ – расчетная длина неkratности, см; $l_n = 9,5$ см; $l_{пр}$ – длина прорезки, равная толщине пильного диска или ширине реза, см.

При резке на пресс-ножницах $l_{пр} = 0$; n – количество заготовок, получаемых из одного прутка:

$$n = \frac{(L_p - l_{обр} - l_{пр} - l_n)}{L_{зг}}.$$

Расчетная длина немерного проката L_p определяется по формуле:

$$L_p = \frac{L_6 + L_M}{2 + K},$$

где K – коэффициент, учитывающий влияние укороченных штанг, допускаемых в каждой партии, $K = 10\%$; $L_6 = 6$ м, $L_M = 2$ м; $L_{ук} = 1$ м.

$$K = \frac{\Pi}{100} \frac{L_6 - L_{ук}}{L_M + L_{ук}}.$$

В примечаниях к соответствующим ГОСТам на сортамент проката [4, с. 73–91] указывается наибольшая L_6 и наименьшая L_M длина прутков. Кроме того, указывается количество Π % укороченных прутков.

ченных штанг длиной не менее $L_{ук}$. Показателем экономичности раскроя является коэффициент раскроя, определяемый по формуле:

$$K_p = \frac{nL_{зг}}{mL_p} * 100.$$

Усилие отрезки P зависит от характеристик прочности разрезаемого металла, площади поперечного сечения прутка, схемы отрезки и скорости деформирования, температуры подогрева. При не полностью закрытой отрезке усилие возрастает сравнительно плавно, а затем резко снижается.

Для определения максимального усилия разрезки можно пользоваться приближенными формулами [4] при резке проката диаметром 95 мм из стали 40ХН2МА (табл. 3) при температуре подогрева 500 градусов:

$$P = 0,72 \cdot K_p \cdot \sigma_B \cdot F = 0,72 \cdot 1,0 \cdot 700 \cdot \frac{3,14 \cdot 95^2}{4} = 357065 \text{ кг} = \\ = 3570 \text{ Кн},$$

где K_p – коэффициент, зависящий от схемы отрезки и от скорости деформирования [4]; σ_B – предел прочности (кг/мм²) при температуре подогрева; F – площадь поперечного сечения прутка.

Для резки проката диаметром 95 мм на мерные заготовки длиной 190 мм из стали 60 выбираем модель сортовых кривошипных ножниц Н 1838 [4, с. 194], имеющую следующие технические характеристики: дифференцированного зажима – нет; номинальное усилие – 6 300 кН; число ходов в минуту – 26. Наибольший размер сечения разрезаемого проката: Круг – 125 мм Квадрат – 110 мм Полоса – 250 мм Наибольшая длина отрезаемой заготовки – 1 000 мм.

$$K = \frac{\Pi}{100} \cdot \frac{L_{\text{б}} - L_{\text{ук}}}{2 + L_{\text{ук}}} = \frac{10}{100} \cdot \frac{6 - 1}{2 + 1} = 0,17;$$

$$L_p = \frac{L_{\text{б}} + L_{\text{м}}}{2 + K} = \frac{6 + 2}{2 + 0,17} = 3,8 \text{ м} = 380 \text{ см};$$

$$n = \frac{(L_p - L_{\text{обп}} - L_{\text{пр}} - L_{\text{н}}) \cdot m}{L_{\text{зг}}} = \frac{(380 - 6 - 0 - 9,3) \cdot 1}{19} = 19,21;$$

$$G = \frac{\pi \cdot D_{\text{зг}}^2}{4} \cdot \rho \cdot \left(\frac{L_{\text{зг}}}{m} + \frac{L_{\text{обп}} + L_{\text{н}}}{n} + L_{\text{пр}} \right) =$$

$$= \frac{3,14 \cdot 9,5^2}{4} \cdot 7,8 \cdot \left(\frac{19}{1} + \frac{6 + 9,3}{19} + 0 \right) = 10 \text{ 941 гр.}$$

Показателем экономичности раскроя является коэффициент раскроя, определяемый по формуле:

$$K = \frac{n \cdot L_{\text{зг}}}{m \cdot L_p} \cdot 100 \% = \frac{19 \cdot 19}{1 \cdot 380} \cdot 100 \% = 95 \%.$$

8 НАГРЕВ ЗАГОТОВОК

В данном разделе необходимо рассмотреть способы нагрева заготовок при горячей объемной штамповке и выбрать тип печи в зависимости от металла заготовки, размера и форм нагреваемых заготовок и способа нагрева [4, с. 239–273; 6, с. 20–52].

Как пример, рассмотрим способ нагрева заготовок в пламенной печи, так как себестоимость затрат на 40–50% ниже, чем при других способах нагрева.

Пламенная печь на рис. 7 с площадью пода $2-3 \text{ м}^2$ широко применяется для нагрева мелких и средних заготовок массой до 10 кг. Она проста по конструкции и в обслуживании. Эта печь имеет одно общее окно загрузки и выгрузки. Кладка выполнена в жестких каркасах. Продукты горения отводятся через зонт вытяжной вентиляции. Для повышения КПД этой печи установлен регулятор.

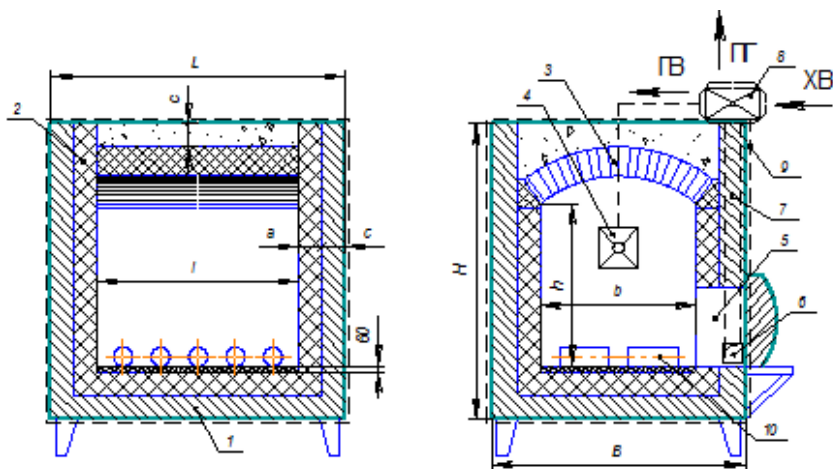


Рис. 7. Эскиз пламенной печи:

- 1 – пол; 2 – стена; 3 – арочный свод; 4 – пламенная горелка; 5 – окно для выгрузки-загрузки; 6 – окно для отвода ПГ; 7 – канал для отвода ПГ; 8 – рекуператор; 9 – каркас; 10 – заготовка

9 ОБРЕЗКА ОБЛОЯ, ПРОБИВКА ПЕРЕМЫЧЕК И ПРАВКА ПОКОВОК

Обрезка облоя и пробивка перемычек производятся в холодном или горячем состоянии. При холодной обрезке легче осуществить подгонку матриц и пуансонов, наладку штампов. Холодный способ обрезки облегчает механизацию и автоматизацию процесса, увеличивает стойкость штампов. Однако при холодной обрезке усилие обрезки в 3–6 раз больше, чем при горячей обрезке. Кроме того, если поковки изготовлены из легированной стали, при обрезке облоя могут возникать трещины. Учитывая преимущества и недостатки каждого способа, марку штампуемого материала, обосновывают способ обрезки облоя и пробивки перемычек, применяемый в разрабатываемом технологическом процессе [5, с. 481; 6, с. 320–329].

В этом разделе определяется способ обрезки и пробивки, приводится схема конструкции обрезного штампа [5, с. 495–519]. Рассчитывается зазор между пуансоном и матрицей, усилие обрезки облоя и пробивки перемычки [5, с. 482–483], выбирается оборудование. Дается техническая характеристика выбранного пресса.

При выборе обрезного штампа необходимо решить вопрос о правке и калибровке поковок [5, с. 531–542]. Описываются различные способы правки и выбирается нужный.

Например, для изготовления поковки «зубчатое колесо» используется сталь 40ХН2МА. Чтобы избежать образования трещин, обрезку облоя целесообразно производить в горячем состоянии сразу после штамповки на кривошипном горячештамповочном прессе при температуре 900 °С.

Схема обрезки облоя приведена на рис. 8.

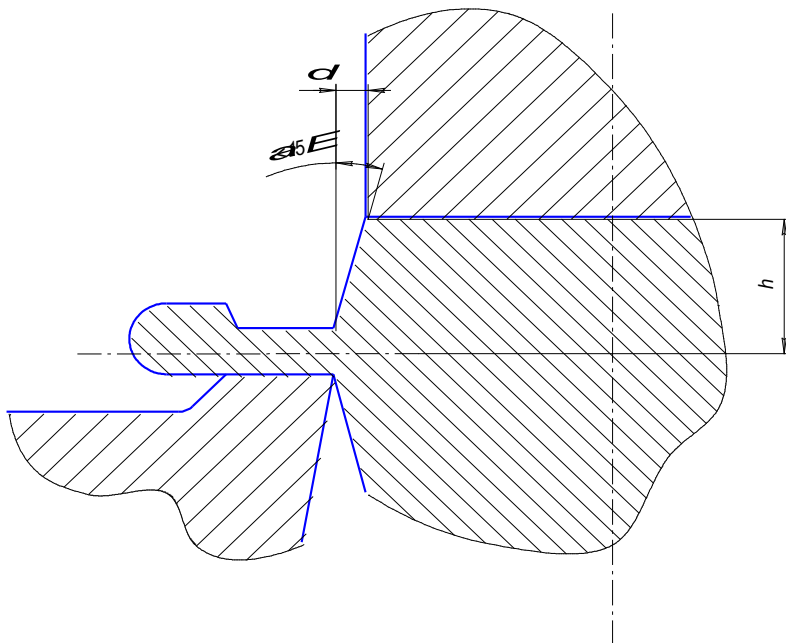


Рис. 8. Схема обрезки облоя

Зазор, согласно рекомендациям [5], выбирается в зависимости от штамповочного уклона α и высоты поковки h : $\delta = 0,3$ мм.

Усилие обрезки облоя определяется по формуле:

$$P_{обр} = (1,5 \div 1,8) \cdot S \cdot t \cdot \sigma_g,$$

где S – периметр среза, мм; t – действительная толщина среза облоя, мм; σ_g – предел прочности при температуре обрезки, мПа.

$$t = h_{об} + 2r + n,$$

где $h_{об}$ – толщина облоя, мм; $h_{об} = 1$ мм; r – радиус скругления, мм; $r = 2$ мм; n – плюсовой допуск на высоту поковки, мм; $n = 0,1$; $t = 1 + 2 \cdot 2 + 0,1 = 5,1$ мм.

Предел прочности стали 40ХН2МА при температуре 900 °С составляет 80 МПа, тогда усилие обрезки облоя:

$$P_{обр} = 1,7\pi 144 \times 5,1 \times 80 = 313 \text{ Кн.}$$

Обрезка облоя будет осуществляться на однокривошипном закрытом обрезном прессе усилием 1 600 кН. Параметры прессы указаны в табл. 25.

Таблица 25. Основные параметры прессы однокривошипного закрытого обрезного

Параметр	Норма
Номинальное усилие, кН	1 600
Ход ползуна, мм	250
Число ходов ползуна в 1 мин	40
Наибольшее расстояние между столом и ползуном в его нижнем положении, мм	450
Размеры стола, мм	800 x 800
Мощность привода, кВт	40

Поковки в процессе штамповки подвергаются искривлению (короблению). Искривление поковок часто происходит при обрезке облоя и пробивке перемычек в результате неплотного прилегания опорной поверхности поковки. У поковок, круглых в плане, искривление увеличивается с ростом отношения диаметра поковки к ее средней высоте. Большое влияние на величину искривления оказывает состояние режущих кромок обрезных матриц и пуансонов, а также величина зазора между матрицей и пуансоном.

Правку поковок [5, с. 531] необходимо назначать в тех случаях, когда величина искривления превышает допуск на размеры поковки. Размеры допустимой кривизны поковок регламентируются ГОСТ 7505-74.

Холодную правку применяют в основном для мелких и средних по массе поковок простых и сложных форм. Ее обычно осуществляют после термической обработки и очистки поковок от окалины на штамповочных фрикционных молотах, фрикционных винтовых прессах, устанавливаемых в термическом отделении цеха. В разделе описываются различные способы правки и выбирается нужный.

Калибровку применяют для повышения точности поковки по форме и размерам [5, с. 533]. Различают калибровку плоскостную и объемную, горячую и холодную. В разделе описываются различные способы калибровки и выбирается нужный.

10 ОЧИСТКА ПОКОВОК ОТ ОКАЛИНЫ

На основании анализа сравнительных характеристик [5, с. 543–553] обосновывается необходимый способ очистки поковок от

окалины. Приводятся преимущества и недостатки способа, основные параметры оборудования и режим очистки.

Для получения поковок с высоким качеством поверхности, требующих минимальной обработки резанием, необходимо очищать поковки послековки и штамповки от поверхностных дефектов, окалины, ржавчины и других загрязнений (мазута, масла, песка).

Как пример, для удаления дефектов с поверхности поковок, изготавливаемых на прессах, широко применяется дробеструйный и дробеметный способы отчистки поковок. Дробь разгоняется сжатым воздухом давлением 0,5–0,6 МПа до скорости 20–30 м/с. Оптимальное расстояние от сопла до поверхности очищаемой поковки 200–300 мм, при меньших расстояниях производительность отчистки падает, т.к. уменьшается площадь воздействия струи дроби. Дробеструйные аппараты позволяют производить очистку сложных поковок с глубокими полостями типа стаканов и втулок с фланцами.

Выбираем двухкамерный дробеструйный аппарат нагнетательной системы модели 334М. Характеристики дробеструйного аппарата приведены в табл. 26 [5, с. 549] Конструкция аппарата обеспечивает возможность одновременной работы двумя соплами.

Таблица 26. Технические характеристики дробеструйных аппаратов

Параметр	334М
Объем рабочей камеры, л	140
Рабочее давление, Па	600 000

Параметр	334М
Расход воздуха при непрерывной работе, м ³ /мин	4,2
Расход дроби на 1т поковок, кг	2,4–5,0
Радиус действия аппарата, мм	3 000
Число сопел	2
Диаметр подводящего воздуховода, мм	50,8
Диаметр сопла, мм	8
Мощность электродвигателя компрессора, кВт	25
Масса, кг	780

11 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПОКОВОК

На основании анализа возможных видов брака, возникающих на всех операциях технологического процесса [5, с. 568–572], приводится описание тех видов брака, которые могут возникнуть в разработанном технологическом процессе. Назначаются методы контроля штампованных поковок [5, с. 573; 6, с. 338–342].

К основным видам брака на всех операциях технологического процесса горячей объемной штамповки относят:

– косо́й сре́з, заусе́нцы, искривле́ние ко́нца загото́вки, то́рцевые тре́щины, несоотве́тствие загото́вки по дли́не (при ре́зке загото́вок);

– недогре́в, перегре́в, пережо́г, ока́лина, обезугле́роженная по́верхность (при на́греве загото́вок);

– вмя́тины, забо́ины, неза́полнение фи́гуры, переко́с, за́жим, заусе́нец, кривизна́ (при шта́мповке);

– недоста́точная или по́вышенная тве́рдость, зака́лочные тре́щины (при термиче́ской обрабо́тке).

Контро́ль по́ковок явля́ется неотъе́млемой ча́стью техноло́гического проце́сса шта́мповки и вклю́чает в се́бя проверку разме́ров и фо́рмы эле́ментов и их меха́нической про́чности.

При изме́рении разме́ров по́ковки необхо́димо соблю́дать пра́вило еди́нства ба́зы. Ба́зой для изме́рения по́ковки явля́ются те че́рные то́чки ее по́верхности, кото́рыми по́ковка фи́ксируется в приспособле́ниях для обрабо́тки ре́занием. Для провер́ки разме́ров по́ковки приме́няют универса́льные (шта́нгенциркули, кронциркули, инди́каторы и т.п.) и специа́льные (ско́бы, ша́блоны и т.п.) изме́рительные инстру́менты, а та́кже контро́льные приспособле́ния.

Контро́ль меха́нической про́чности по́ковок вклю́чает хими́ческий и металло́графический а́нализ, меха́нические, магни́тные и дру́гие специа́льные испы́тания по́ковки, а та́кже выя́вление внешне́х и внутре́нных де́фектов.

Контро́ль хими́ческого со́става ста́ли произво́дят при приеме́ поставля́емого на заво́д ме́талла, сда́че отве́стных по́ковок, исследова́нии причи́н бра́ка. Контро́ль по́ковок бу́дем прово́дить выбо́рочно хими́ческим а́нализом.

Контро́ль ка́чества термиче́ской обрабо́тки по́ковки вклю́чает два эта́па: контро́ль выполне́ния режи́мов термиче́ской обрабо́тки и контро́ль ка́чества обрабо́тки после́ нее.

Для выполнения первого этапа термические печи оборудуют пирометрами (термопарами) с самописцами, терморегуляторами.

На втором этапе осуществляют механические испытания в лаборатории.

Выявление внешних дефектов производят визуальным осмотром поковок непосредственно у штамповочного агрегата.

Для выявления внутренних и внешних дефектов поковок ответственного назначения применяют также магнитную дефектоскопию.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Москва: Издательство стандартов, 1990. – 52 с.
2. ГОСТ 8479-70. Поковки из конструкционной углеродистой и легированной стали. Технические условия. – Москва: Издательство стандартов, 1970. – 15 с.
3. ГОСТ 3.1126-88. Единая система технологической документации. Правила выполнения графических документов на поковки. – Москва: Издательство стандартов, 1988. – 23 с.
4. Ковка и штамповка. Справочник в 4 томах. Материалы и нагрев. Оборудование и ковка / под редакцией Е. И. Семенова. – Москва: Машиностроение, 1985. – Т. 1. – 567 с.
5. Ковка и штамповка: Справочник в 4 томах. Горячая штамповка / под редакцией Е. И. Семенова. – Москва: Машиностроение, 1986. – Т. 2. – 588 с.
6. Семенов, Е. И. Ковка и объемная штамповка.: учебник для вузов / Е. И. Семенов. – М.: Высшая школа, 1972. – 352 с.
7. Охрименко, Я. М. Технология кузнечно-штамповочного производства / Я.М. Охрименко. – Москва: Машиностроение, 1966.
8. Марочник сталей и сплавов / под редакцией В. Г. Сорокина. Москва: Машиностроение, 1989. – 640 с.
9. Гуляев, А. П. Металловедение: учебник для вузов / А. П. Гуляев. – Изд. 6-е, перераб. и доп. – Москва: Металлургия, 1986. – 544 с.
10. Марочник сталей и сплавов / под редакцией И. Р. Крянина, А. А. Астафьева, Е. П. Могилевского. – Москва: ЦНИИМАШ, 1977. – 483 с.
11. Гаскатов, В. М. Машиностроительные материалы: краткий справочник / В. М. Гаскатов, В. С. Чуенков, Н. Ф. Бессонова, Д. А. Вейс. – Москва: Машиностроение, 1980. – 511 с.

12. Ненашев, В. Ю. Теория и технология горячей штамповки: методические указания к курсовой работе / составитель В. Ю. Ненашев. – Самара: СГАУ, 1991. – 16 с.

13. Теория и технология горячей штамповки: методические указания к лабораторным работам / составители В. Ю. Ненашев, А. Ю. Иголкин. – Самара: СГАУ, 2004. – 62 с.

14. Теория и технология горячей штамповки: методические указания для курс. проектирования / составители В. Ю. Ненашев, И. Н. Ковалькова. – Самара: СГАУ, 2004. – 35 с.

15. СТО СГАУ 02068410-004-2007. Общие требования к учебным текстовым материалам. – Самара: Самарский университет, 2018. – 31 с.

16. Ершов, В. И. Справочник кузнеца-штамповщика / В. И. Ершов, В. В. Уваров, А. С. Чумадин [и др.] – Москва: Издательство МАИ, 1996. – 352 с.

17. Ненашев, В. Ю. Прогрессивные технологические процессы горячей объемной штамповки / В. Ю. Ненашев. – Куйбышев: КуАИ, 1981. – 53 с.

18. Лахтин, Ю.М. Металловедение и термическая обработка металлов: учебное пособие для вузов / Ю. М. Лахтин. 3-е изд. – Москва: Металлургия, 1983. – 360 с.

19. Кузнечно-прессовое оборудование 2003 г.: номенклатурный каталог: ИКФ «Каталог». – Москва: ИКФ «Каталог», 2003. – 106 с.

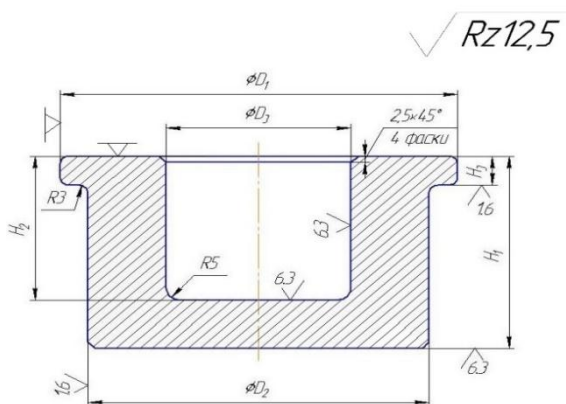
20. ГОСТ 6809-87. Прессы кривошипные горячештамповочные. Параметры и размеры. – Москва: Издательство стандартов, 1990. – 9 с.

21. Технологические процессы кузнечно-штамповочного производства [Электронный ресурс]: методические указания к практическим занятиям. – Самара, 2013.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Варианты заданий

Разработать технологический процесс горячей объемной штамповки стальной поковки «втулка» на кривошипных горячештамповочных прессах в открытых штампах.



Исходные данные по детали

1. Геометрические размеры: $D_1 = 140 + N$, $D_2 = 120 + N$, $D_3 = 65 + N$, $H_1 = 80 + N$, $H_2 = 60 + N$, $H_3 = 12 + N$.

2. Материал – стали, применяемые для штампованных изделий: 1 – Ст 3; 2 – Ст – 15; 3 – Ст 20; 4 – Ст 25; 5 – Ст 30; 6 – Ст 40; 7 – Ст 45; 8 – Ст 40; 9 – Ст 45; 10 – Ст 50; 11 – 15Х; 12 – 20Х; 13 – 18ХГТ; 14 – 30Х; 15 – 35Х; 16 – 38Х; 17 – 40Х; 18 – 45Х; 19 – 50Х; 20 – 35ХМ; 21 – Ст 4; 22 – 40ХН; 23 – 40ХН2МА ; 24 – 20ХГНР; 25 – 30ХГСА; 26 – Ст 35; 27 – Ст 60; 28 – 35ХГ2; 29 – 38ХГА; 30 – 40ХГ.

3. Выбор геометрических размеров и марки стали осуществляется по номеру студента в списке группы N .

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Программа дисциплины «технология горячей Штамповки»

1. Материалы для горячей объемной штамповки. Сортамент. Исходные материалы. Разделка исходного материала на мерные заготовки.

2. Температурный режим горячей объемной штамповки. Температурный интервал штамповки. Нагрев заготовок в печах. Влияние штамповки на структуру металла и механические характеристики.

3. Штамповка на молотах. Способы штамповки в открытых и закрытых штампах. Классификатор поковок на молотах. Характеристика процессов штамповки. Штамповочные молоты. Конструкции штампов. Разработка чертежа поковки. Выбор размеров исходной заготовки. Классификация ручьев молотовых штампов и переходов штамповки. Заготовительные и штамповочные ручки молотовых штампов. Облой и облойные канавки. Особенности технологии штамповки. Выбор переходов штамповки и размеров исходной заготовки. Определение массы падающих частей молота. Технологическая карта. Конструкции молотовых штампов и их проектирование.

4. Штамповка на кривошипных горячештамповочных прессах, гидравлических и винтовых прессах. Достоинства и недостатки. Разработка чертежа поковки. Классификаторы поковок. Разработка технологического процесса. Особенности технологии штамповки. Конструкции прессовых штампов. Расчет усилий.

5. Штамповка на горизонтальных ковочных машинах. Классификатор поковок. Конструкция и принцип действия горизонтальных ковочных машин (ГКМ). Классификация ручьев штампов ГКМ. Разработка чертежа поковки. Определение усилий. Технологический процесс штамповки. Конструкции штампов ГКМ.

6. Отделочные операции. Обрезка облоя и пробивка перемычек. Правка и калибровка поковок. Очистка поковок от окалины. Виды брака поковок. Термическая обработка.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Тест для проверки знаний

1. Горячей штамповкой получают следующие виды металлоизделий:

- а) поковки
- б) штамповки
- в) профили
- г) листы

2. Горячая штамповка проводится при температуре:

- а) $0,1 T_{пл}$
- б) $0,6 T_{пл}$
- в) $0,3 T_{пл}$
- г) $0,2 T_{пл}$

3. В каком ручье отсутствует облойная канавка?

- а) формовочном
- б) предварительном
- в) протяжном
- г) окончательном

4. Припуск – это слой металла, подлежащий:

- а) удалению обработкой резанием
- б) пластическому деформированию
- в) покрытию технологической смазкой
- г) цементации

5. Напуск – это дополнительный объем металла, добавляемый к заготовке:

- а) для увеличения прочности
- б) уменьшения числа переходов при штамповке
- в) упрощения формы заготовки
- г) учета угара металла при нагреве

6. Подкатной ручей в штампах – это ручей, в котором элементы заготовки:

- а) увеличиваются по длине
- б) уменьшаются по длине

- в) увеличиваются в плоскости поперечного сечения
- г) уменьшаются в плоскости поперечного сечения

7. Штамповка в закрытых штампах производится главным образом:

- а) на молотах
- б) кривошипных горячештамповочных прессах
- в) гидравлических прессах
- г) горизонтально-ковочных машинах

8. Протяжной ручей в штампах – это ручей, в котором элементы заготовки:

- а) увеличиваются по длине
- б) уменьшаются по длине
- в) увеличиваются в плоскости поперечного сечения
- г) уменьшаются в плоскости поперечного сечения

9. При разработке технологического процесса горячей штамповки отправным пунктом является:

- а) оборудование
- б) деталь
- в) заготовка
- г) температура деформации

10. Формовочный ручей предназначен:

- а) для увеличения площади поперечных сечений заготовки
- б) увеличения длины заготовки
- в) приближения формы заготовки к форме поковки
- г) обрезки облоя

11. Основным технологическим назначением заусенца при штамповке в открытых штампах является:

- а) только прием излишков металла
- б) получение высокого качества поверхности детали
- в) создание противодействия внутри полости штампа и заполнение его углов
- г) снижение усилия штамповки

12. Основным фактором, влияющим на бочкообразование при осадке цилиндрических заготовок, является:

- а) мощность приводного электродвигателя прессы
- б) трение на контакте инструмента с заготовкой
- в) усилие деформации
- г) природа металла заготовки

13. Укажите величину штамповочных уклонов при штамповке в открытых штампах:

- а) 5–10 градусов
- б) 1–3 градуса
- в) 90 градусов
- г) менее 1 градуса

14. Для расчета формоизменения при штамповке в закрытых штампах необходимо соблюдать условие:

Здесь V_3 – объем заготовки, V_{Π} – объем поковки, V_0 – объем облоя.

- а) $V_3 = V_{\Pi} + V_0$
- б) $V_3 = V_{\Pi}$;
- в) $V_3 = V_{\Pi} - V_0$

15. Какой из перечисленных видов обработки металлов давлением в среднем характеризуется наибольшим коэффициентом использования металла?

- а) ковка
- б) холодная объемная штамповка
- в) горячая объемная штамповка
- г) прессование

16. Какой вид штамповки наиболее распространен на производстве?

- а) штамповка выдавливанием
- б) штамповка в открытых штампах
- в) штамповка в закрытых штампах

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Классификация горячей штамповки в зависимости от оборудования.
2. Классификация горячей штамповки в зависимости от типа штампа.
3. Особенности штамповки в открытых штампах.
4. Характер деформации металла в закрытых штампах.
5. Разработка чертежа поковки.
6. Выбор линии разъема штампов.
7. Кузнечные напуски, припуски и допуски.
8. Распределение штамповочных углов и радиусов закругления.
9. Классификация поковок, штампуемых на молотах.
10. Ручьи молотовых штампов.
11. Конструкции облойных канавок.
13. Проектирование ручьев молотовых штампов.
14. Конструирование молотового штампа.
15. Технологические операции при штамповке на молотах.
16. Эпюры диаметров и сечений.
17. Расчет размеров заготовок.
18. Расположение ручьев на зеркале штампов.
19. Конструирование закрытых штампов.
20. Особенности штамповки на кривошипных прессах.
21. В чем отличие объемной штамповки отковки?
22. Что такое облойная канавка штампа?
23. Что такое штамповочный уклон и для чего он необходим?
24. Что такое припуск на механическую обработку поковок?

25. Как удаляют облой, полученный при открытой штамповке?

25. Для чего нужны радиусы скругления между пересекающимися поверхностями поковки?

26. Как выбирают температурный интервал горячей штамповки?

27. Перечислите отделочные операции горячей штамповки.

Методические материалы

**ТЕХНОЛОГИЯ ГОРЯЧЕЙ ШТАМПОВКИ
НА КРИВОШИПНЫХ ПРЕССАХ**

Методические указания

Составители: *Каргин Владимир Родионович,*
Каргин Борис Владимирович

Редактор *А.С. Никитина*
Компьютерная вёрстка *А.С. Никитиной*

Подписано в печать 12.08.2020. Формат 60x84 1/16.

Бумага офсетная. Печ. л. 4,0.

Тираж 25 экз. Заказ . Арт. – 44(Р1М)/2020.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА»
(САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)
443086, САМАРА, МОСКОВСКОЕ ШОССЕ, 34.

Издательство Самарского университета.
443086, Самара, Московское шоссе, 34.

