

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра энергетики и технологии металлов

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОКОВОК
ГОРЯЧЕЙ ОБЪЁМНОЙ ШТАМПОВКОЙ**

Методические указания
к выполнению лабораторной работы
для студентов специальностей
190201, 190202, 151001, 151002,
190702, 150202, 280101, 140211, 220301

Курган 2011

Кафедра: «Энергетика и технология металлов»

Дисциплина: «Технология конструкционных материалов»

Составили:

профессор, канд. техн. наук Филинков М.Д.
доцент, канд. техн. наук Дудоров В.И.
доцент, канд. техн. наук Дудорова Т.А.
доцент, канд. техн. наук Савиных Л.М.

Утверждены на заседании кафедры «23» октября 2010 г.

Рекомендованы методическим советом университета « 24 » октября 2010 г.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОКОВОК ГОРЯЧЕЙ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКОЙ

Цель работы: ознакомление с методикой проектирования технологического процесса изготовления поковок горячей объемной штамповкой в открытых штампах на паровоздушных молотах.

ВВЕДЕНИЕ

Горячей объемной штамповкой изготавливают поковки разных форм и размеров из стали, цветных металлов и сплавов на молотах, прессах и других машинах. При объемной штамповке на молотах применяют открытые штампы, в которых по периметру основного ручья штампа предусматривается заусенечная канавка.

Исходным материалом для объемной штамповки является, главным образом, прутковый металл, преимущественно круглого сечения, нарезанный на заготовки. Перед деформированием заготовка металла нагревается в специальных нагревательных устройствах.

Разработка техпроцесса изготовления поковок горячей объемной штамповкой состоит из следующих этапов:

- 1 Разработка чертежа поковки.
- 2 Конструирование чистового ручья штампа.
- 3 Определение усилий деформирования металла и выбор мощности штамповочного молота.
- 4 Конструирование молотового штампа.
- 5 Определение профиля и размеров исходной заготовки.
- 6 Определение термического режима штамповки.

1 МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1.1 Разработка чертежа поковки

Чертеж поковки составляется на основе чертежа готовой детали.

При составлении чертежа поковки необходимо установить плоскость разъема штампа, назначить припуски на механическую обработку, допуски, определить штамповочные уклоны и радиусы закруглений, а также установить форму и размеры наметок отверстий.

1.1.1 Выбор плоскости разъема штампа

Для правильного выбора плоскости разъема штампа необходимо соблюдать следующие требования:

- 1 Штампуемая поковка должна свободно выниматься из обеих частей штампа, поэтому получение каких-либо поднутрений на боковых поверхностях поковки исключается.
- 2 С целью облегчения заполнения металлом полости штампа нужно выбирать разъем таким образом, чтобы полости штампа имели наименьшую глубину.
- 3 Труднозаполняемые части поковки (тонкие и высокие ребра, бобышки, выступы и т.д.) следует располагать в верхнем штампе. При штамповке на молоте металл течет легче вверх, так как нижний штамп больше соприкасается с горячей поковкой и имеет худшее состояние поверхности, что затрудняет течение металла.
- 4 Чаще всего разъем устанавливается в полости двух наибольших взаимно перпендикулярных размеров поковки.
- 5 При выборе плоскости разъема нужно учитывать возможность легкого контроля смещения одной части поковки относительно другой. Для соблюдения этого правила необходимо, чтобы контуры верхней и нижней частей штампа в плоскости разъема были примерно одинаковы, как на рисунке 1.

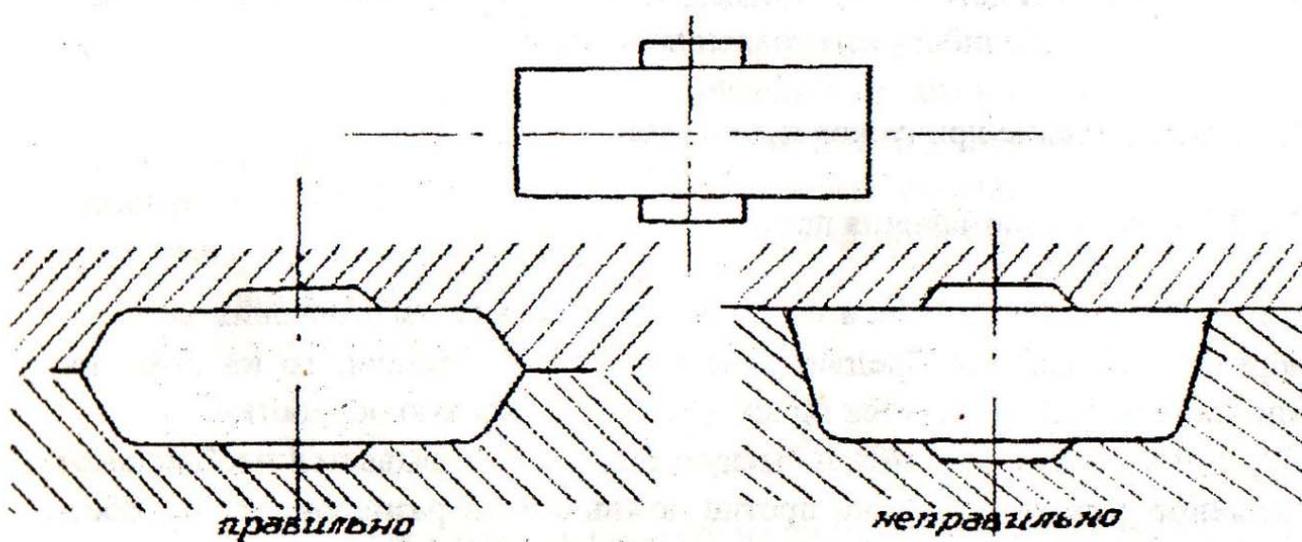


Рисунок 1 – Выбор плоскости разъема штампа

- 6 Чаще всего плоскости разъема выбирают по прямой линии, это обеспечивает более простое изготовление штампа и облегчает обрезку облоя. После выбора плоскости разъема штампа необходимо начертить чертеж детали, проставить все размеры и указать плоскость разъема штампа. К чертежу необходимо указать массу детали и материал, из которого она изготавливается, точность изготовления поковки (рисунок 2).

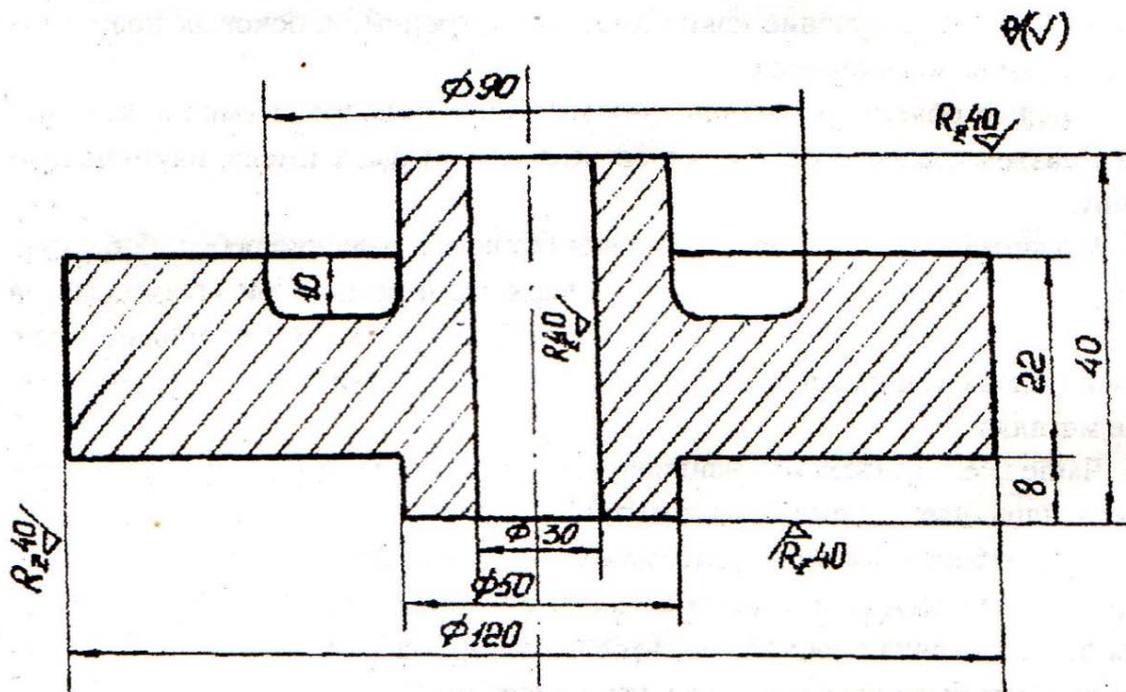


Рисунок 2 – Чертеж детали. Масса детали 1,5 кг. Материал детали – сталь 20.
Точность изготовления поковки 1 класс

1.1.2 Определение припусков и допусков

1.1.2.1 Порядок назначения припусков

Если качество поверхности поковки и точность ее изготовления не удовлетворяют требованиям, предъявляемым к готовой детали, то на этих поверхностях предусматривается припуск на механическую обработку.

Припуском на механическую обработку называется необходимое превышение размеров поковки против номинальных размеров детали, обеспечивающее после обработки резанием требуемые чертежом размеры детали и шероховатость поверхности. Припуски назначают на все обрабатываемые поверхности отдельно с каждой стороны размера.

Припуски на штамповочные поковки из черных металлов устанавливаются ГОСТом 7505, который предусматривает подразделение поковок на несколько классов в зависимости от предъявляемых требований к точности размеров, а также от условий характера производства (массовое или серийное). Припуски на обработку выбирают по таблице 1 с учетом массы детали, шероховатости и номинального размера, на который назначается припуск. Класс точности поковки указывается на чертеже детали. Класс точности выбирается по таблице 2 с учетом исходного индекса, который определяется в зависимости от массы поковки и степени ее сложности, класса точности.

Таблица 1 – Припуски на обработку для штамповочных поковок

Масса поковки, кг	Номинальный размер, на который назначается припуск, мм														
	До 50		50-120		120-180		180-260		260-360						
	320-80	40-2,5	1,25	320-80	40-2,5	1,25	320-80	40-2,5	1,25	320-80	40-2,5	1,25			
Шероховатость поверхности, мкм															
1 класс															
До 0,25	0,6	1,1	1,4	0,7	1,2	1,5	0,8	1,3	1,6	0,9	1,4	1,7	1,0	1,5	1,8
0,25-0,40	0,7	1,2	1,5	0,8	1,3	1,6	0,9	1,4	1,7	1,0	1,5	1,8	1,1	1,6	1,9
0,40-0,63	0,8	1,3	1,6	0,9	1,4	1,7	1,0	1,5	1,8	1,1	1,6	1,9	1,2	1,7	2,0
0,63-1,0	0,9	1,4	1,7	1,0	1,5	1,8	1,1	1,6	1,9	1,2	1,7	2,0	1,3	1,8	2,1
1,0-1,6	1,0	1,5	1,8	1,1	1,6	1,9	1,2	1,7	2,0	1,3	1,8	2,1	1,4	1,9	2,2
1,6-2,5	1,1	1,6	1,9	1,2	1,7	2,0	1,3	1,8	2,1	1,4	1,9	2,2	1,5	2,0	2,3
2,5-4,0	1,2	1,7	2,0	1,3	1,8	2,1	1,4	1,9	2,2	1,6	2,1	2,4	1,7	2,2	2,5
4,0-6,3	1,4	1,9	2,2	1,5	2,0	2,3	1,6	2,1	2,4	1,8	2,3	2,6	1,9	2,4	2,7
2 класс															
До 0,25	0,9	1,4	1,7	1,0	1,5	1,8	1,1	1,6	1,9	1,2	1,7	2,0	1,3	1,8	2,1
0,25-0,40	1,0	1,5	1,8	1,1	1,6	1,9	1,2	1,7	2,0	1,3	1,8	2,1	1,4	1,9	2,2
0,40-0,63	1,1	1,6	1,9	1,2	1,7	2,0	1,3	1,8	2,1	1,4	1,9	2,2	1,5	2,0	2,3
0,63-1,0	1,2	1,7	2,0	1,3	1,8	2,1	1,4	1,9	2,2	1,6	2,1	2,4	1,7	2,2	2,5
1,0-1,6	1,4	1,9	2,2	1,5	2,0	2,3	1,6	2,1	2,4	1,8	2,3	2,6	1,9	2,4	2,7
1,6-2,5	1,6	2,1	2,4	1,7	2,2	2,5	1,8	2,3	2,6	2,0	2,5	2,8	2,1	2,6	2,9
2,5-4,0	1,8	2,3	2,6	1,9	2,4	2,7	2,0	2,5	2,8	2,2	2,7	3,0	2,3	2,8	3,1
4,0-6,3	2,0	2,5	2,8	2,1	2,6	2,9	2,2	2,7	3,0	2,4	2,9	3,2	2,5	3,0	3,3

1.1.2.2 Порядок назначения допусков

Допуски представляют собой допустимые отклонения от номинальных размеров поковки. Эти отклонения могут быть следствием недоштамповки по высоте поковки, износа штампа, смещения в полости разъема, колебаний усадки и т.д.

Допуски на штамповочные поковки из черных металлов устанавливаются ГОСТом 7505 – 93 и назначаются по таблице 2.

Допуски на смещение в полости разъема устанавливаются по графе I таблицы 2.

1.1.3 Правила оформления чертежа поковки

Готовую деталь на чертеже поковки вычерчивают штрихпунктирной линией или сплошной линией, давая необходимые контуры детали, наглядно показывающие наличие припуска на механическую обработку.

На чертеже детали не следует указывать величину припуска на механическую обработку, необходимо проставить полученные размеры поковки с учетом припуска.

Допускается для наглядности изображать припуск с отклонением от масштаба чертежа (рисунок 5). В примечании к чертежу необходимо указать припуски на обработку, допуски на размеры поковки, смещение по линии разъема штампа, неуказанные штамповочные уклоны и штамповочные радиусы (рисунок 5). На самом чертеже проставляют только допуски, отличающиеся от указанных в примечании к чертежу.

1.1.4 Определение штамповочных уклонов

Для облегчения удаления поковки из чистового ручья штампа на всех поверхностях, перпендикулярных плоскости разъема штампа, назначаются штамповочные уклоны.

По ГОСТу 7505 – 93 для стальных поковок составляют: 7° для наружных стенок и 10° для внутренних стенок.

Штамповочные уклоны обозначаются, как показано на рисунке 5.

Таблица 2 – Допуски на размеры штамповочных поковок

Смещение по размеру штампа, мм	Масса поковки, кг	Для размеров в мм						Номинальные радиусы закруглений внешних углов, мм
		до 50	50 - 120	120 - 180	180 - 260	260 - 360	360 - 500	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Поковки повышенной точности (Класс Т4)								
0,3	До 0,25	+0,5 - 0,2	+0,5 - 0,3	+0,6 - 0,3	+0,7 - 0,3	+0,7 - 0,4	+0,7 - 0,5	0,8
0,3	0,25 – 0,40	+0,5- 0,3	+0,6 - 0,3	+0,7 - 0,3	+0,7 - 0,4	+0,7 - 0,5	+0,7 - 0,5	1,0
0,3	0,40 – 0,63	+0,6 - 0,3	+0,7 - 0,3	+0,7 - 0,4	+0,8 - 0,4	+0,8 - 0,5	+0,9 - 0,5	1,0
0,4	0,63 – 1,00	+0,7 - 0,3	+0,7 - 0,4	+0,8 - 0,4	+0,9 - 0,4	+0,9 - 0,5	+0,9 - 0,6	1,0
0,4	1,00 – 1,60	+0,7 - 0,4	+0,8 - 0,4	+0,9 - 0,4	+0,9 - 0,5	+1,0 - 0,5	+1,0 - 0,6	1,5
0,4	1,60 – 2,50	+0,8 - 0,4	+0,9 - 0,4	+1,0 - 0,4	+1,0 - 0,5	+1,0 - 0,6	+1,1 - 0,7	1,5
0,5	2,50 – 4,00	+0,9 - 0,4	+1,0 - 0,4	+1,0 - 0,5	+1,0 - 0,6	+1,1 - 0,7	+1,2 - 0,8	2,0
0,6	4,00 – 6,30	+1,0 - 0,4	+1,0 - 0,5	+1,0 - 0,6	+1,1 - 0,7	+1,2 - 0,8	+1,3 - 0,9	2,5
Поковки нормальной точности (Класс Т5)								
0,3	До 0,25	+0,6 - 0,4	+0,7 - 0,4	+0,8 - 0,4	+0,9 - 0,5	+1,0 - 0,6	+1,2 - 0,6	0,4
0,4	0,25 – 0,40	+0,7 - 0,4	+0,8 - 0,4	+0,9 - 0,5	+1,0 - 0,6	+1,2 - 0,6	+1,3 - 0,7	0,5
0,4	0,40 – 0,63	+0,8 - 0,4	+0,9 - 0,5	+1,1 - 0,5	+1,2 - 0,6	+1,3 - 0,7	+1,4 - 0,8	0,5
0,5	0,63 – 1,00	+0,9 - 0,5	+1,1 - 0,5	+1,2 - 0,6	+1,3 - 0,7	+1,4 - 0,8	+1,5 - 0,9	0,5
0,5	1,00 – 1,60	+1,1 - 0,5	+1,2 - 0,6	+1,3 - 0,7	+1,4 - 0,8	+1,6 - 0,8	+1,6 - 1,0	0,6
0,6	1,60 – 2,50	+1,2 - 0,6	+1,3 - 0,7	+1,5 - 0,7	+1,6 - 1,8	+1,7 - 0,9	+1,8 - 1,1	0,8
0,7	2,50 – 4,00	+1,3 - 0,7	+1,5 - 0,7	+1,6 - 0,8	+1,7 - 0,9	+1,9 - 1,0	+2,0 - 1,2	1,0
0,8	4,00 – 6,30	+1,5 - 0,7	+1,6 - 0,8	+1,7 - 0,9	+1,9 - 1,0	+2,0 - 1,2	+2,2 - 1,4	1,1

1.1.5 Определение радиусов закруглений

Наличие острых кромок на поковке ведет к концентрации напряжений в этих местах и способствует быстрому появлению трещин. Поэтому все острые кромки (внешние и внутренние углы) необходимо закруглить (рисунок 3). Значения радиусов закругления внешних углов установлены ГОСТом 7505 – 93 в зависимости от массы поковки.

Внутренние радиусы закругления R , соответствующие выступающим углам ручьев, должны быть больше наружных радиусов закругления и определяются по следующему соотношению: $R=(от\ 3\ до\ 4)$. Радиусы закруглений необходимо поставить на чертеже поковки (рисунок 5).

1.1.6 Наметка отверстий и перемычки под прошивку

При штамповке поковок деталей, имеющих отверстия, с целью уменьшения расходов металла и снижения трудоемкости механической обработки делаются наметки в виде конических несквозных отверстий с оставлением пленки-перемычки, удаляемой последующей прошивкой на прошивном штампе.

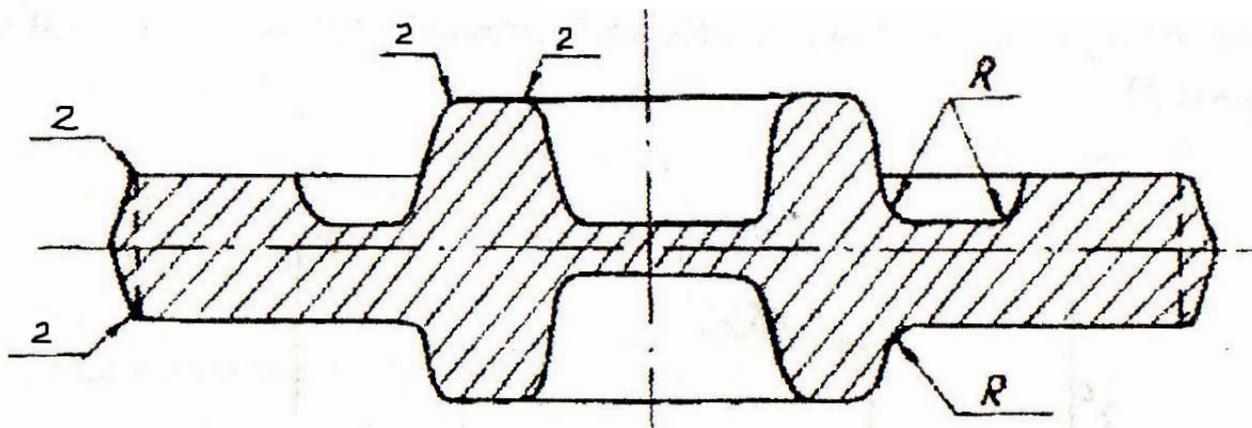


Рисунок 3 – Выбор радиусов закруглений поковок

Толщина обычной перемычки δ (рисунок 4) зависит от диаметра D и глубины h наметки и может быть определена по эмпирической формуле, мм,

$$\delta = 0,4\sqrt{D - 0,25h - 5} + 0,6\sqrt{h},$$

где $h = \frac{H}{2}$;

H - высота поковки в мм;

D - диаметр отверстия поковки в мм.

Радиусы закругления вершин наметки определяются по формуле, мм,

$$R_1 = R + 0,1h + 2,$$

где R - внутренний радиус закругления для данной поковки в мм;
 h - глубина наметки в мм.

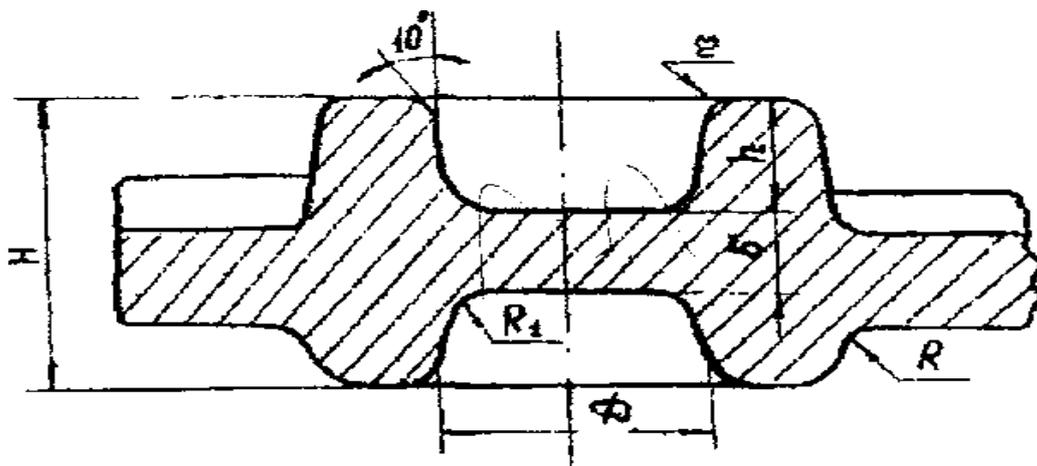


Рисунок 4 - Определение величины перемычки под прошивку

На чертеже поковки (рисунок 5) вид перемычки изображается после прошивки на прошивном штампе.

После нанесения на чертеж припусков, штамповочных уклонов, радиусов закруглений, определения наметки отверстия перемычки под прошивку и конфигурацию полученной поковки необходимо выделить контурной линией (рисунок 5).

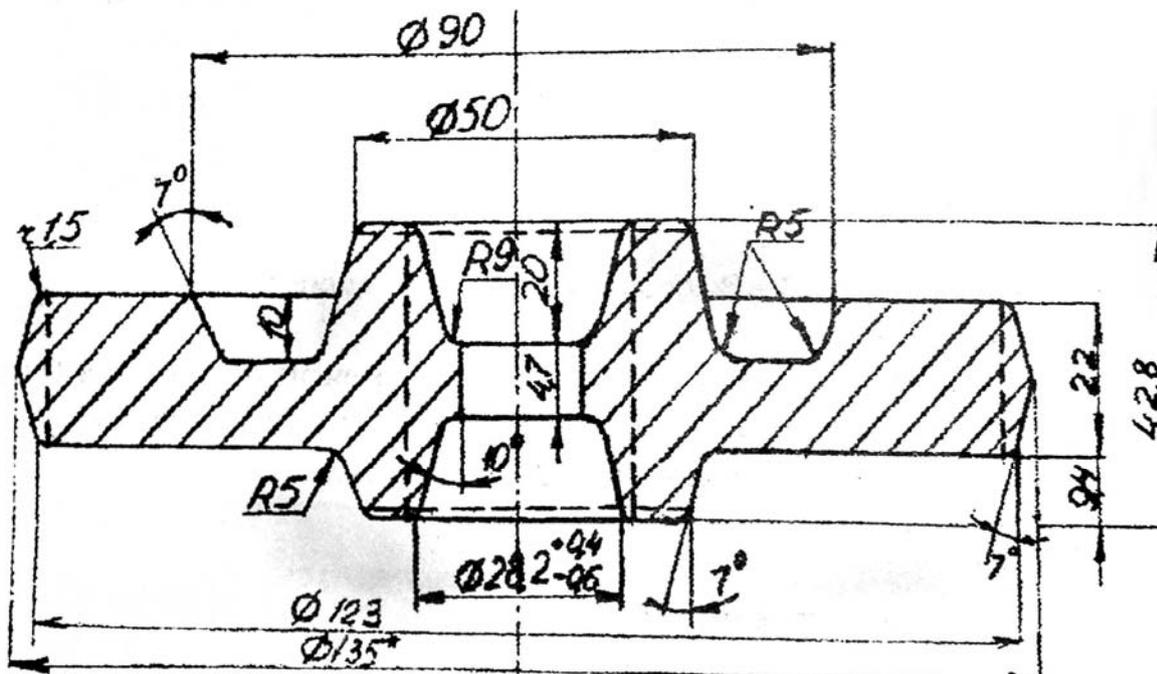


Рисунок 5 – Чертеж поковки в холодном состоянии

Припуски на обработку.

по высоте 40: 1,4мм;

по диаметру 120: 1,5мм,

по диаметру 30: 0,9мм (на сторону).

Неуказанные штамповочные уклоны 7° .

Неуказанные штамповочные радиусы 1,5мм.

Смещение по объему штампа 0,4мм.

Допуски на размеры поковки:

	+0,9		+0,8		+0,8		+0,7		+0,7
123	;	050	;	09	;	42,8	;	22	
	-0,4		-0,4		-0,4		-0,4		-0,4

Допуски на не оговоренные размеры $\pm 0,7$.

1.2 Конструирование чистового ручья открытого штампа

Окончательный (чистовой) ручей штампа предназначен для получения готовой поковки. Изготавливают чистовой ручей по специальному чертежу, называемому чертежом поковки для изготовления штампа (чертеж горячей поковки) (рисунок 7).

Чертеж горячей поковки разрабатывается на основе чертежа холодной поковки (рисунок 5), но с проектированием заусенечной канавки и с простановкой всех размеров с учетом усадки металла поковки.

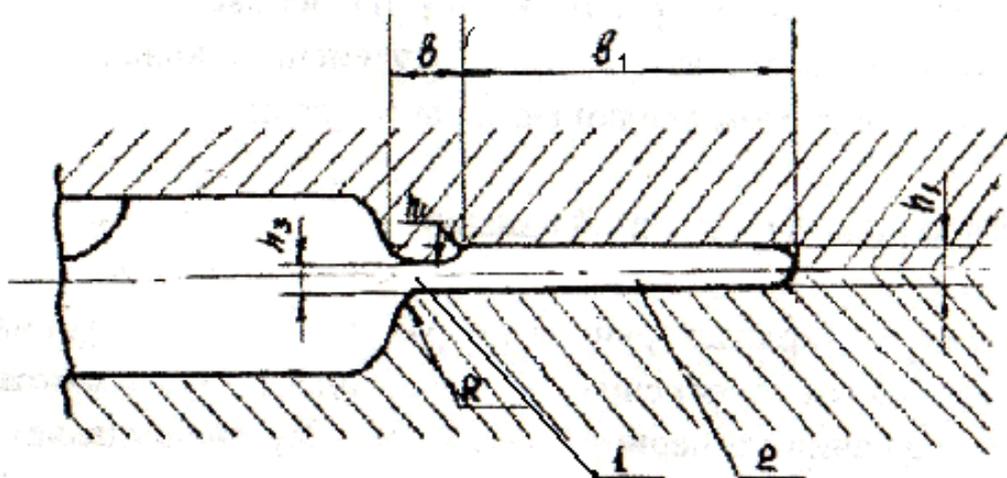
1.2.1 Проектирование заусенечной канавки

При штамповке в открытых ручьях по разьему фигуры окончательного ручья предусматривается заусенечная канавка, куда выдавливается избыток металла, образуя заусенец по периметру поковки. Заусенец удаляется в дальнейшем обрезкой на обрезающем штампе. Заусенец представляет собой отход металла, но он является неизбежным при открытой штамповке по следующим причинам.

Заготовки металла рассчитывается не точно, а с припусками, поскольку точный расчет массы заготовки сложен. Кроме того, точная резка заготовок малопродуктивна и трудоемка. Чтобы не допускать брака по нехватке металла, в заготовке предусматривается избыточный объем металла, которой протекает при штамповке в заусенечную канавку.

При смыкании штампа часть металла вытекает в зазор между несомкнувшимися еще его частями, образуя заусенец раньше, чем сомкнуться обе половины штампа и полость ручья заполнится металлом. По мере смыкания штампа заусенец становится тоньше, сопротивление течению металла в заусенец увеличивается, и металл течет в более трудно заполняемые участки ручья. Таким образом, заусенец создает дополнительный подпор, необходимый для хорошего заполнения ручья.

Наиболее часто встречающийся тип заусенечной канавки изображен на рисунке 6.



1 - мостик заусенца

2 - магазин заусенца

Рисунок 6 – Конфигурация заусенечной канавки

Высота заусенца в мостике определяется по следующим формулам в зависимости от формы поковки в плане, мм:

1 Для поковок произвольной формы в плане $h_3 = 0,015\sqrt{F_n}$,

где F_n - площадь поковки в плоскости разреза в $мм^2$;

2 Для заготовок квадратных в плане $h_3 = 0,015A_n$,

где A_n - сторона квадрата;

3 Для поковок круглых в плане $h_3 = 0,015D_n$,

где D_n - диаметр поковки в мм.

По таблице 3 подбирается ближайшее значение h_3 , которое определяет номер заусенца и все остальные размеры канавки.

Таблица 3

h_3 , мм	h_1 , мм	R при глубине ручья, мм			δ , мм	δ_1 , мм	$S_{зк2}$, мм ²
		до 20	до 40 св. 20	св. 40			
0,6	3,0	1,0	1,0	1,5	6	18	52
0,8	3,0	1,0	1,5	1,5	6	20	69
1,0	3,0	1,0	1,5	2,0	7	22	80
1,6	3,5	1,0	1,5	2,0	8	22	102
2,0	4,0	1,5	2,0	2,5	9	25	136
3,0	5,0	1,5	2,0	2,5	10	28	201
4,0	6,0	2,0	2,5	3,0	11	30	268
5,0	7,0	2,0	2,5	3,0	12	32	343

Примечание. Глубина ручья определяется наибольшей высотой поковки.

Объем заусенца рассчитывается по формуле, $мм^3$,

$$V_3 = K S_{зк} P_n,$$

где K - коэффициент, учитывающий степень заполнения заусенечной канавки. Он определяется в зависимости от формы поковки и ее сложности по таблице 4.

Таблица 4

Поковки, штампуемые вдоль оси заготовки осаживанием и выдавливанием	Масса поковки, кг	K
	до 1	0,3
	1 – 5	0,4
	св. 6	0,5

$S_{зк}$ - площадь поперечного сечения заусенца в $мм^2$.

Определяется по таблице 3.

P_n - периметр поковки по линии разъема в мм.

Для поковок массой менее 3 кг вместо периметра P_n следует брать периметр по центру тяжести заусенца, находящийся на расстоянии $\frac{e + e_1}{2}$ от P_n

Например, для поковки, изображенной на рисунке 5, периметр по центру тяжести заусенца определяется так:

$$P_3 = \Pi(D_{пок} + e + e_1)мм = 3,14 / 123,0 + 9 + 25 / = 493.0мм.$$

1.2.2 Составление чертежа горячей поковки

На чертеже горячей поковки контуры чистовой детали не наносятся (рисунок 7).

Все размеры поковки проставляются с учетом усадки металла и рассчитываются по формуле:

$$B = A + \frac{A}{100} \cdot \alpha,$$

где B - размер горячей поковки, мм;

A - размер холодной поковки, мм;

α - усадка металла. Для стали $\alpha = 1,5\%$

По чертежу горячей поковки конструируется чистовой ручей штампа.

1.3 Определение усилий деформирования металла и выбор мощности штамповочного молота

Важным этапом в разработке технологического процесса изготовления поковки является выбор мощности штамповочного молота. Недостаточная масса падающих частей увеличивает потребное количество ударов, снижает стойкость штампа, увеличивает технологическое время штамповки. Завышенная масса падающих частей увеличивает расходы по эксплуатации молота. Номи-

нальная масса падающих частей паровоздушного молота двойного действия определяется по следующим эмпирическим формулам, кг,

$$G = 100(1 - 0,5D_n)(1,1 + \frac{0,02}{D_n})^2(0,75 + 10D_n^2)D_n \cdot \sigma_B,$$

где D_n - диаметр круглой поковки в полости разъема, м;

σ_B - предел прочности металла поковки на разрыв при температуре штамповки (обычно не ниже 1000 °С).

Значения σ_B приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Временное сопротивление разрыву при температуре 1000°С (ориентировочно)

Марка стали	МН/м ²	Марка стали	МН/м ²
Ст. 1, 2, Сталь 15	27 – 28	45, 50	51
Ст. 3, 4	30 – 33	Ст. 7, Сталь 55	53
Ст. 5	45	20Х	53
Сталь 20	48	40Х	131
Сталь. 25, 30	49	18Х1Т	80
35	42	12ХНЗА	76
Ст. 6, Сталь 40	50	30ХГСА	36

Для поковок некруглой формы в плоскости разъема, кг,

$$G = 100(1 - 0,5D_n)(1,1 + \frac{0,02}{D_n})^2(0,75 + 10D_n^2)D_n \cdot \sigma_B(1 + 0,1\sqrt{\frac{L_n}{B_n}})$$

где $D_n = 1,13\sqrt{F_n}, i$,

F_n - площадь некруглой поковки в плоскости разъема, м²,

L_n - длина поковки, м,

$B = \frac{F_n}{L_n}$ - средняя ширина поковки, м.

Полученное расчетное значения G необходимо скорректировать с массой падающих частей молотов, выпускаемых промышленностью. Номенклатура тоннажа паровоздушных молотов приведена в таблице 6.

Таблица 6

Наименование	Количественные показатели				
Номинальная масса падающих частей молота в кг	500	750	1000	1500	2000
	2500	4000	5000		

1.4 Конструирование молотового штампа ручья, мм

Размеры штампа подбираются в соответствии с размерами и количеством ручьев в штампе, а также с учетом нагрузки опорной поверхности хвостовика и поверхности соударения.

При штамповке в одном чистовом ручье горизонтальные размеры кубика штампа определяются в зависимости от размеров чистового ручья с учетом заусенечной канавки и от толщины стенок штампа S (рисунок 8). Приблизительно толщина штампа S определяется по формуле, мм,

$$S = 0,8(9,3\sqrt{H} - 7),$$

где H - глубина ручья в мм.

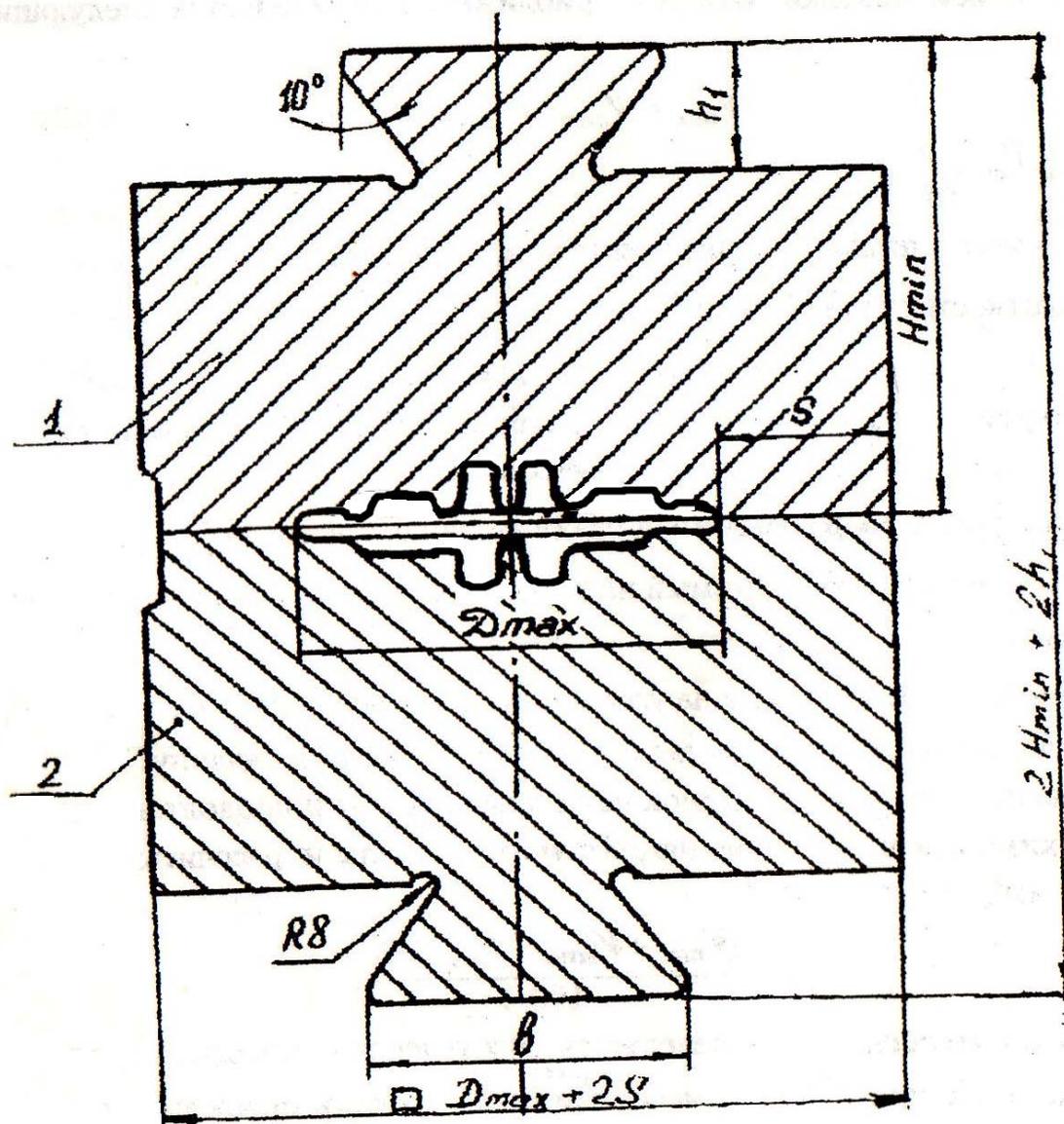


Рисунок 8 – Схема молотового штампа поковки в горячем состоянии(чистовой ручей штампа)

Высота кубика должна быть не меньше величины H

$$H_{\min} = 0,9D_{\max} + h_1, \text{ мм},$$

где D_{\max} - максимальный диаметр ручья в мм,

h_1 - высота хвостовика штампа в мм.

Размеры хвостовика определяются по ГОСТу 6039-51 в зависимости от массы падающих частей молота (таблица 6).

Контрольный угол, необходимый для правильной сборки обеих частей штампа, назначается на переднем углу штампа. Высота контрольного угла 50-60 мм от плоскости разъема. Глубина строжки 5 мм.

Размеры чистового ручья на чертеже штампа не проставляют. Но в примечании к чертежу указывают, что этот ручей изготавливается по специальному чертежу поковки для изготовления штампа.

Чистовой ручей штампа изготавливается по чертежу поковки в горячем состоянии (рисунок 7).

Таблица 7

Масса падающих частей молота в кг	Размеры в мм	
	B	h_1
До 1000	160	46
От 1000 до 2000	200	51
От 2500 до 6300	300	66

1.5 Определение профиля и размеров исходной заготовки

Расчет размеров заготовки из сортового проката включает определение объема заготовки, площади и размеров ее поперечного сечения и длины заготовки.

Объем заготовки $V_{заг}$ определяется как сумма объемов поковки и отходов на заусенец, перемычку под прошивку и на угар металла при нагреве заготовки перед штамповкой.

$$V_{заг} = V_{пок} + V_{заус} + V_{пер} + V_{уг.}, мм^2,$$

где $V_{заг}$ - объем заготовки, $мм^3$;

$V_{пок}$ - объем поковки, которой приближенно определяется следующим образом:

$$V_{пок} = V_{дет} + V_{прит},$$

где $V_{дет} = \frac{P_{дет}}{d}$,

$P_{дет}$ - масса детали, заданная чертежом, в граммах;

d - плотность стали, $7,8 \text{ г/см}^3$.

$$V_{прит} = V_{дет} \cdot \epsilon,$$

ϵ - коэффициент выбирается в пределах от 0,05 до 0,20 в зависимости от количества обрабатываемых поверхностей,

$V_{заус}$ - объем металла, расходуемый на образование заусенца ($мм^3$),

$V_{пер}$ - объем металла, расходуемый на образование перемычки под прошивку ($мм^3$),

$V_{уг}$ - объем металла, теряемый на угар при нагреве заготовки ($мм^3$).

При нагреве поверхность металла окисляется, образуя окалину. Величина угара зависит от типа применяемой печи, температуры и продолжительности нагрева, химического состава нагреваемого металла и рассчитывается по формуле, $мм^3$,

$$V_{уг} = \frac{(V_{пок} + V_{заус} + V_{пер}) \cdot \beta}{100},$$

где β - угар металла в %, определяется для углеродистых сталей по таблице 8.

Легирующие примеси снижают скорость окисления и уменьшают угар металла. Диаметр исходной заготовки $D_{заг}$ определяется по формуле, мм,

$$D_{заг} = 1,083 \sqrt{\frac{V_{заг}}{m}},$$

где коэффициент m , обозначающий отношение длины (высоты) заготовки к диаметру, принимается в пределах от 1,5 до 2,5.

Полученная расчетом величина заготовки $D_{заг}$ корректируется в соответствии с имеющимся сортаментом прутков по ГОСТу (таблица 9) до ближайшего значения.

Длина заготовки $L_{заг}$ рассчитывается по формуле

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

где $S_{заг}$ определяется по таблице 9.

Таблица 8

Печь для нагрева заготовок	Угар металла
Мазутная печь	0,7 – 2
Печь на природном газе	0,5 – 1,5
Электропечь	0,5 – 2

Примечание. Потери относятся к одному нагреву заготовок до температуры 1200 - 1250°C.

1.6 Определение термического режима штамповки

Правильное определение температурного интервала штамповки имеет большое значение для получения качественных поковок. Повышенная температура началаковки может привести к перегреву и пережогу металла. Заниженная температура началаковки повышает затраты энергии и трудоемкость изготовления поковки, а также может привести к образованию внутренних трещин в изделии.

Таблица 9 – Сталь горячекатаная круглая (по ГОСТу)

Диаметр прутка, $D_{\text{заг}}$, мм	Площадь поперечного сечения, $S_{\text{заг}}$, мм ²
1	2
20	314,2
21	346,4
22	380,1
24	452,4
25	490,9
26	530,9
28	615,8
30	706,9
32	804,2
34	907,9
36	1018,0
38	1134,0
40	1257,0
42	1385,0
45	1590,0
48	1810,0
50	1964,0
53	2206,0
56	2463,0
60	2827,0
63	3117,0
65	3318,0
70	3848,0
75	4418,0
80	5027,0

Несоблюдение температуры конца ковки приводит к образованию крупнозернистой структуры при слишком высокой низкой температуре конца ковки или к наклепу и трещинам при слишком низкой температуре конца ковки. Рекомендуемые интервалы температур штамповки углеродистых и легированных сталей приводятся в таблице 10.

Нагрев металла перед штамповкой желательно осуществлять с наибольшей скоростью. При этом меньше растет зерно, снижается расход металла на угар, меньше углерода выгорает с поверхности стальных заготовок. Ориентировочно общее время нагрева стальных заготовок от 20°C до 1200°C может быть определено по формуле

$$\tau = 60\alpha KD\sqrt{D},$$

где τ - время нагрева, мин;

α - коэффициент, учитывающий способ укладки заготовок на поду печи (рисунок 11),

K - коэффициент, учитывающий содержание углерода и легирующих элементов в стали;

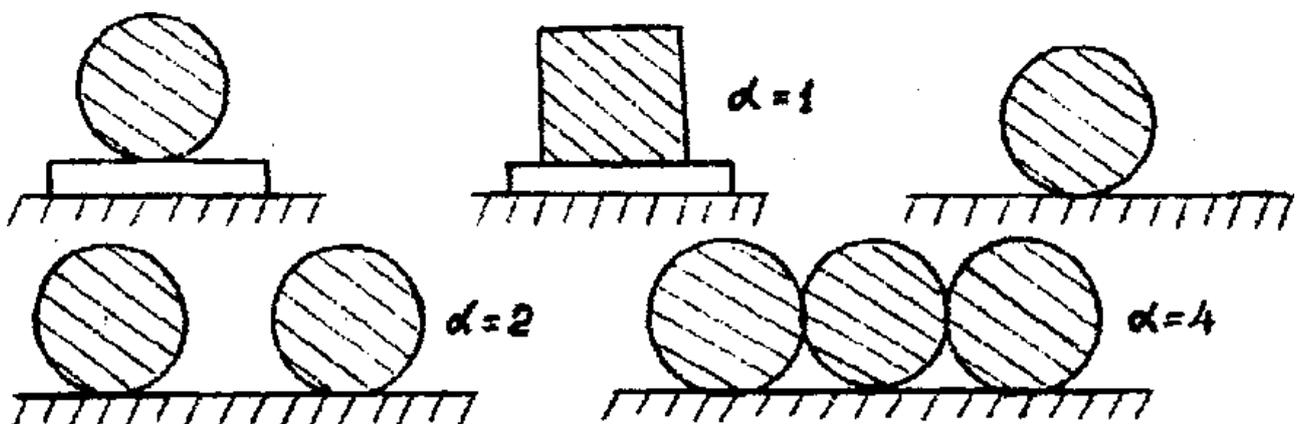
$K = 10$ для углеродистых и низколегированных сталей;

$K = 20$ для высоколегированных и инструментальных сталей;

D - диаметр нагреваемой заготовки в м.

Таблица 10

Марка стали	Температура начала ковки, °С	Температура конца ковки, °С		Рекомендуемый интервал температур ковки, °С
		не выше	не ниже	
Ст. 0,1,2,3	1300	800	700	1280-750
Ст.4,5,6	1250	850	750	1200-800
Ст.7	1200	850	750	1170-780
10,15	1300	800	700	1280-750
20,25, 30, 35	1280	830	720	1250-800
40,45,50	1260	850	760	1200-
15Х,20Х	1250	870	760	1200-800
40Х, 45Х	1200	870	800	1180-830
18ХГТ	1200	850	780	1180-800
30ХГСА	1180	870	800	1140-830
12ХНЗА	1200	870	760	1180-800



$\alpha = 1$ - для индивидуального производства,

$\alpha = 2$ - для серийного, $\alpha = 4$ - для массового.

Рисунок 11- Способы укладки заготовок при нагреве на поду печи

2 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ

2.1 Каждый студент по указанию преподавателя получает чертеж для разработки технологического процесса горячей объемной штамповки.

2.2 По данному чертежу студент разрабатывает чертежно-технологическую документацию технологического процесса горячей объемной штамповки в последовательности, описанной в данной методике.

2.3 Оформляется отчет.

Порядок оформления отчета

Отчет по проделанной работе должен оформляться в виде расчетно-графической пояснительной записки и содержать:

- 1 Цель работы.
- 2 Чертеж детали.
- 3 Чертеж холодной поковки с обоснованием выбранных припусков, допусков, уклонов, радиусов закруглений, с расчетами перемычки под прошивку.
- 4 Чертеж горячей поковки с простановкой всех необходимых размеров.
- 5 Определение массы падающих частей молота.
- 6 Чертеж молотового штампа.
- 7 Определение профиля и размеров исходной заготовки.
- 8 Определение времени нагрева и температурного интервала штамповки.

Чертежи деталей смотри в приложении согласно своему варианту.

Вопросы для самостоятельной подготовки к лабораторной работе «Разработка технологического процесса изготовления поковки горячей объемной штамповкой»

1 Как выбирается плоскость разъема штампа? Почему большая глубина ручья делается в верхней половине штампа?

2 Что такое ручей штампа? Чем определяется его глубина?

3 На все ли поверхности дается припуск на механическую обработку? Если не на все, то на какие? От каких факторов зависит величина припусков на механическую обработку?

4 От чего зависит величина допуска на размеры поковки?

5 Почему поковку при штамповке нельзя получать без штамповочных уклонов? Принципы их назначения.

6 Для чего в поковках делается наметка отверстий? Почему в поковках обязательно в наметках отверстий делается перемычка?

7 Как определяются радиусы закруглений в поковках? От чего зависит уклон и радиусы закруглений в месте наметки отверстия?

8 Назначение заусенечной канавки. Как вычисляется толщина мостика заусенечной канавки? Как определяются ее размеры?

- 9 Почему коэффициент заполнения заусенечной канавки K всегда меньше единицы, а толщина мостика заусенеца меньше самых тонких частей поковки?
- 10 Как вычисляются размеры чистового ручья штампа?
- 11 От чего зависит мощность штамповочного молота?
- 12 Для чего предназначен хвостовик штампа?
- 13 Для чего на переднем углу штампа делается контрольный угол?
- 14 Какой закон положен в основу расчета объема заготовки? Привести формулу (из чего складывается) объема заготовки.
- 15 Как определяется угар металла и от чего зависит?
- 16 От чего зависит диаметр и размер заготовки?
- 17 От чего зависит время нагрева заготовки перед штамповкой?
- 18 От чего зависит температурный интервалковки?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Ковка и объемная штамповка стали: Справочник: В 2 т. / Под ред. М.В. Сторожева - М.: Машиностроение, 1988. - 449 с.
- 2 Ковка и горячая штамповка: Справочник: В 4 т. / Под ред. Е.И. Семенова Т.2, М.: Машиностроение, 1986. - 588 с.
- 3 Филинков М.Д., Быков Ф.М. Основы обработки металлов давлением. - Иркутск, 1990. - 120 с
- 4 Кнорозов Б.В. и др. Технология металлов и металловедение. - М.: Металлургия, 1987. - 800 с.
- 5 Атрощенко А.П. и др. Металлосберегающие технологии кузнечно-штамповочного производства. - М.: Машиностроение, 1990. - 279 с.
- 6 Руденко П.А. и др. Проектирование и производство заготовок в машиностроении. - Киев: Высшая школа, 1991. - 246 с.
- 7 Суворов И.К. Обработка металлов давлением. - М.: Высшая школа, 1980. - 364 с.
- 8 Дальский А.М., Гаврилюк В.С. Бухаркин Л.Н. и др. Технология конструкционных материалов: Учебник для машиностроительных специальностей вузов. - М.: Машиностроение, 2003.

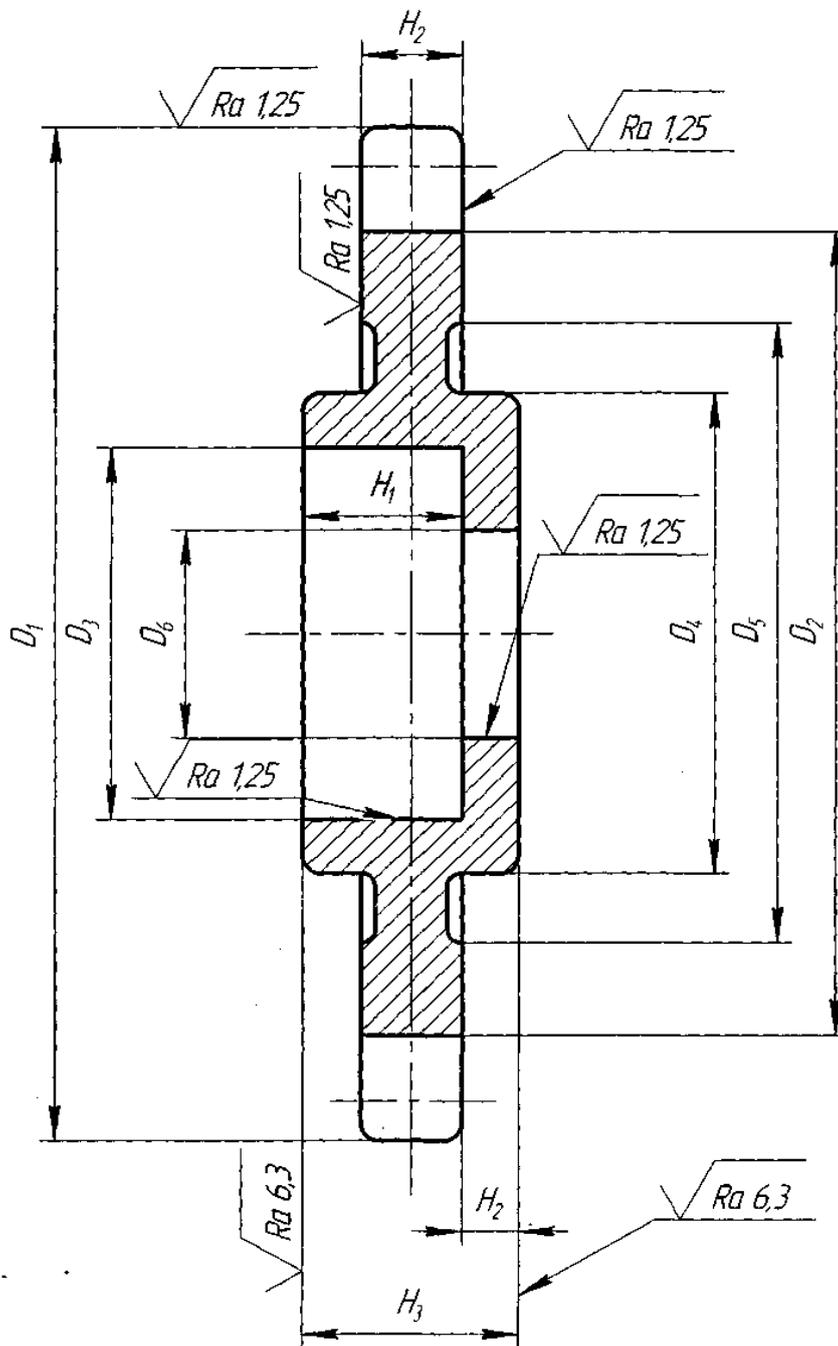


Рисунок 1 а,б - Звёздочка

№ Варианта	Произв.	Материал	Вес, кг	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	H_4	H_1	H_2	H_3
Вариант 1 рис 1(а)	Массовое	СТ 20	3,1	190	160	112	105	80	12	80	24	20
Вариант 2 рис 1(б)	Серийное	Сталь 45Х	2,5	140	110	87	80	60	12	60	20	18

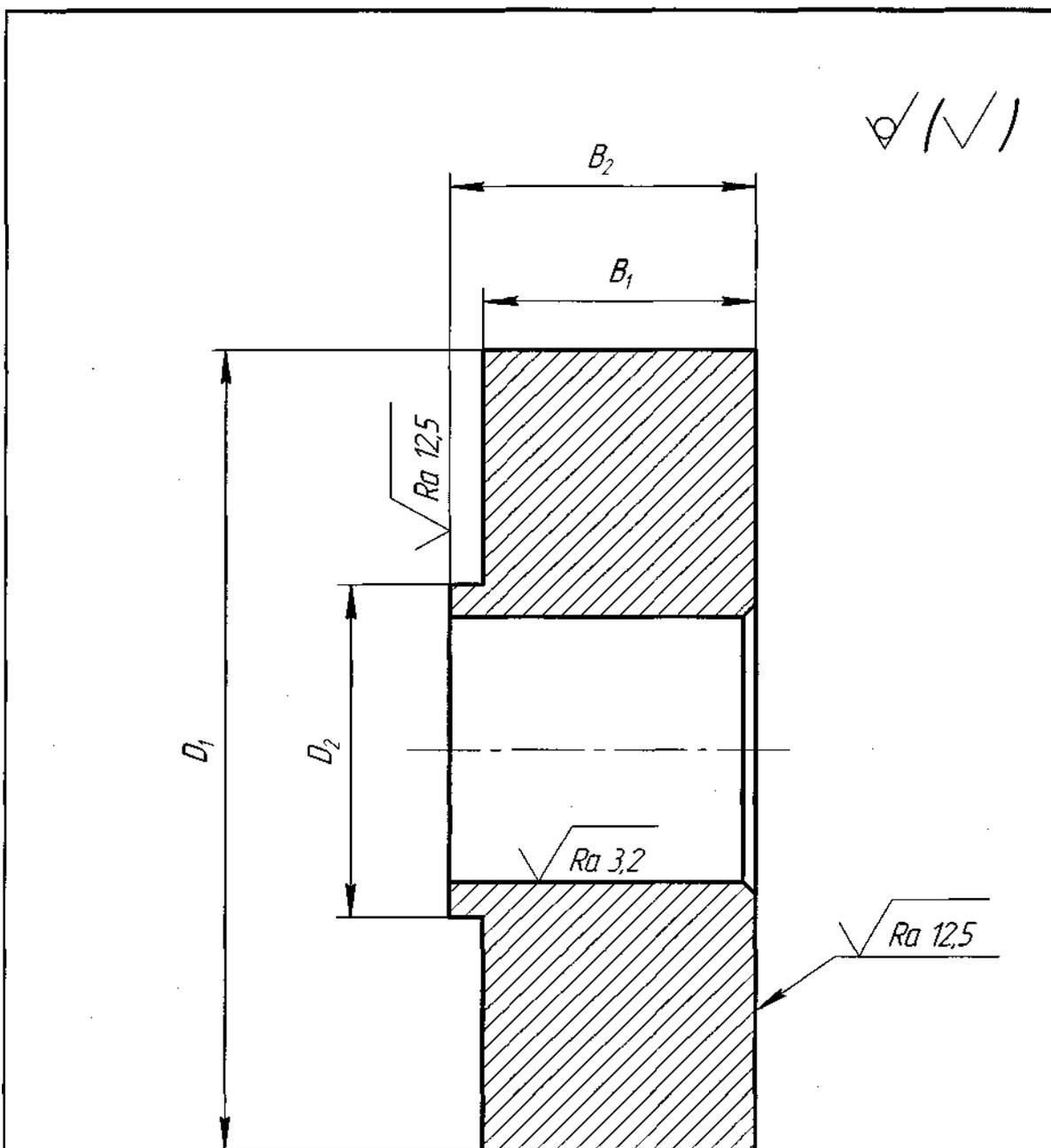


Рисунок 2 а,б - Блок

№ Варианта	Произв.	Материал	Вес, кг	D_1	D_2	D_3	D_4
Вариант 3 рис. 2(а)	Массовое	СТ 45Х	1,9	120	50	50	60
Вариант 4 рис. 2(б)	Серийное	Ст 30	1,3	100	40	32	30

✓/✓/1

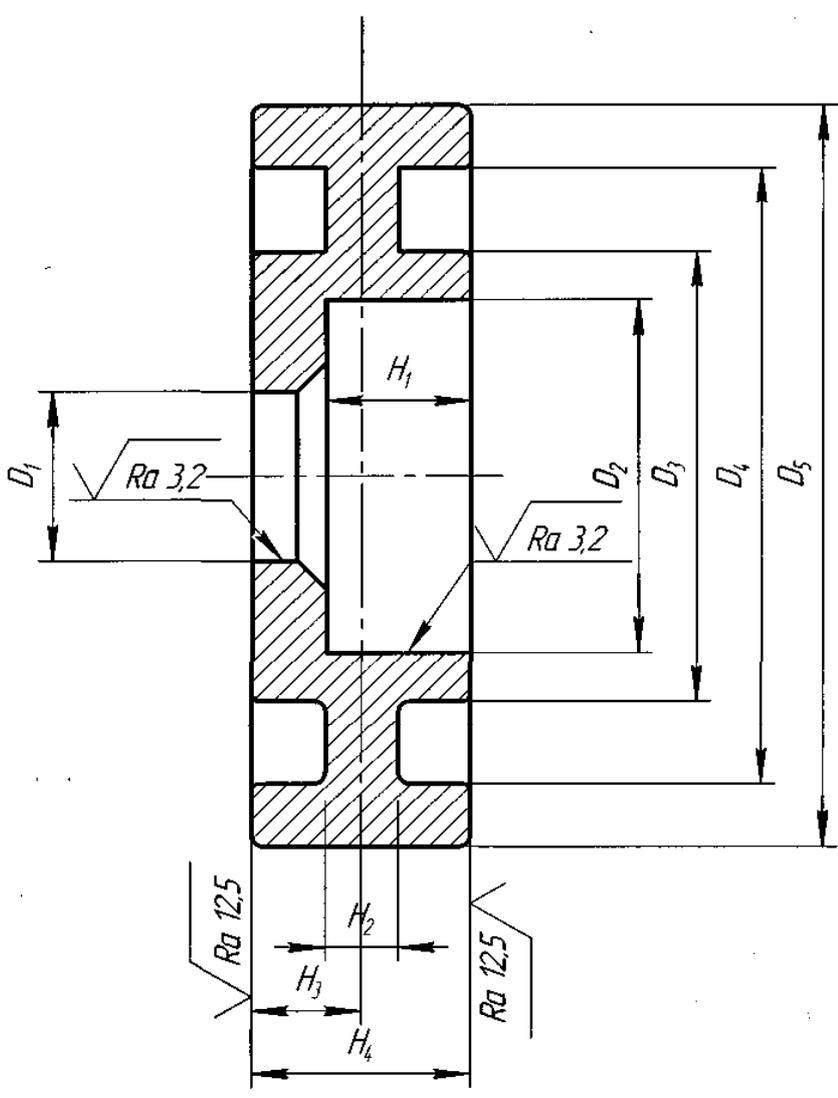


Рисунок 3 а,б - Ролик

№ Варианта	Произв	Материал	Вес, кг	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	H_1	H_2	H_3	H_4
Вариант 5 рис. 3(а)	Массовое	Сталь 30	0,9	35	52	65	90	105	22	8	15	30
Вариант 6 рис. 3(б)	Серийное	СТ 35	1,5	38	56	70	100	120	27	10	18	35

✓(✓)

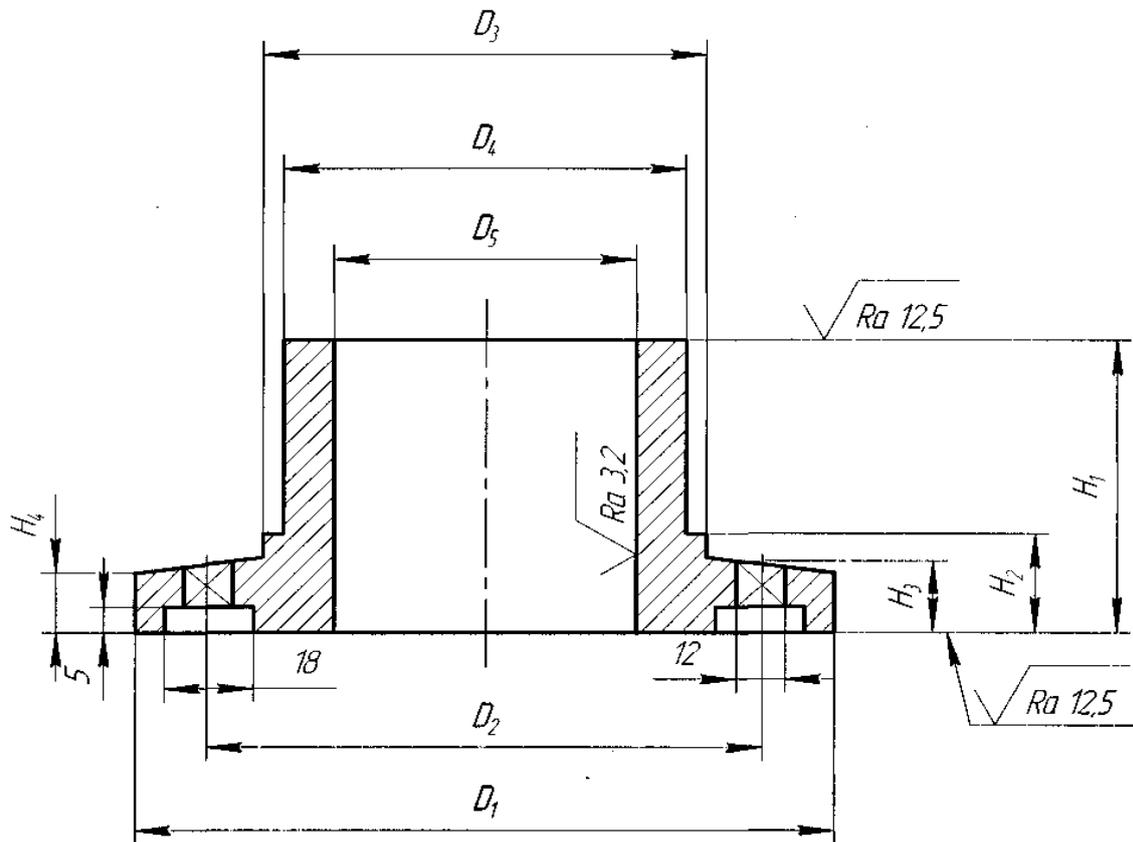


Рисунок 4 а,б - Втулка

№ Варианта	Произв.	Материал	Вес, кг	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	H_4	H_1	H_2	H_3
Вариант 7 рис. 4(а)	Массовое	СТ 20	3,1	190	160	112	105	80	12	80	24	20
Вариант 8 рис. 4(б)	Серийное	Сталь 45Х	2,5	140	110	87	80	60	12	60	20	18

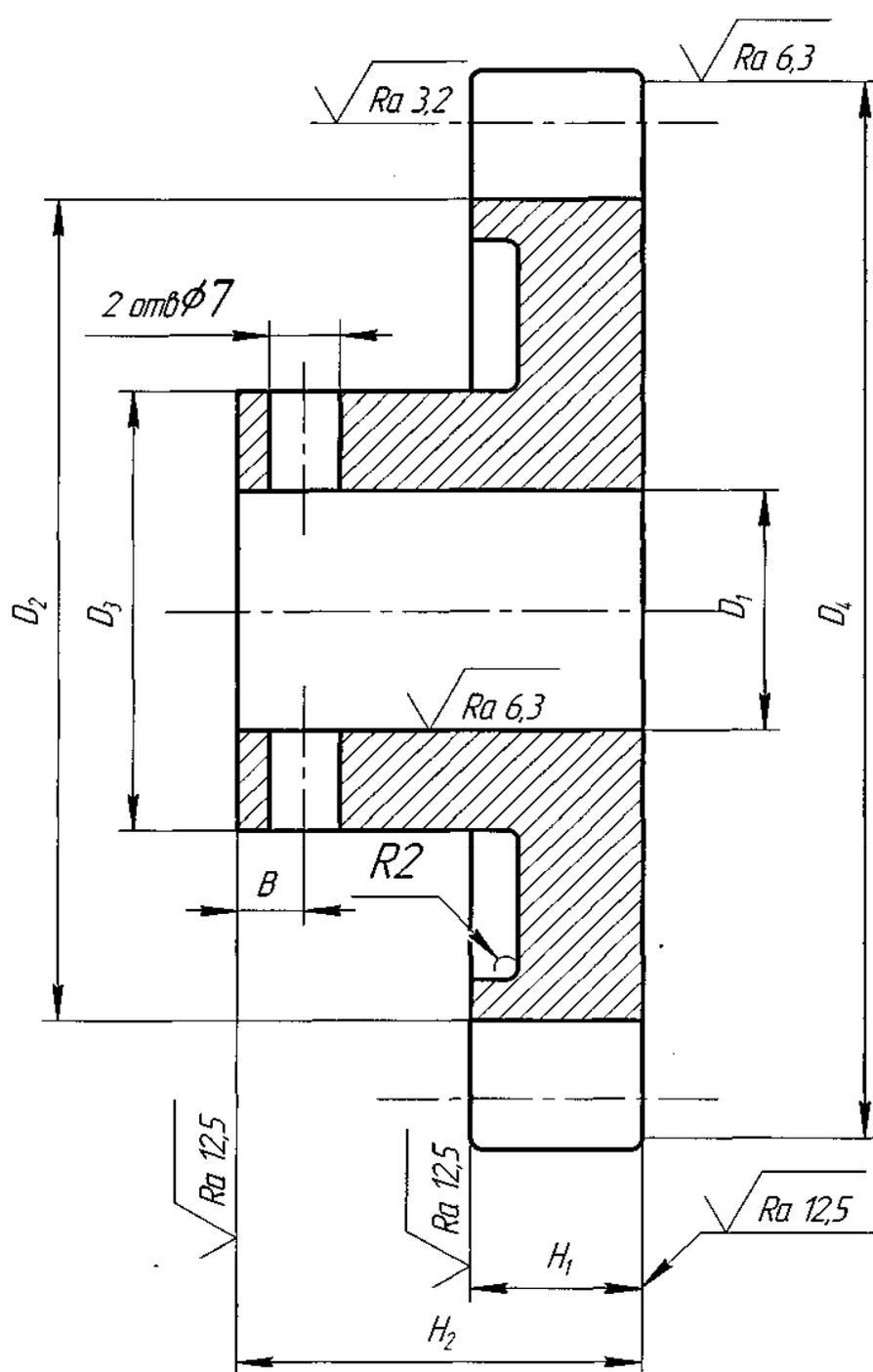


Рисунок 5 а,б – Зубчатое колесо

№ Варианта	Произв	Материал	Вес, кг	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	B	H_1	H_2
Вариант 9 рис5(а)	Массовое	Ст 20	0,85	70	82	43	108	25	10	127	40
Вариант 10 рис5(б)	Серийное	Ст 40ХГС	1,7	90	12	56	134	30	12	20	42

✓(✓)

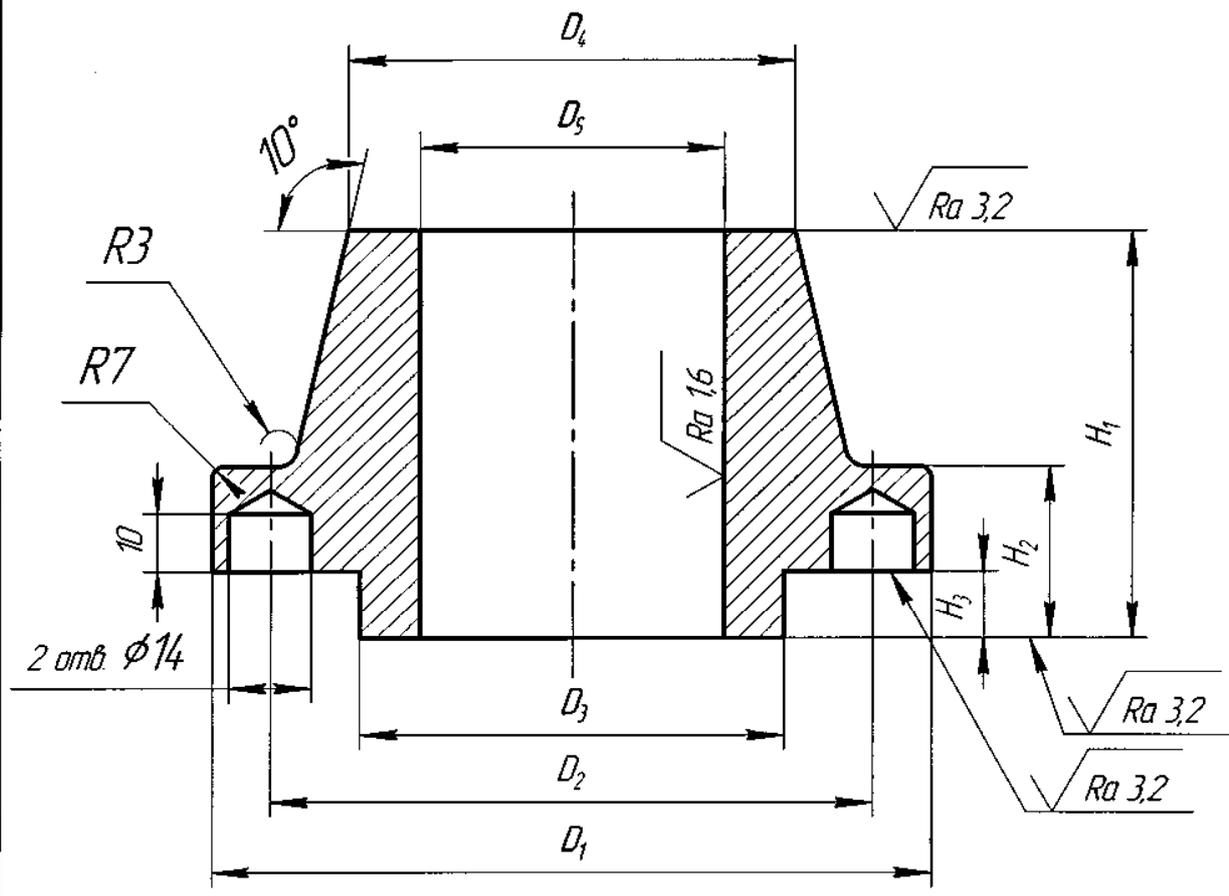


Рисунок 6 а,б – Муфта

№ Варианта	Произв	Материал	Вес, кг	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	H_1	H_2	H_3
Вариант 11 рис 6(а)	Массовое	СТ 20	12	95	76	49	52	30	55	25	8
Вариант 12 рис 6(б)	Серийное	Сталь 45Х	2,2	120	100	70	75	50	70	30	12

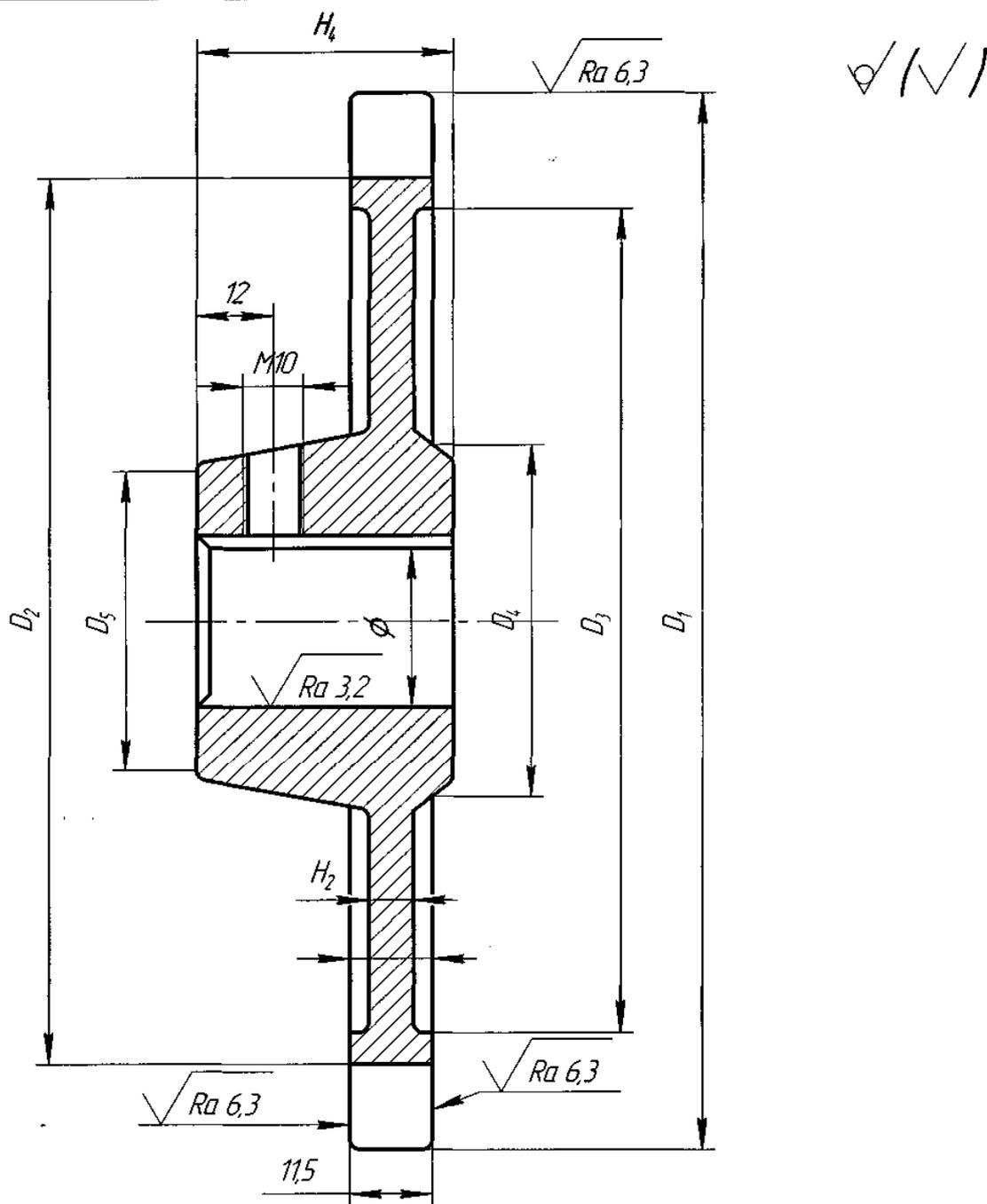


Рисунок 7 а,б – звездочка

№ Варианта	Произв.	Материал	Вес, кг	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	H_1	H_2	H_3	H_4
Вариант 13 рис 7(а)	Массовое	СТ 20	19	155	134	120	50	25	12	8	23	40
Вариант 14 рис 7(б)	Серийное	Сталь 45Х	23	167	146	130	60	50	14	10	28	45

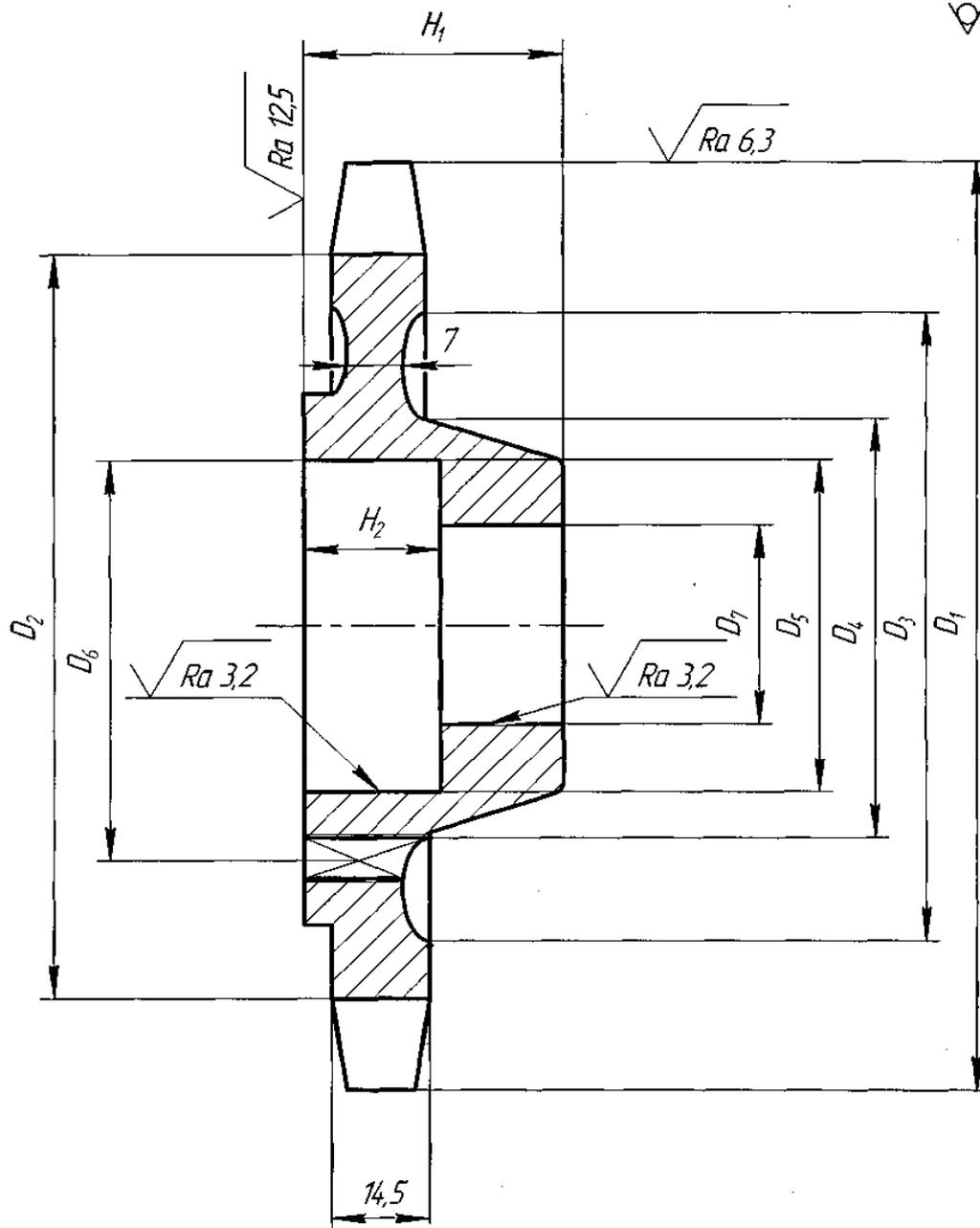


Рисунок 9 а,б - Звёздочка

№ Варианта	Произв.	Материал	Вес, кг	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	D_7	H_1	H_2
Вариант 17 рис 9(а)	Массовое	СТ 20	1,35	140	114	90	64	50	72	30	38	20
Вариант 18 рис 9(б)	Серийное	СТ 40	1,55	152	118	98	72	56	80	34	40	25

✓(✓)

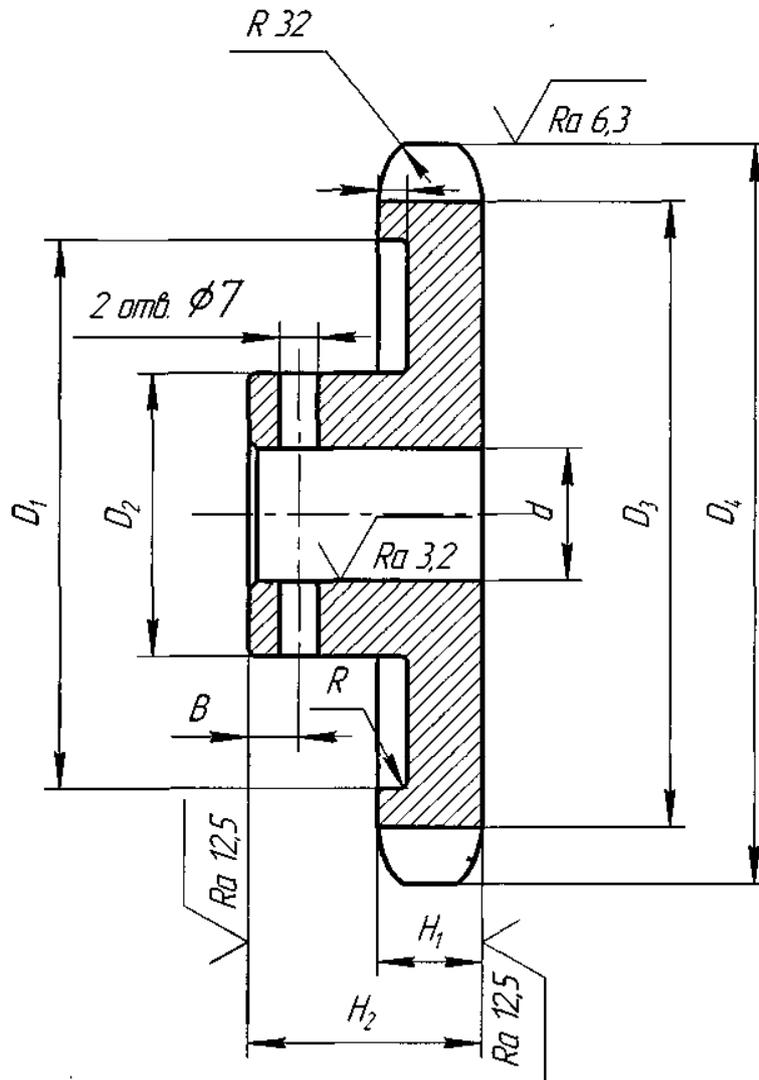


Рисунок 10 а,б - звёздочка

№ Варианта	Произв.	Материал	Вес, кг	D_1	D_2	D_3	D_4	d	B	H_1	H_2
Вариант 19 рис10 (а)	Массовое	Сталь 25	0,85	70	43	82	106	25	10	17	40
Вариант 20 рис10 (б)	Серийное	Ст 40	1,7	90	56	112	134	30	12	20	42

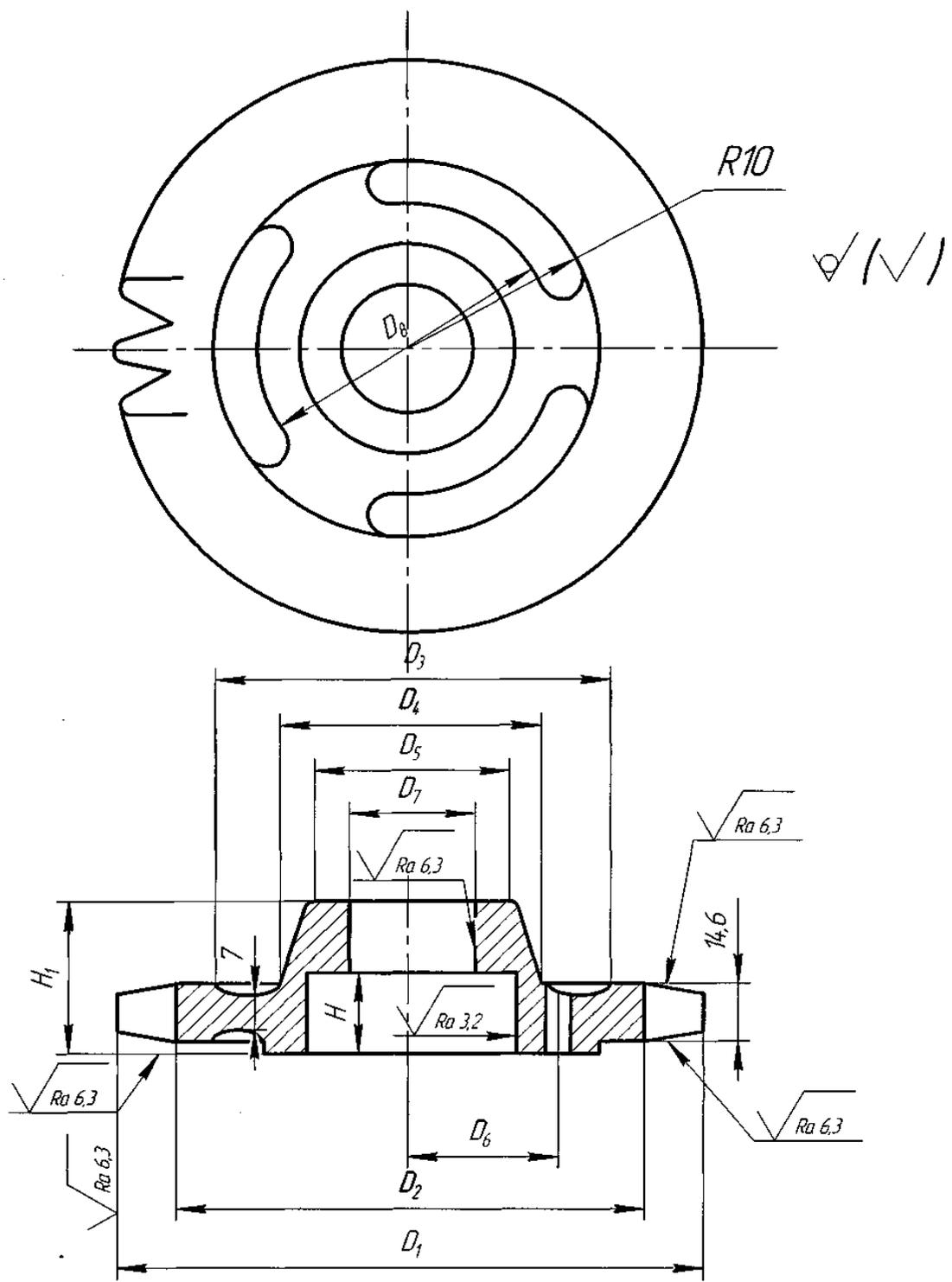


Рисунок 11 а,б - Звездочка

№ Варианта	Произв.	Материал	Вес, кг	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	D_7	D_8	H_1	H_2
Вариант 21 рис.11(а)	Массовое	СТ 20	1,35	140	114	90	64	50	72	30	70	38	20
Вариант 22 рис.11(б)	Серийное	Сталь 45Х	1,55	152	118	98	72	56	80	34	76	40	25

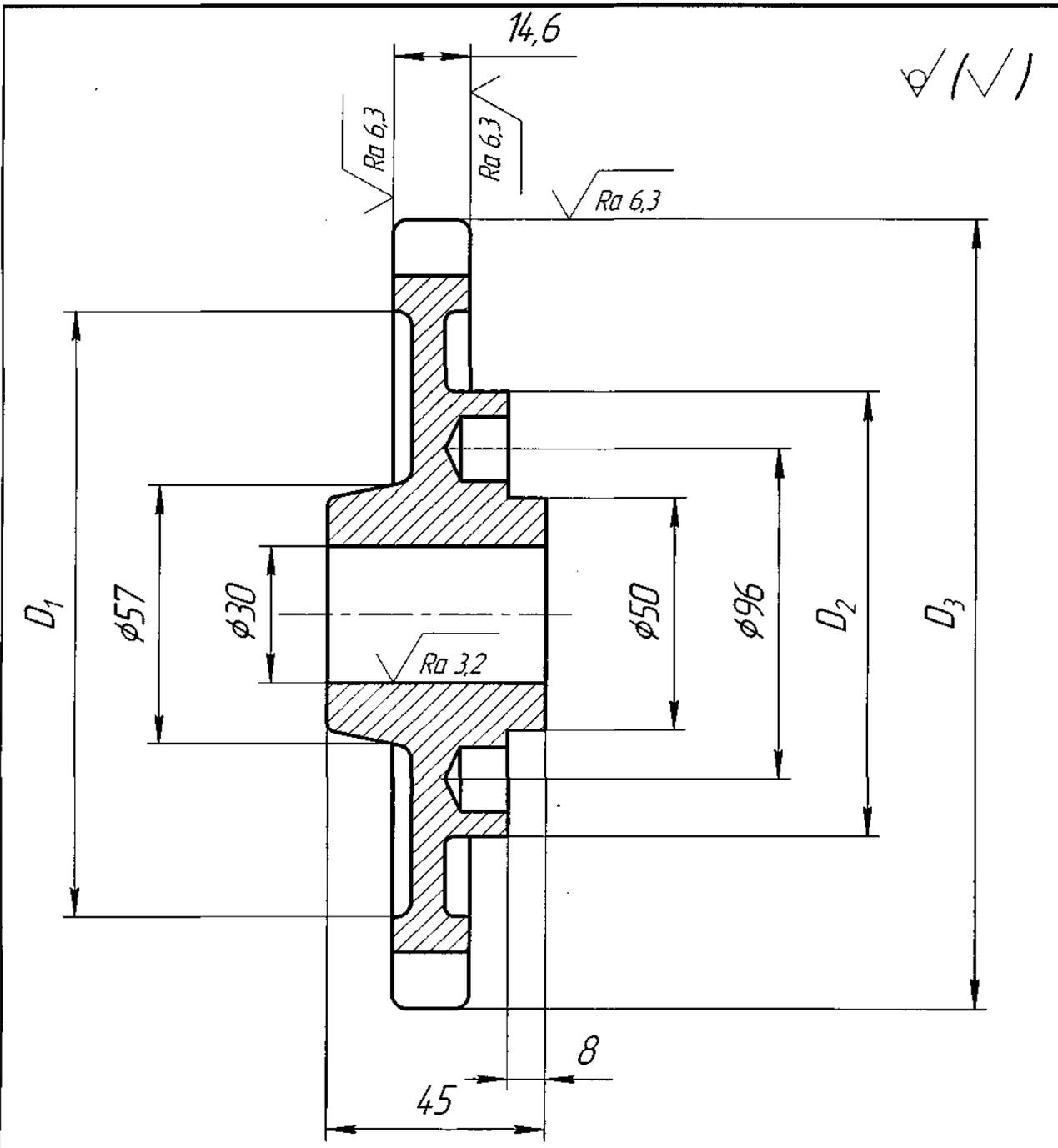


Рисунок 12 а,б - Звездочка

№ Варианта	Произв.	материал	Вес, кг	D_1	D_2	D_3
Вариант 23 рис 12(а)	Массовое	СТ 25	2,8	133	146	174
Вариант 24 рис 12(б)	Серийное	СТ 20	5,1	195	212	244

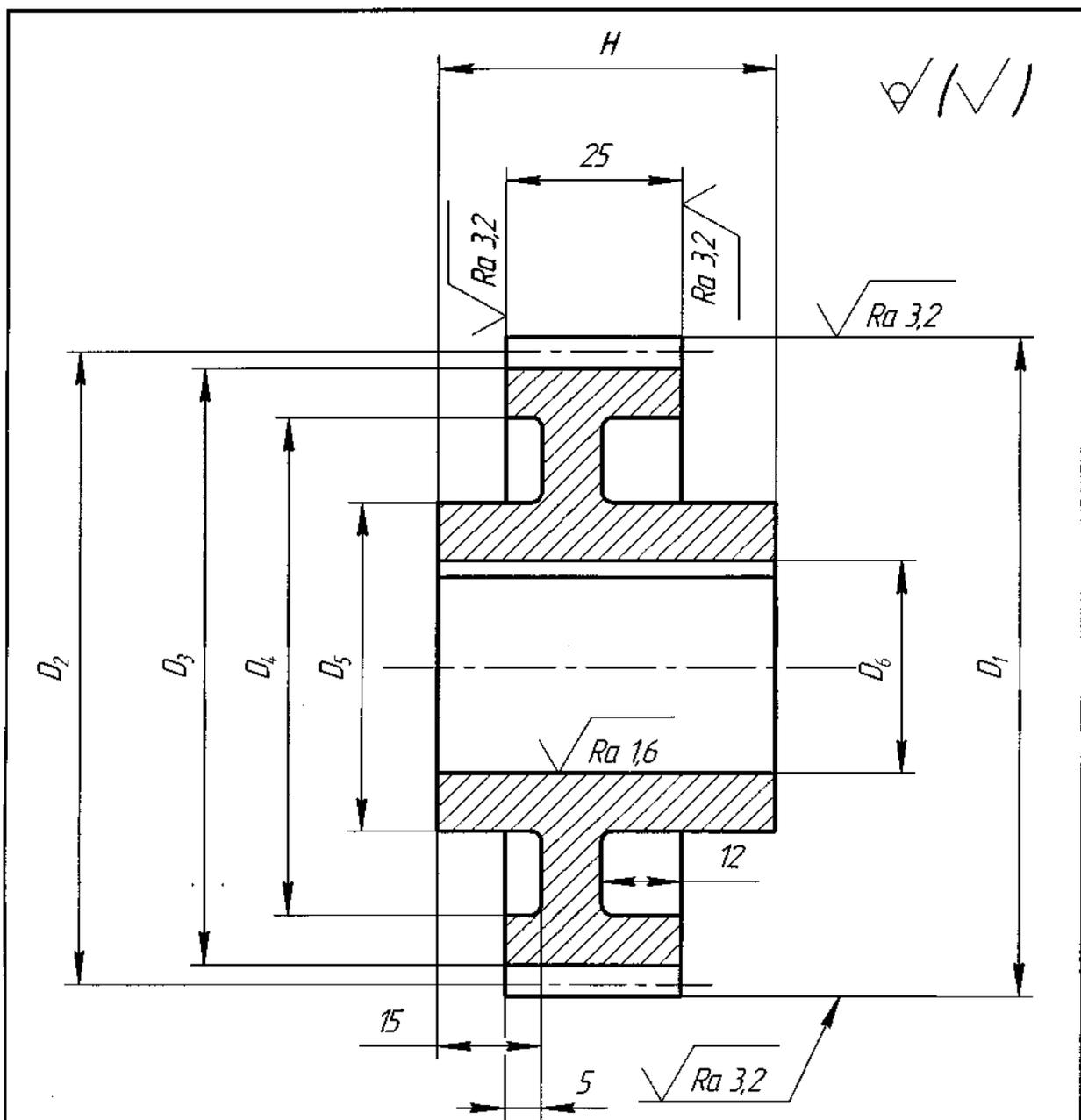


Рисунок 13 а,б - Шестерня

№ Варианта	Произв.	Материал	Вес, кг	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	H
Вариант 25 рис13(а)	Массовое	Сталь 20	1,3	100	90	80	65	40	25	50
Вариант 26 рис13(б)	Серийное	СТ 25	1,8	120	110	100	85	60	30	50

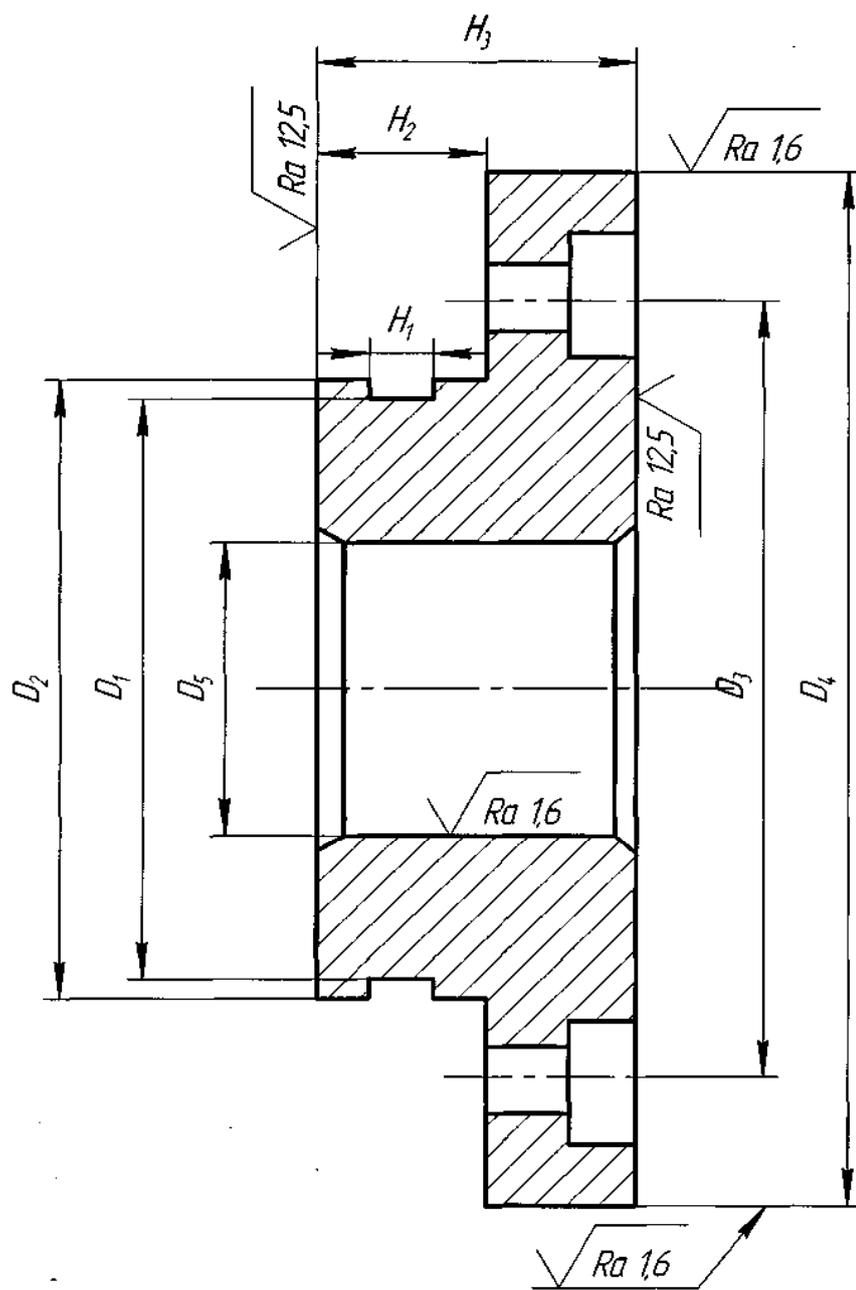


Рисунок 14 а,б - Колесо

№ Варианта	Произв.	Материал	Вес, кг	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	H_1	H_2	H_3
Вариант 27 рис14(а)	Массовое	СТ 20	0,7	46	50	68	90	25	4	12	22
Вариант 28 рис14(б)	Серийное	Сталь 40	0,85	56	60	75	100	28	7	16	30

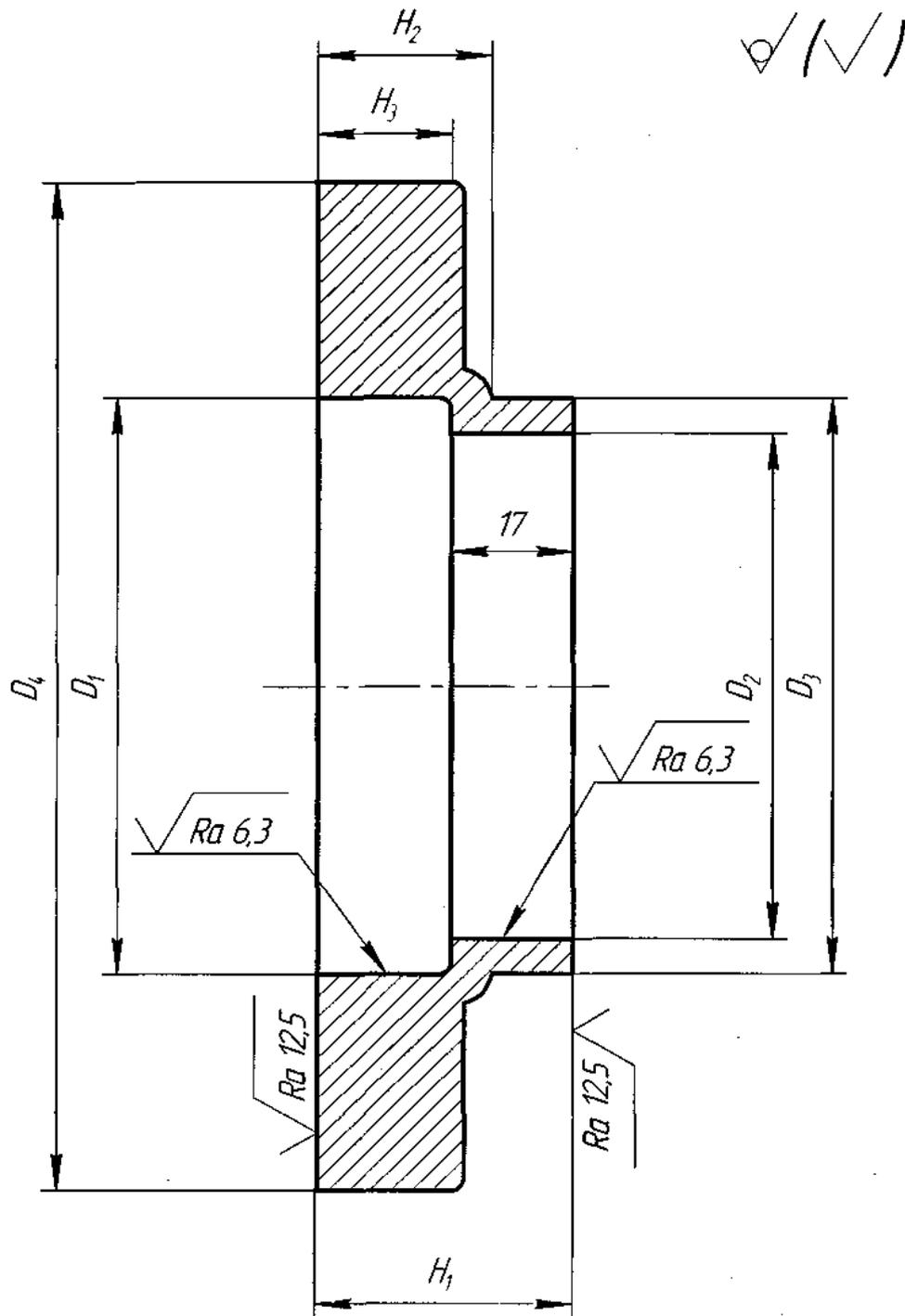


Рисунок 15
а,б – Корпус

№ Варианта	Произв	Материал	Вес, кг	D_1	D_2	D_3	D_4	H_1	H_2	H_3
Вариант 29 рис 15(а)	Массовое	Ст 25	17	80	70	88	130	35	25	20
Вариант 30 рис 15(б)	Серийное	Ст 12ХНЗ	1,74	120	105	132	190	55	20	15

Филинков Михаил Дмитриевич
Дудоров Владимир Иванович
Дудорова Татьяна Александровна
Савиных Леонид Михайлович

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОКОВОК
ГОРЯЧЕЙ ОБЪЁМНОЙ ШТАМПОВКОЙ**

Методические указания
к выполнению лабораторной работы
для студентов специальностей
190201, 190202, 151001, 151002,
190702, 150202, 280101, 140211, 220301

Редактор Н.А. Леготина

Подписано к печати	Формат 60x84 1/16	Бумага тип. № 1
Печать трафаретная	Усл.печ.л. 2,5	Уч.-изд. л. 2,5
Заказ	Тираж 100	Цена свободная

Редакционно-издательский центр КГУ.
640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25.
Курганский государственный университет.