

*МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ*
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»

Кафедра «Энергетика и технология металлов»

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ В РАЗОВОЙ ПЕСЧАНОЙ ФОРМЕ**

Методические указания
к выполнению лабораторных работ по курсам
«Технология конструкционных материалов»
для студентов специальностей 23.05.01; 23.05.02
и направлений 09.03.04; 15.03.04; 15.03.05; 15.03.01;
20.03.01; 23.03.03; 23.04.03; 27.03.04; 27.03.01

Кафедра: «Энергетика и технология металлов»

Дисциплина: «Технология конструкционных материалов»
(специальности: 23.05.01; 23.05.02,
направления: 09.03.04; 15.03.04; 15.03.05; 15.03.01;
20.03.01; 23.03.03; 23.04.03; 27.03.04; 27.03.01)

Составили: доцент, канд. техн. наук Л. М. Савиных,
доцент, канд. техн. наук Т. А. Дудорова.

Утверждены на заседании кафедры «3» июля 2019 г.

Рекомендованы методическим советом университета «14» марта 2019 г.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: ознакомиться с основными этапами проектирования технологического процесса изготовления отливки в разовой песчаной форме и научиться самостоятельно разрабатывать технологию изготовления отливки этим методом.

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗГОТОВЛЕНИИ ОТЛИВОК В РАЗОВЫХ ПЕСЧАНЫХ ЛИТЕЙНЫХ ФОРМАХ

Отливка – заготовка, получаемая в результате заполнения рабочей полости в заранее изготовленной литейной форме жидким металлом. После затвердевания металла литейная форма разрушается, и отливка извлекается из нее. Литейные формы данного типа называются разовыми. Их изготовление обычно производится из формовочных смесей, основными составляющими которых являются кварцевый песок, огнеупорная глина и противопригарные добавки.

Для изготовления разовой песчаной формы требуется наличие необходимого модельного комплекта, состоящего из разъемной или неразъемной модели, стержневых ящиков, подмодельных плит, элементов литниковой системы, различных шаблонов для контроля, ручной инструмент или формовочные машины для уплотнения смеси, опок и др.

Модель – это технологическое приспособление, необходимое для получения в литейной форме отпечатка, соответствующего наружной конфигурации будущей отливки. Модель проектируется с учетом припусков на усадку металла при его охлаждении и выбора формовочных уклонов на поверхностях, перпендикулярных плоскости разъема. Модели изготавливаются из металлов, дерева, пластмасс, гипса и др. материалов. Контур модели точно воспроизводит наружную конфигурацию отливки. Внутренние полости отливки, отверстия, поднутрения, впадины и др. выполняются с помощью стержней. Стержни изготавливаются из стержневой смеси, уплотняемой в специальном технологическом приспособлении, называемом стержневым ящиком.

При сборке литейных форм сухой стержень устанавливается с помощью стержневых знаков в соответствующие знаки формы, полученные с помощью знаковых частей модели. Общая длина стержня больше длины отверстия отливки на величину знаков.

Литниковой системой называется совокупность вертикальных и горизонтальных каналов, выполненных в литейной форме в процессе ее изготовления и предназначенных для ее заполнения жидким металлом. Литниковая система состоит из следующих основных элементов.

1 Литниковая чаша или воронка, предназначенная для приема из ковша струи жидкого металла.

2 Стояк – вертикальный канал, соединяющий литниковую чашу или воронку со шлакоуловителем и обеспечивающий поступление жидкого металла на

уровень разъема литейной формы.

3 Шлакоуловитель – горизонтальный канал, соединяющий стояк с питателями. Он обычно располагается в верхней полуформе, обеспечивая лучшее всплывание и задерживание шлака и других неметаллических включений.

4 Питатели – литниковые каналы, обеспечивающие подвод металла непосредственно в полость литейной формы.

5 Выпоры – обратные вертикальные каналы, предназначенные для выхода воздуха и газов из рабочей полости литейной формы при ее заливке. Для замкнутых систем соотношение площадей сечений элементов литниковой системы определяется неравенством:

$$F_c > F_{ш} > F_{п}, \quad (1)$$

где F_c – площадь поперечного сечения стояка, см²;

$F_{ш}$ – площадь поперечного сечения шлакоуловителя, см²;

$F_{п}$ – суммарная площадь поперечного сечения питателей, см².

Опоки представляют собой металлические жесткие рамки, предохраняющие песчаную литейную форму от разрушения при ее изготовлении, сборке, транспортировке и заливке.

2 СПОСОБЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВОК

Отливки получают литьем в песчаные формы (ПФ), в оболочковые формы (ОФ), по выплавляемым моделям (ВМ), в кокиль (К), под давлением (Д), центробежным (Ц) литьем и др.

К основным показателям качества отливок относятся точность их размеров, состояние поверхностного слоя, отсутствие наружных и внутренних дефектов и др.

3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ В РАЗОВОЙ ПЕСЧАНОЙ ФОРМЕ

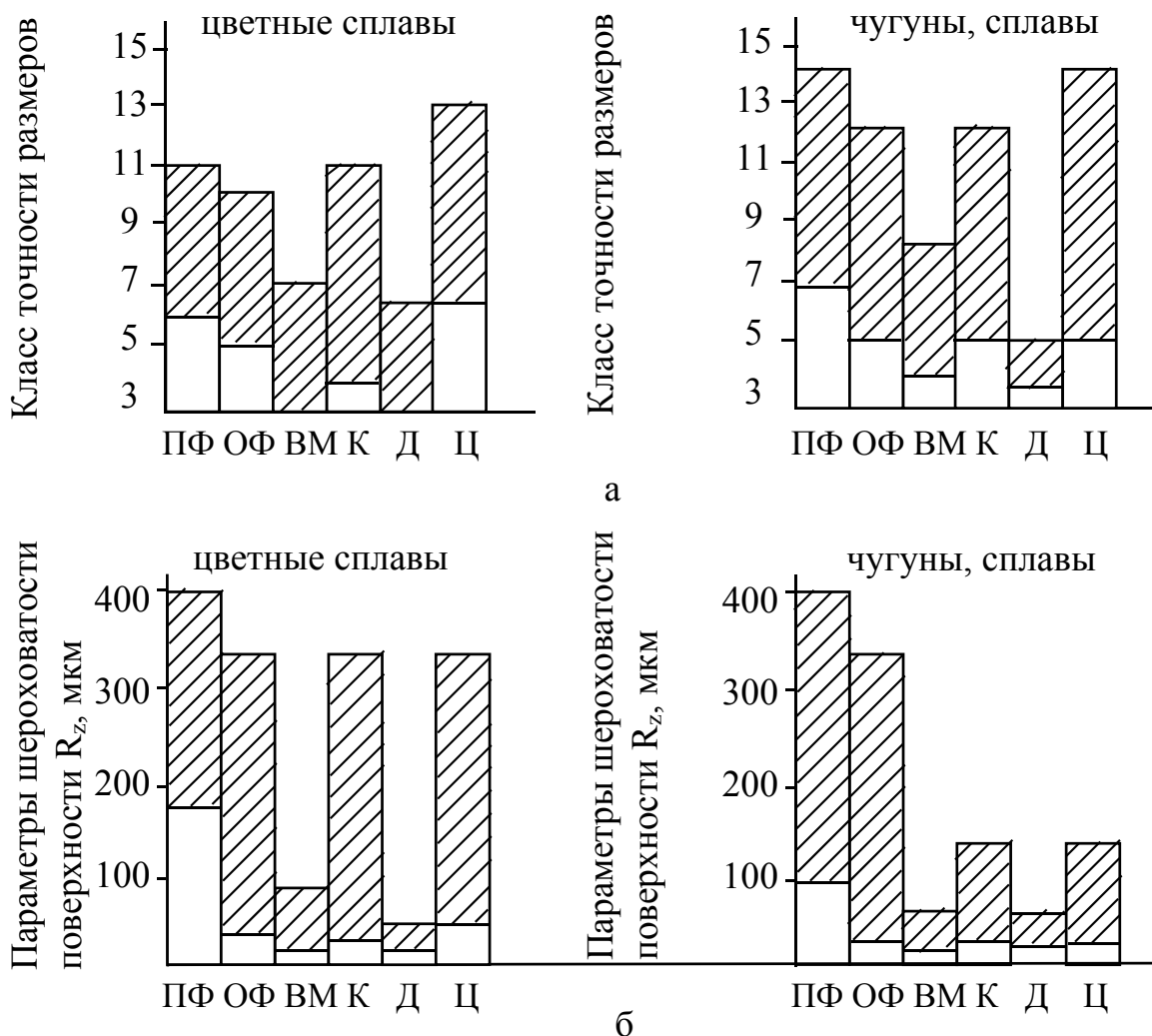
Точность изготовления отливок зависит от габаритных размеров и материалов, способа изготовления литейной формы, рабочих свойств формовочных смесей (прочность, податливость и др.), определяется классом точности размеров отливок по ГОСТ 26645-85 и оценивается по величине отклонения действительного размера от номинального. На рисунке 1 (а, б) показаны классы точности размеров и параметры шероховатости отливок из различных сплавов, которые могут быть получены различными способами литья.

Состояние поверхностного слоя отливки зависит от способа изготовления отливки, материала рабочей поверхности формы и наибольшего габаритного размера отливки.

Разработка технологического процесса изготовления отливки в разовой

песчаной форме выполняется в следующей последовательности:

- 1) проектирование чертежа отливки;
- 2) конструирование чертежей верхней и нижней частей моделей;
- 3) расчет элементов литниковой системы, выбор ее конструкции и места подвода жидкого металла к рабочей полости формы;
- 4) разработка чертежа литейной формы в сборе;
- 5) выбор параметров заливки, выбивки, обрубки и контроля качества на всех этапах проектирования.



ПФ – песчаные формы; К – кокиль; ОФ – оболочковые формы; Д – литье под давлением; ВМ – выплавляемые модели; Ц – центробежное литье
 Рисунок 1 – Классы точности размеров(а) и параметры шероховатости поверхности (б) отливок из различных сплавов

Первоисточником для выполнения работы является конструкторский чертеж детали, выданный преподавателем. На чертеже указан тип производства (серийное или массовое), материал и размеры детали, шероховатость ее поверхностей (рисунок 2).

6 При изготовлении отливок типа тел вращения разъем выбирается, как правило, в плоскости двух наибольших взаимно перпендикулярных диаметров.

При совпадении разъема формы с разъемом модели на линии разъема ставятся буквы МФ (модель, форма) (рисунок 3).

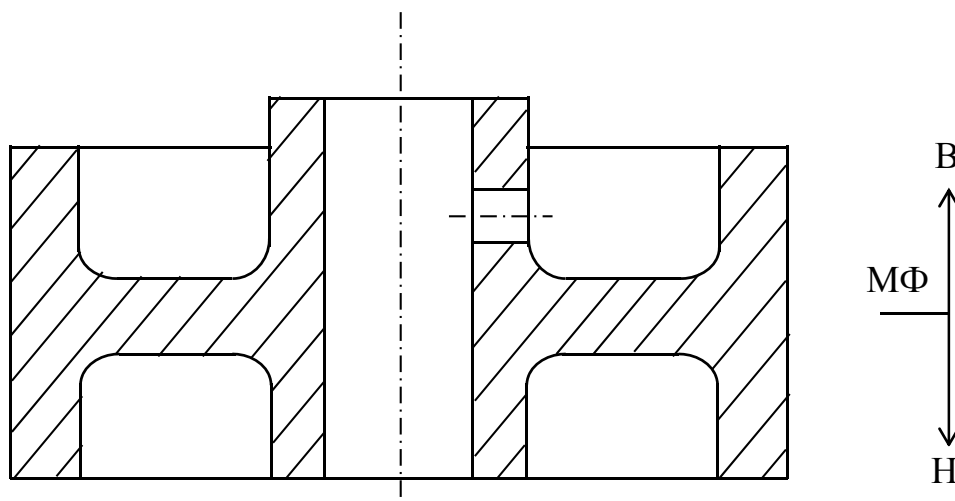


Рисунок 3 – Выбор плоскости разъема и ее изображение

3.2 Определение припусков на механическую обработку

После выбора разъема модели и литейной формы и согласования его с преподавателем следует вычертить тонкими линиями контур детали. Затем на этот чертеж нанести припуски на механическую обработку, литейные уклоны, указать плоскость разъема формы (модели) и проставить все необходимые для построения чертежа размеры.

Припуск на механическую обработку – это слой металла, назначаемый на обрабатываемых поверхностях, который удаляется путем механической обработки. Поверхности, подлежащие механической обработке, обозначают на чертежах деталей условным знаком « ∇ ». По таблице 1 в зависимости от способа литья, максимального размера отливки и материала, из которого она изготавливается, выбирается класс точности размеров и ряд припуска. По таблице 2 в зависимости от номинального размера и класса точности определяют допуски размеров отливок. По таблице 3, зная допуски размеров отливок и ряд припусков, определяют величину припуска на механическую обработку отливок.

Например: для детали «шків» (рисунок 2) при изготовлении его литьем в разовые песчаные формы в условиях автоматизированного производства класс точности по таблице 1 выбираем равным 7, ряд припусков – 2 (материал – серый чугун).

Для отливки 7-го класса точности с номинальным размером H_{z80} допуск будет равен 1,10 мм (таблица 2). Из таблицы 3 для допуска 1,10 мм для второго ряда припуски на механическую обработку будут равны для низа и бока 2,4 мм, а для верха 3 мм (рисунок 4). Для $\varnothing 40$ для допуска размера отливки 0,9 мм для

2-го ряда – припуск на механическую обработку для низа и бока равен 2 мм, а для верха 2,8 мм.

$$H70+(2,4+3)=75,4 \text{ мм};$$

$$H80+(2,4+3)=85,4 \text{ мм};$$

$$H40-(2,0+2)=36,0 \text{ мм}.$$

Таблица 1 – Классы точности размеров и ряды припусков на механическую обработку отливок для различных способов литья

Способы литья	Максимальный размер отливки, мм	Тип металла и сплава		
		Цветные	Серый чугун	Сталь
Под давлением, выжиманием, вакуумным всасыванием	До 100	$\frac{3...5}{1}$	$\frac{3...6}{1}$	$\frac{4...7}{1}$
	Более 100	$\frac{3...6}{1}$	$\frac{4...7}{1}$	$\frac{5...7}{1}$
В керамические формы, по выплавляемым и выжигаемым моделям	До 100	$\frac{3...6}{1}$	$\frac{4...7}{1...2}$	$\frac{5...7}{1...2}$
	Более 100	$\frac{4...7}{1...2}$	$\frac{5...7}{1...2}$	$\frac{5...8}{1...2}$
В кокиль и под низким давлением без и с песчаными стержнями, литье в формы, отверждаемые в контакте с оснасткой	До 100	$\frac{4...9}{1...2}$	$\frac{5...10}{1...3}$	$\frac{5...11}{1...3}$
	100...630	$\frac{5...10}{1...3}$	$\frac{5...11}{1...3}$	$\frac{6...11}{2...4}$
	Более 630	$\frac{5...11}{1...3}$	$\frac{6...11}{2...4}$	$\frac{7...12}{2...5}$
В песчаные формы (сырые и сухие), центробежное литье	До 630	$\frac{6...11}{2...4}$	$\frac{7...12}{2...4}$	$\frac{7...13}{2...5}$
	630...4000	$\frac{7...12}{2...4}$	$\frac{6...13}{3...5}$	$\frac{9...13}{3...6}$
	Более 4000	$\frac{8...13}{3...5}$	$\frac{9...13}{3...6}$	$\frac{9...13}{4...6}$

Примечание. В числителе указаны классы точности размеров, в знаменателе – ряды припусков. Меньшие их значения относятся к простым отливкам, изготовленным в условиях массового автоматизированного производства; большие – к сложным, мелкосерийно и индивидуально полученным отливкам; средние – к отливкам средней сложности (механизированное серийное производство).

Таблица 2 – Допуски линейных размеров отливок (на сторону) в миллиметрах

Номинальный размер, мм	Допуски размеров отливок, мм, не более для классов точности													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
До 4	0,06	0,08	0,12	0,16	0,24	0,32	0,50	0,61	1,0	1,2	2,0	-	-	-
4...6	0,07	0,09	0,14	0,18	0,28	0,36	0,56	0,70	1,1	1,4	2,2	2,8	-	-
7...10	0,08	0,10	0,16	0,20	0,32	0,40	0,64	0,80	1,2	1,6	2,4	3,2	5,0	-
11...16	0,09	0,11	0,18	0,22	0,36	0,44	0,70	0,90	1,4	1,8	2,8	3,6	5,6	7
17...25	0,1	0,12	0,20	0,24	0,40	0,50	0,80	1,00	1,6	2,0	3,2	4,0	6,4	8
26...40	0,11	0,14	0,22	0,28	0,44	0,56	0,90	1,10	1,8	2,2	3,6	4,4	7,0	9
41...63	0,12	0,16	0,24	0,32	0,50	0,64	1,00	1,20	2,0	2,4	4,0	5,0	8,0	10
64...100	0,14	0,18	0,28	0,38	0,56	0,70	1,10	1,40	2,2	2,8	4,4	5,6	9,0	11
101...160	0,16	0,20	0,32	0,40	0,64	0,80	1,20	1,60	2,4	3,2	5,0	6,4	10,0	12
161...250	-	-	0,36	0,44	0,70	0,90	1,40	1,80	2,8	3,6	5,6	7,0	11,0	14
251...400	-	-	0,40	0,50	0,80	1,00	1,60	2,00	3,2	4,0	6,4	8,0	12,0	16

Таблица 3 – Припуски на механическую обработку, миллиметры

Допуски размеров отливок, мм	Для рядов, не более					
	1	2	3	4	5	6
До 0,12	0,4					
0,12...0,16	0,5	0,8				
0,16...0,20	0,6	1,0	1,4			
0,20...0,24	0,7	1,1	1,5			
0,24...0,31	0,8	1,2	1,6	2,2	3,0	
0,30...0,40	0,9	1,3	1,8	2,4	3,2	
0,40...0,50	1,0	1,4	2,0	2,6	3,5	
0,50...0,60	1,2	1,6	2,2	2,8	3,6	
0,60...0,80	1,4	1,8	2,4	3,0	3,8	5,0
0,80...1,0	1,6	2,0	2,8	3,2	4,0	5,5
1,0...1,2	2,0	2,4	3,0	3,4	4,2	6,0
1,2...1,6	2,4	2,8	3,2	3,8	4,6	6,5
1,6...2,0	2,8	3,2	3,6	4,2	5,0	7,0
2,0...2,4	3,2	3,6	4,0	4,6	5,5	7,5
2,4...3,0	3,6	4,0	4,5	5,0	6,5	8,0
3,0...4,0	4,5	5,0	5,5	6,5	7,0	9,0
4,0...5,0	5,5	6,0	6,5	7,5	8,0	10,0

Примечание. Значения припусков относятся к поверхностям отливки, находящимся при заливке снизу или сбоку. Припуск на верхние поверхности допускается увеличивать до значения, соответствующего следующему ряду.

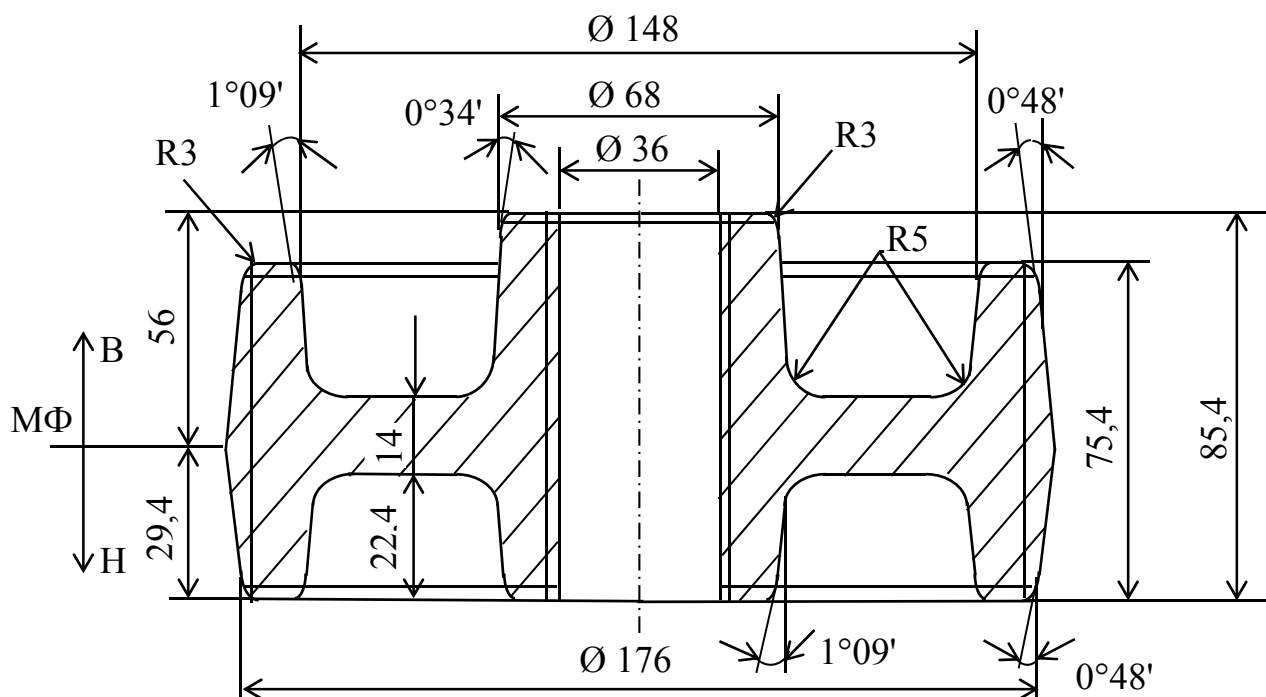


Рисунок 4 – Чертеж отливки

3.3 Литейные уклоны и выбор их направления

Литейные уклоны назначаются на наружные и внутренние поверхности отливок, перпендикулярные плоскости разъема. Литейные уклоны облегчают извлечение модели из литейной формы. Поскольку отливку получают путем заполнения формы жидким металлом и последующим его затвердеванием, то литейные уклоны, получаемые в отливке, будут соответствовать уклонам модели.

При разработке чертежа отливки учитывают все припуски с указанием их величины. Контур обрабатываемых поверхностей, а также отверстий, впадин и выточек, не выполняемых литьем, вычерчивают сплошной тонкой линией.

Величина литейного уклона определяется высотой вертикальной поверхности, перпендикулярной плоскости разъема, материалом модели и методом формовки. Величина уклона уменьшается с возрастанием высоты поверхности, на которую она назначается. Величины литейных уклонов определяются по ГОСТ 3212-92 (таблица 4).

Таблица 4 – Литейные уклоны модельного комплекта

Высота h, мм	Формовочный уклон β комплекта			
	металлического, пластмассового		деревянного	
	град.	мм	град.	мм
До 10	2°20'	0,40	2°55'	0,50
Св. 1...16	1°35'	0,45	1°55'	0,55
16...25	1°10'	0,50	1°30'	0,65
25...40	50'	0,60	1°05'	0,75
40...63	35'	0,65	45'	0,85
63...100	25'	0,75	35'	1,00
100...160		0,95	25'	1,20
160...250		1,45	25'	1,85
250...400	20'	2,30		2,30
400...630		3,65		3,65
630...1000		5,80		5,80
1000...1600		9,30	20'	9,30
1600...2500		14,50		14,50

Радиусы скруглений при переходе одной поверхности модели к другой выбирают из соотношения

$$R = \left(\frac{1}{3} \dots \frac{1}{5} \right) \frac{a+b}{2}, \quad (2)$$

где $\frac{a+b}{2}$ – полусумма толщин сопрягаемых стенок отливки; коэффициенты $\frac{1}{3}$ применяются в том случае, если $\frac{a+b}{2} \leq 50$ мм, $\frac{1}{5}$ – при $\frac{a+b}{2} > 50$ мм, радиусы скруглений для литых деталей могут быть равны 1, 2, 3, 5, 8, 10, 15, 20, 25, 30 и 40 мм.

3.4 Разработка чертежа верхней и нижней частей модели

Разработка чертежа верхней и нижней частей моделей (верха и низа) начинается с установления конфигурации стержня. Конфигурация стержня определяется размерами и формой внутренней полости отливки и размерами его знаковых частей.

Стержневые знаки на модели предназначаются для фиксации стержня в форме путем получения в ней соответствующих отпечатков, также называемых знаками. В полученные отпечатки (знаки) вставляется стержень опорными поверхностями (знаками) при сборке литейной формы.

3.4.1 Определение знаковых частей модели

Знаковые части стержня предназначаются для установки его в литейную форму и фиксирования стержня в процессе заполнения формы жидким металлом. Конфигурацию и размеры знаковых частей назначают по ГОСТ 3606-80 с учетом размеров стержня, его положения в форме и способа формовки.

Высоту нижних знаков стержней круглого сечения h_n назначают в зависимости от его длины и диаметра (таблица 5).

Таблица 5 – Высота нижних вертикальных знаков стержней

Диаметр стержня, мм	Длина стержня, мм			
	До 50	50...80	80...120	121...180
До 30	20	30	30	-
30...50	20	35	35	35
51...80	25	35	35	35
81...120	25	35	35	35

Высоту верхних стержней знаков h_v принимают равной не более 0,5 от высоты нижних знаков. Длину горизонтальных круглых стержневых знаков ℓ выбирают по таблице 6.

Таблица 6 – Длина горизонтальных знаков стержней

Диаметр стержня, мм	Длина стержня, мм			
	До 50	50...80	80...120	121...180
До 30	20	25	30	35
30...50	20	25	30	35
51...80	20	25	30	40
81...120	20	25	35	45

Формовочные уклоны на знаковых частях назначают по ГОСТ 3606-80 (таблица 7) в зависимости от высоты знака и его расположения в форме (низ или верх относительно разъема).

Таблица 7 – Формовочные уклоны знаковых частей стержня

Высота знака, мм	Уклоны, градусы		
	(низ)	(верх)	(гориз.)
До 30	10	15	4
30...50	7	10	3
51...80	6	8	2
81...120	6	8	2

При определении размеров знаков на моделях (длины, высоты, сечения знаков) необходимо учесть сборочные зазоры между знаком литейной формы и знаком стержня (рисунок 7), т. к. практически нельзя установить стержень, размер

знака которого сделан с размером знака формы номинал в номинал, без зазора.

Размеры сборочных зазоров S_1 , S_2 и S_3 приведены в таблице 8. Следует иметь в виду, что при определении размеров по длине или высоте знаков модели величина усадки не прибавляется.

Таблица 8 – Размеры сборочных зазоров

Высота знака или длина знака в мм	Зазор S_1 (не более) при длине стержня или диаметре в мм				
	До 50	Св. 50 до 150	Св. 150 до 300	Св. 300 до 500	Зазор S_3
До 25	0,15	0,15	0,25	-	0,15-0,25
Свыше 25 до 50	0,25	0,25	0,50	1,0	1,5-2,5
Свыше 50 до 100	0,50	0,50	1,0	1,0	2,0-5,0
Свыше 100 до 200	1,0	1,0	1,0	1,5	3,0-6,0
Свыше 200 до 300	1,0	1,0	1,0	1,5	3,5-6,5
Свыше 300 до 500	1,5	1,5	1,5	2,0	4,0-7,5
Зазор S_2	0,15	0,25	0,50	1,0	-

3.4.2 Определение размеров модели

После определения конфигурации стержня и величины его знаков по таблицам 5, 6 вычерчиваются отдельно верхняя и нижняя части модели (рисунок 5 а, б). Затем проставляются все размеры моделей с учетом усадки сплава и величины сборочных зазоров в знаках. Пример изображения моделей и простановки их размеров показан на рисунке 5 (а, б). Величина усадки некоторых литейных сплавов приведена в таблице 9.

Таблица 9 – Величина усадки некоторых литейных сплавов

Сплавы	Литейная усадка, %
Серый чугун	1,0
Сталь	2,0
Алюминиевые сплавы	1,5

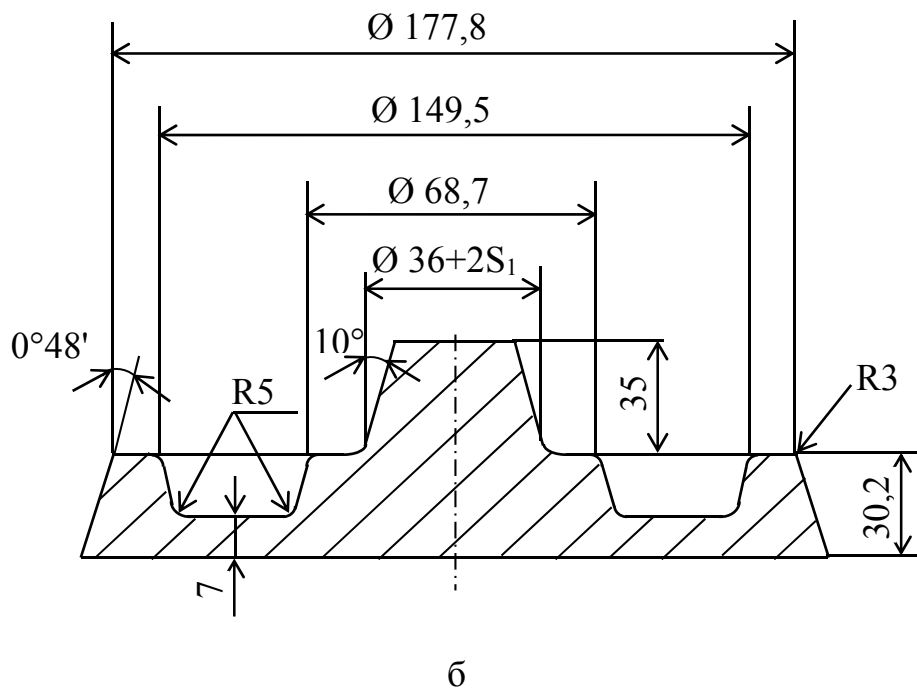
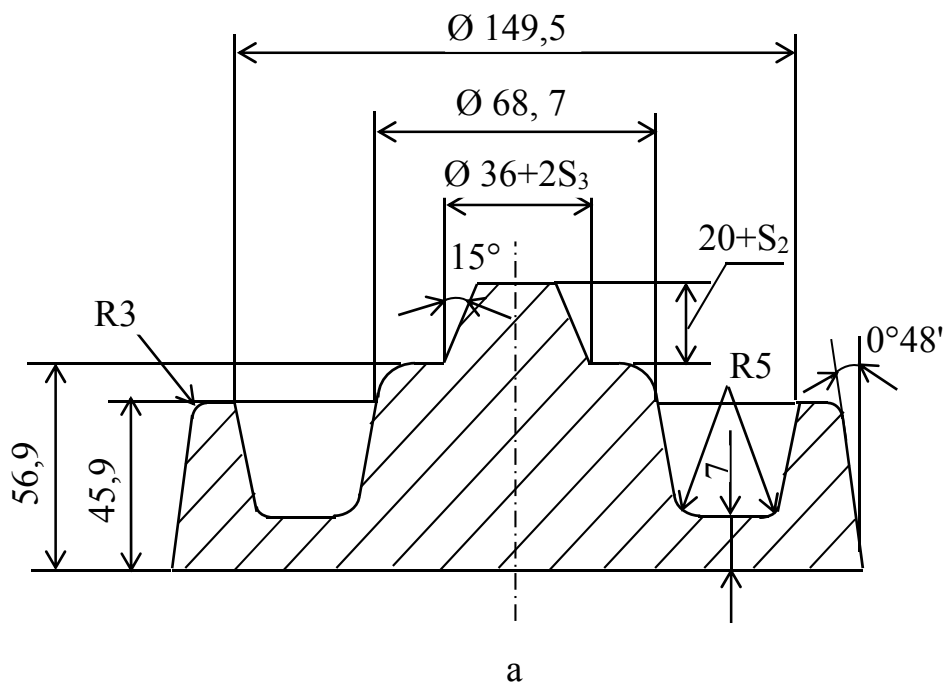
Размеры модели (за исключением величины знаков) определяются по формуле:

$$B = A + \frac{A}{100} \alpha, \quad (3)$$

где B – размер модели, мм;

A – размер отливки, мм;

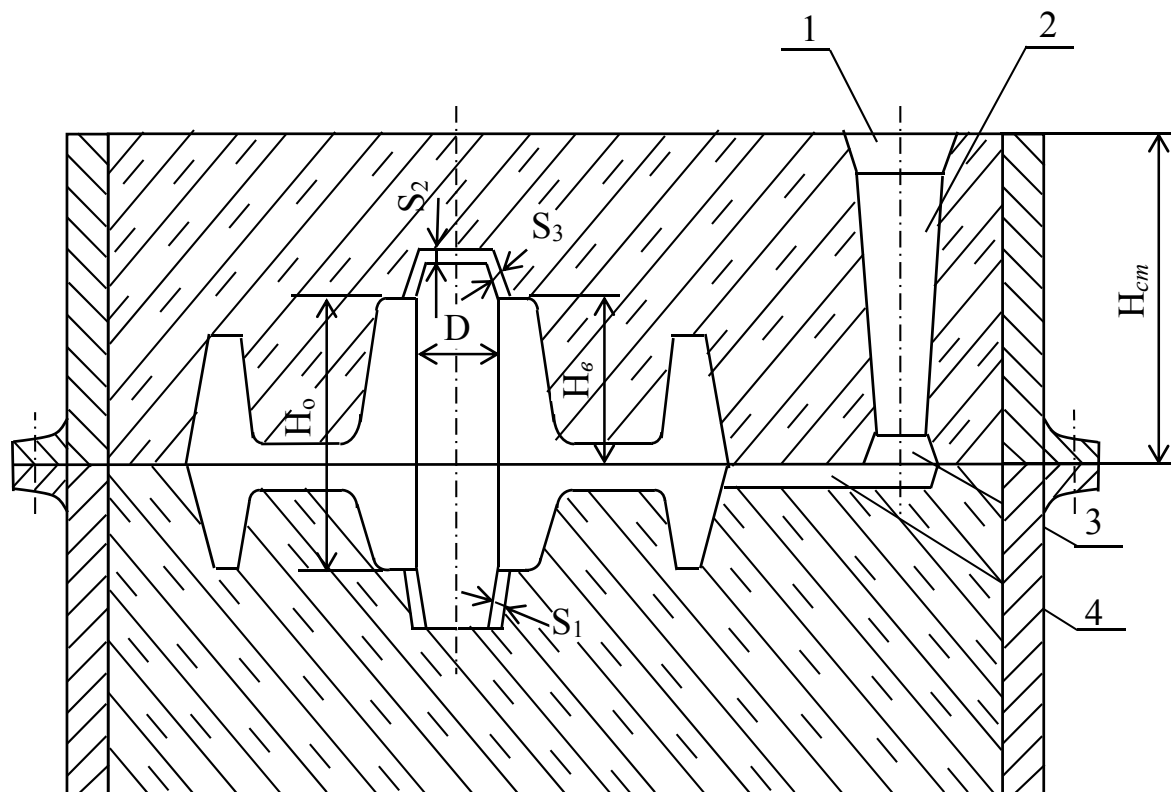
α – усадка сплава, выбираемая по таблице 9.



а – верхняя часть модели, б – нижняя часть модели
Рисунок 5 – Чертеж модели

3.5 Расчет элементов литниковой системы и выбор места ее подвода

Литниковую систему размещают в литейной форме по ее разряду. Она служит для подвода жидкого металла в рабочую полость литейной формы. Основные ее элементы показаны на рисунке 6.



1 – воронка или чаша; 2 – стояк; 3 – шлакоуловитель; 4 – питатели

Рисунок 6 – Схема литниковой системы (к расчету среднего металлостатического напора) и сборочные зазоры S_1 ; S_2 ; S_3

Наиболее простым определением размеров сечений элементов литниковой системы является расчет по номограммам, приводимым в справочниках по литейному производству, но для условий серийного и массового производства целесообразнее рассчитывать литниковую систему по площади минимального сечения, которым в общем случае является сечение питателей (для замкнутых литниковых систем).

Площадь поперечного сечения питателей определяется по формуле:

$$F_{\text{пит}} = \frac{G}{\mu \cdot \tau \cdot 0,31 \cdot \sqrt{H_{\text{ср}}}}, \quad [\text{см}^2] \quad (4)$$

где F – черновая масса отливки в кг, вычисляемая по формуле:

$$G = P(a + b) \quad (5)$$

где P – чистовая масса детали в кг;

a – коэффициент, учитывающий массу металла припусков на механическую обработку. В зависимости от величины припусков на обработку детали прини-

мают $a = 1,05 - 1,50$. Чем больше обрабатываемых поверхностей и выполняемых литьем отверстий, пазов, впадин и др., тем более близким выбирается коэффициент к 1,50;

b – коэффициент, учитывающий массу металла на литниковую систему, выпоры или прибыли: для чугуна $b = 0,2 - 0,3$;
для стали $b = 0,4 - 0,5$;

μ – коэффициент расхода в литниковой системе, определяемый по таблице 10.

Таблица 10 – Значение коэффициента μ

Сплав	Сопротивление формы		
	малое	среднее	высокое
Чугун	0,50/0,60	0,42/0,48	0,35/0,41
Сталь	0,42/0,38	0,32/0,38	0,25/0,30

Примечание:

1 В числителе приведены данные для сырой формы, в знаменателе – для сухой.

2 Для отливок сложной конфигурации, имеющих тонкие стенки, следует выбирать большое сопротивление формы, для простых, несложных – малое сопротивление.

τ – оптимальная продолжительность заливки в секундах, определяемая по формуле:

$$\tau = S \sqrt[3]{\delta \cdot G} \quad (6)$$

где δ – средняя толщина стенок отливки в мм;

G – черновая масса отливки, литников, кг;

S – коэффициент, учитывающий жидкотекучесть сплава и тип литниковой системы. Для чугунных отливок S принимается равным 2. Для стальных отливок значения коэффициента определяются по таблице 11.

Таблица 11 – Значение коэффициента S

Температура металла и его жидкотекучесть	Подвод металла		
	сифоном снизу	на половине высоты отливки	сверху
Нормальная	1,3	1,4	1,5 – 1,6
Повышенная	1,4 – 1,5	1,5 – 1,6	1,6 – 1,8

$H_{\text{ср}}$ – средний металлостатический напор в см, определяемый по эмпирической формуле:

$$H_{\text{ср}} = H_{\text{ст}} - \frac{H_{\text{в}}^2}{2H_0}, \quad (7)$$

где $H_{\text{ст}}$ – высота стояка в см, считая от уровня заливочной чаши до плоскости разъема литейной формы (рисунок 7).

Если неизвестна высота верхней опоки, то приближенно $H_{\text{ст}}$ можно вычислить по формуле: $H_{\text{ст}} = (H_{\text{в}} + 4,0)$ см .

Если высота верхней опоки известна, то $H_{\text{ст}} = H_{\text{опоки}}$, см .

$H_{\text{в}}$ – высота части отливки от разъема до наивысшей точки в верхней опоке, см;

H_0 – общая высота в опоке, см.

Площадь поперечного сечения шлакоуловителя $F_{\text{шл}}$ и сечение стояка $F_{\text{ст}}$ определяются из соотношения:

а) для крупного чугунного литья (весом свыше 1,0 т):

$$F_{\text{пит}} : F_{\text{шл}} : F_{\text{ст}} = 1 : 1,2 : 1,4;$$

б) для мелких и средних отливок:

$$F_{\text{пит}} : F_{\text{шл}} : F_{\text{ст}} = 1 : 1,1 : 1,2;$$

в) для мелких стальных отливок:

$$F_{\text{пит}} : F_{\text{шл}} : F_{\text{ст}} = 1 : 1,2 : 1,4;$$

Место подвода металла в полость литейной формы выбирается в зависимости от следующих условий:

а) обеспечить наиболее короткий путь течения жидкого металла в литейной форме к полости отливки;

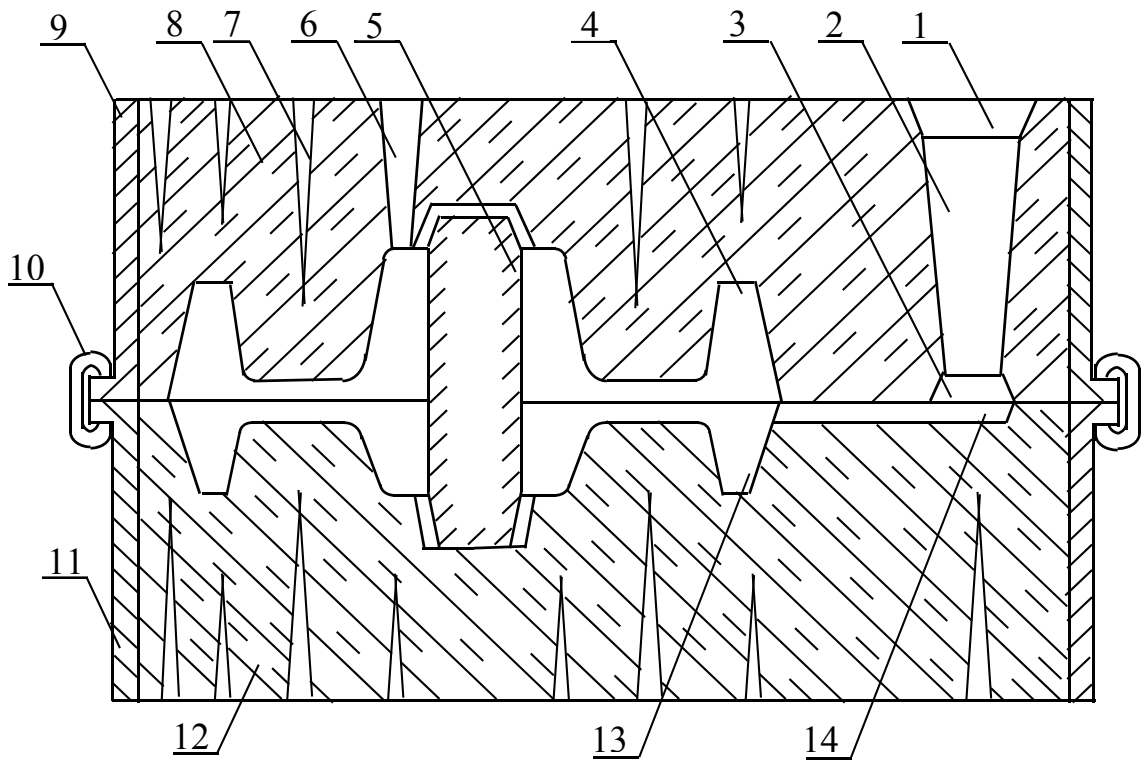
б) обеспечить спокойное заполнение литейной формы;

в) предупредить местные разрушения формы.

3.6 Разработка чертежа литейной формы в сборе

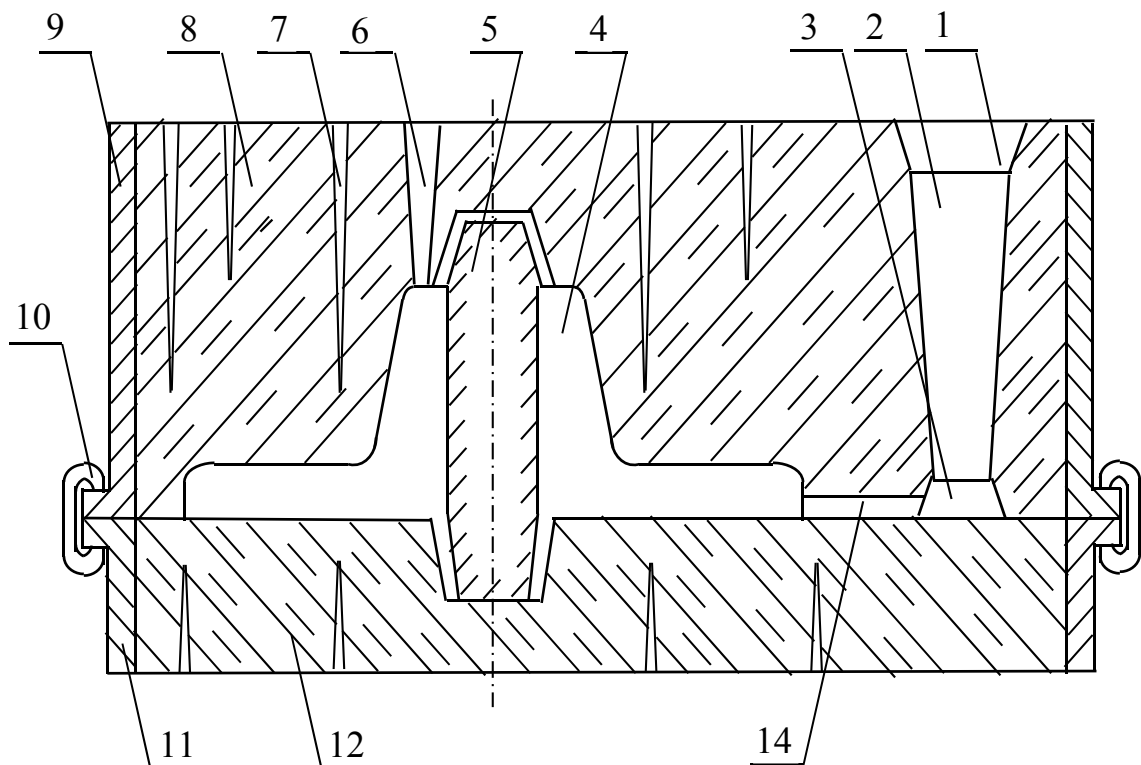
По конфигурации моделей и отливки вычерчивается литейная форма в сборе (вертикальный разрез), состоящая из верхней и нижней полуформ с уплотненной формовочной смесью. На этом чертеже показывается стержень (заштриховать в квадрат), элементы литниковой системы, выпоры (прибыли), вентиляционные наколы. Обозначаются все элементы литейной формы и специфицируются соответствующим элементом названием.

Пример оформления чертежа литейной формы в сборе для разъемной модели показан на рисунке 7, а для неразъемной модели – на рисунке 8.



1 – литниковая воронка, 2 – стояк, 3 – шлакоуловитель, 4 – полость верхней полуформы, 5 – стержень, 6 – выпор, 7 – вентиляционные наколы, 8 – верхняя полуформа, 9 – верхняя опока, 10 – крепежная скоба, 11 – нижняя опока, 12 – нижняя полуформа, 13 – полость нижней полуформы, 14 – питатель

Рисунок 7 – Литниковая форма в сборе для разъёмной модели



1 – литниковая воронка, 2 – стояк, 3 – шлакоуловитель, 4 – полость верхней полуформы, 5 – стержень, 6 – выпор, 7 – вентиляционные наколы, 8 – верхняя полуформа, 9 – верхняя опока, 10 – крепежная скоба, 11 – нижняя опока, 12 – нижняя полуформа, 13 – полость нижней полуформы, 14 – питатель

Рисунок 8 – Литейная форма в сборе для неразъёмной модели

4 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К РАБОТЕ

- 4.1 Дать определение ключевых понятий литейного процесса: отливка, модель, стержень, литниковая система, литейная форма, формовочная смесь.
- 4.2 Объяснить, что положено в основу выбора плоскости разъема модели и формы.
- 4.3 Объяснить назначение припуска на механическую обработку и дать его определение.
- 4.4 Изложить факторы, от которых зависит величина и направление формовочных уклонов.
- 4.5 С какой целью назначают литейные галтели на моделях?
- 4.6 Определить размеры знаковых частей модели и формы.
- 4.7 С какой целью применяются стержни?
- 4.8 От чего зависит величина усадки сплава? Как она учитывается при проектировании модели?
- 4.9 Изложить назначение литниковой системы и определить сечения ее основных элементов.
- 4.10 Назначение моделей, стержня и стержневых знаков.
- 4.11 Объяснить порядок назначения и определения допусков на точность изготовления отливок.

5 ПОРЯДОК ОФОРМЛЕНИЯ ОТЧЕТА

Отчет по выполненной работе должен содержать:

- 5.1 Цель работы.
- 5.2 Чертеж детали с указанием объема производства, марки материала, массы детали.
- 5.3 Обоснование выбора плоскости разъема.
- 5.4 Чертежи отливки, верхней и нижней моделей, литейной формы в сборе со спецификацией и описание последовательности их проектирования.
- 5.5 Расчет литниковой системы с пояснениями.
- 5.6 Чертеж литейной формы в сборе.

Отчет выполняется в форме расчетно-пояснительной записки в последовательности, указанной в настоящих методических указаниях. Графическая часть работы выполняется аккуратно, карандашом, с указанием масштаба, простановкой всех размеров на чертеже, приведением необходимого числа проекций, видов, сечений и размеров.

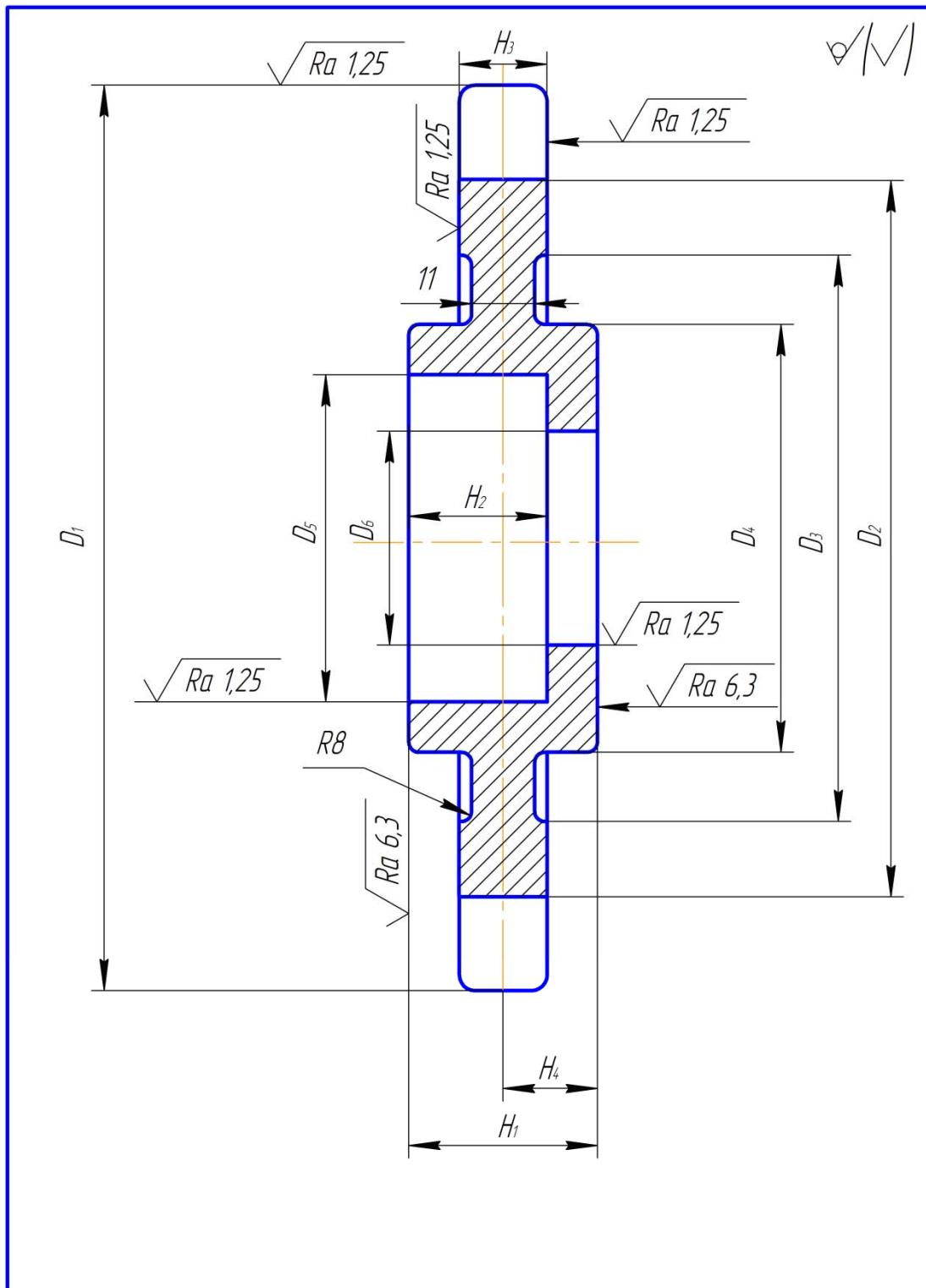
Чертежи деталей соответствующих вариантов приведены в приложении А согласно выданному руководителем заданию.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Кнорозов, Б. В. Технология металлов / Б. В. Кнорозов, Л. Ф. Усова, А. В. Третьяков [и др.] – Москва : Metallurgy, 1987. – С. 329–405.
- 2 Афонаскин, А. В. Производство отливок в разовых песчаных формах / А. В. Афонаскин, В. И. Дудоров. – Курган : Изд. КГУ, 2000.
- 3 Иванов, В. Н. Словарь-справочник по литейному производству / В. Н. Иванов. – Москва, 1990.
- 4 Арзамасов, В. Б. Технология конструкционных материалов / В. Б. Арзамасов, А. А. Черепяхин, В. А. Кузнецов, А. В. Шлыкова [и др.] – Москва : Изд. центр, 2008.
- 5 Дальский, А. М. Технология конструкционных материалов / А. М. Дальский, Т. М. Барсукова, Л. Н. Бухаркин. – Москва : Машиностроение – 512 с.

Приложение А

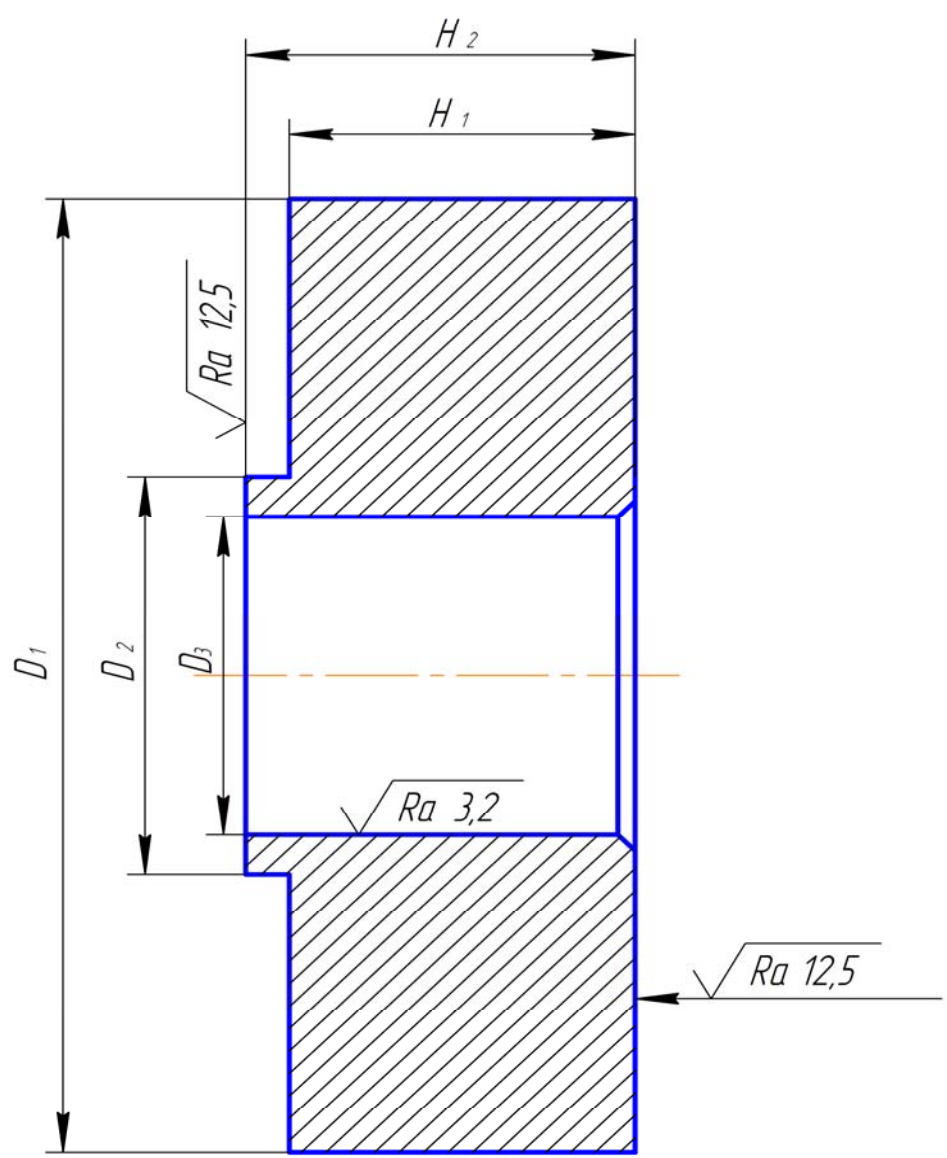
Варианты заданий и рабочие чертежи деталей к ним



№ Варианта	Произв.	Материал	Вес, кг	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	H_1	H_2	H_3	H_4
Вариант 1 рис. 1(а)	Массовое	СЧ 20	3,1	190	160	112	105	80	50	48	36	24	12
Вариант 2 рис. 1(б)	Серийное	Сталь 45Х1	1,5	140	110	87	80	60	36	34	26	18	8

Рисунок А.1 – Звездочка

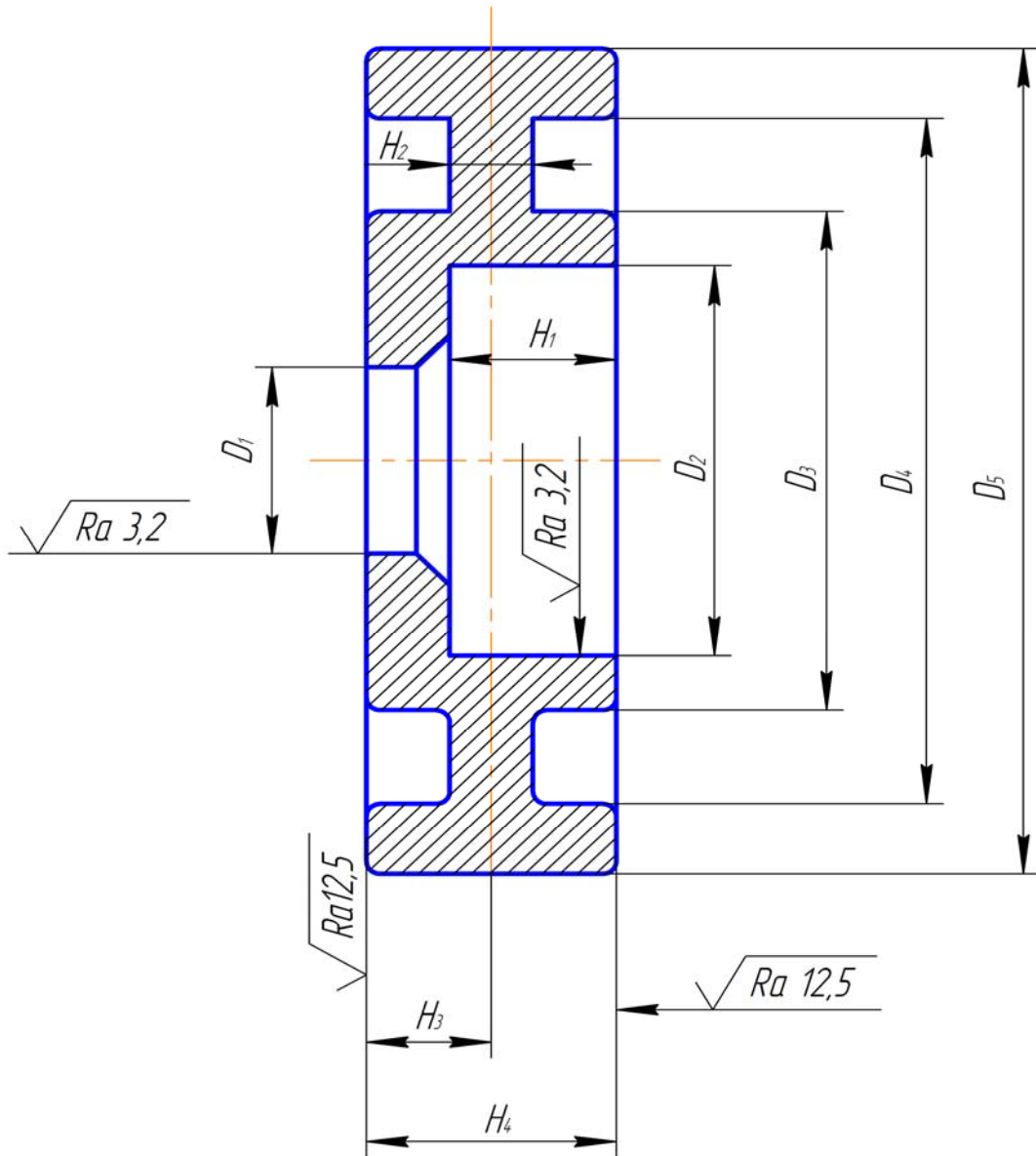
✓✓



№ Варианта	Произв.	Материал	Вес, кг	D_1	D_2	D_3	H_1	H_2
Вариант 3 рис.2(а)	Массовое	Ст 45Х	1,9	120	70	50	30	35
Вариант 4 рис.2(б)	Серийное	Сч 30	1,3	100	60	32	40	45

Рисунок А.2 – Блок

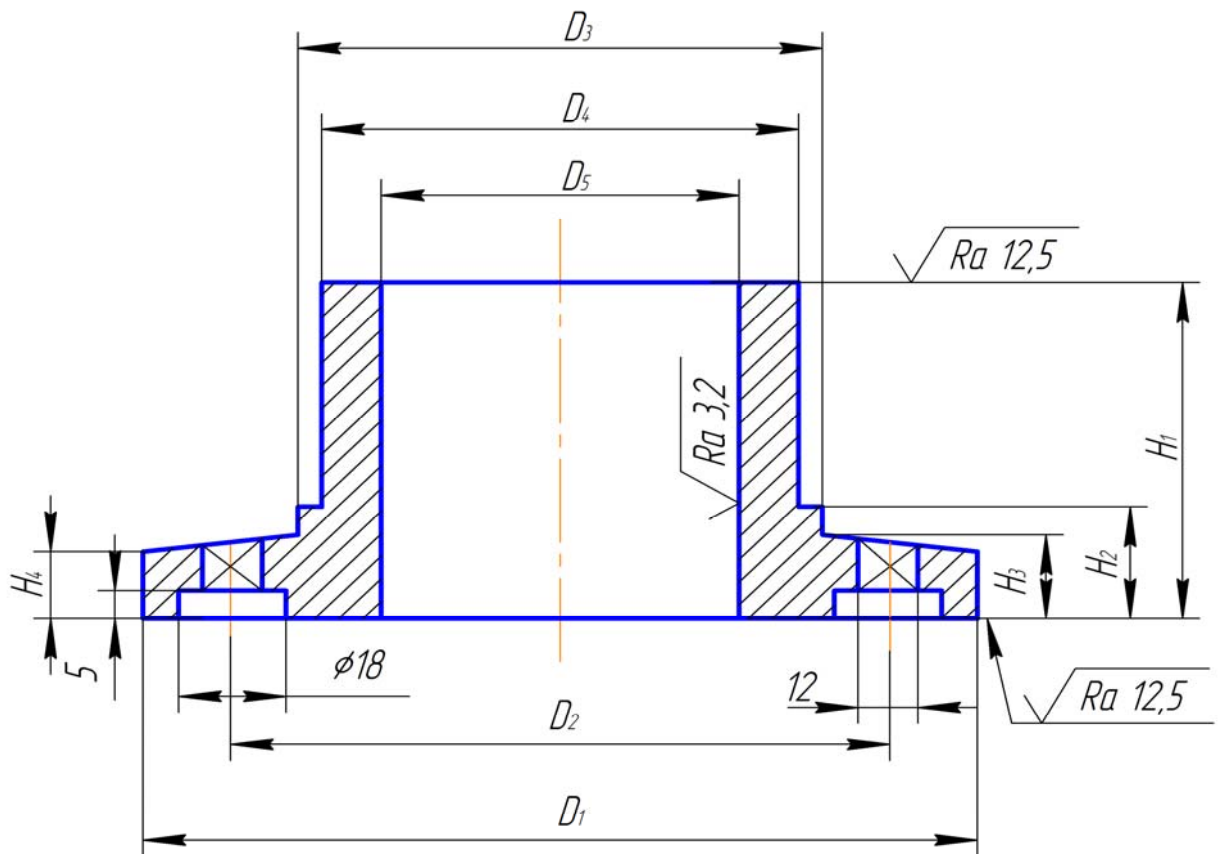
✓/✓



№ 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	Сч 35	1,5	38	56	70	100	120	27	10	18	35

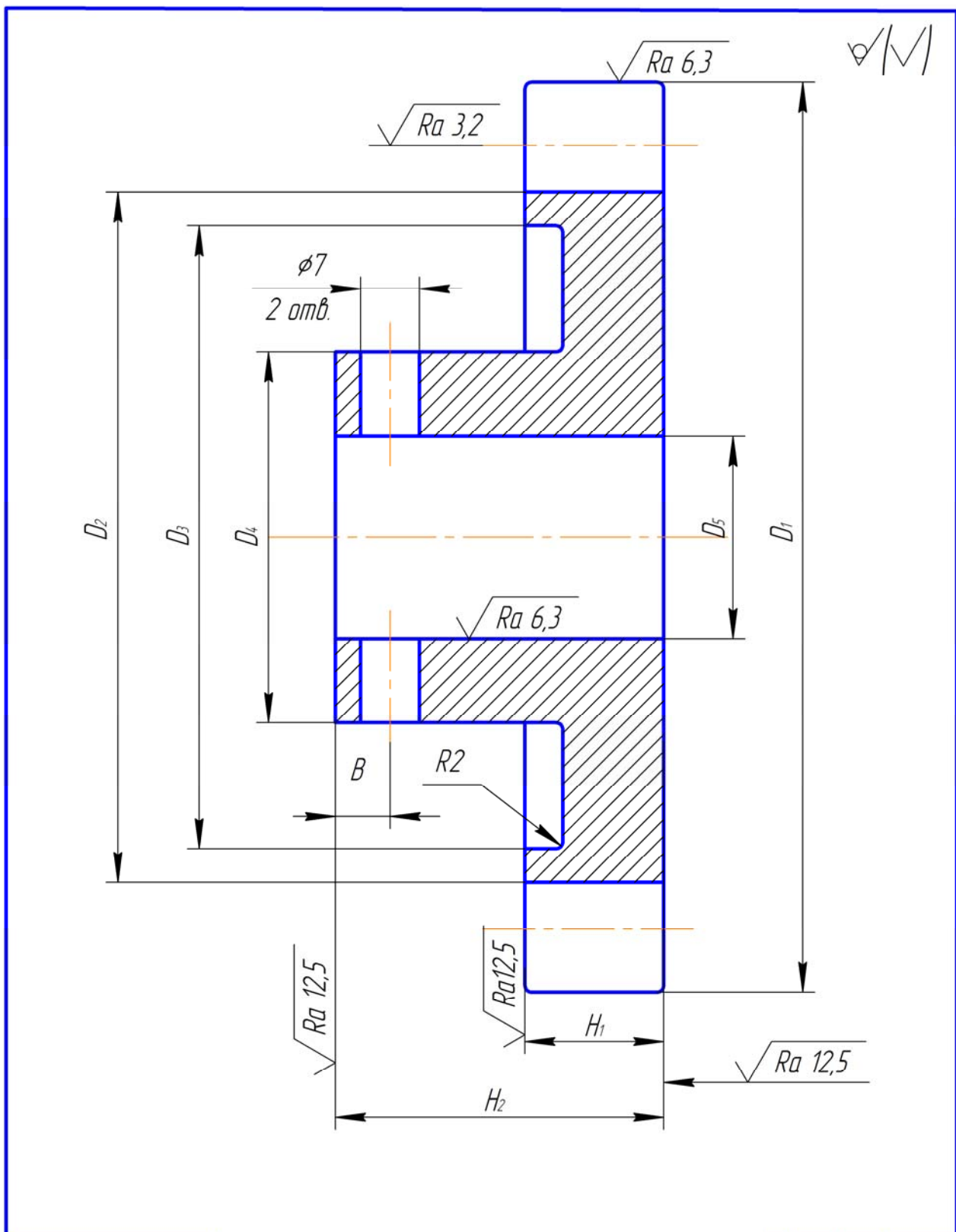
Рисунок А.3 – Ролик

✓✓✓



№ 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	СЧ 20	3,1	190	160	112	105	80	12	80	24	20
Вариант 8 рис. 4(б)	Серийное	Сталь 45/1	2,5	140	110	87	80	60	12	60	20	18

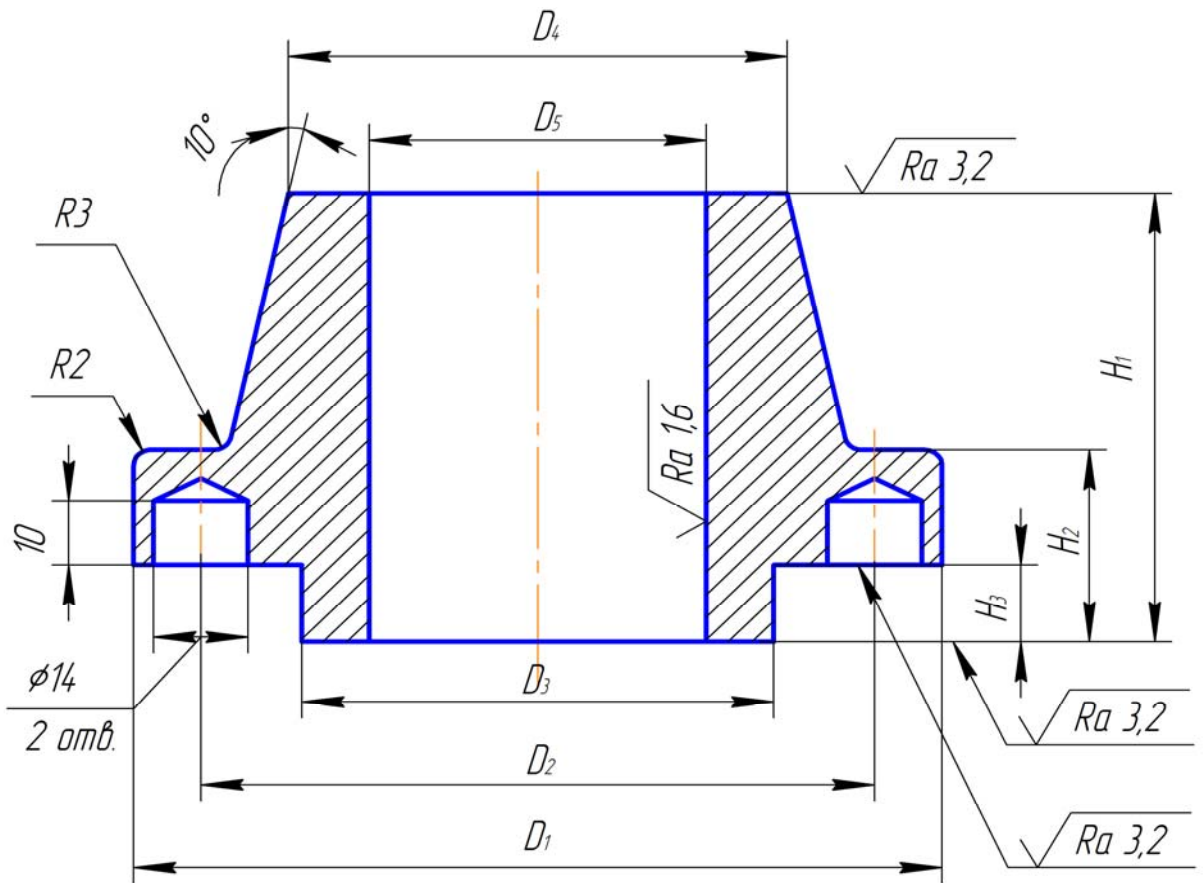
Рисунок А.4 – Втулка



№ Варианта	Произв.	Материал	Вес, кг	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	B	H_1	H_2
Вариант 9 рис. 5(а)	Массовое	СЧ 20	0,85	108	82	70	43	25	10	17	40
Вариант 10 рис. 5(б)	Серийное	Ст 30ХГСА	1,7	134	90	56	30	12	12	20	42

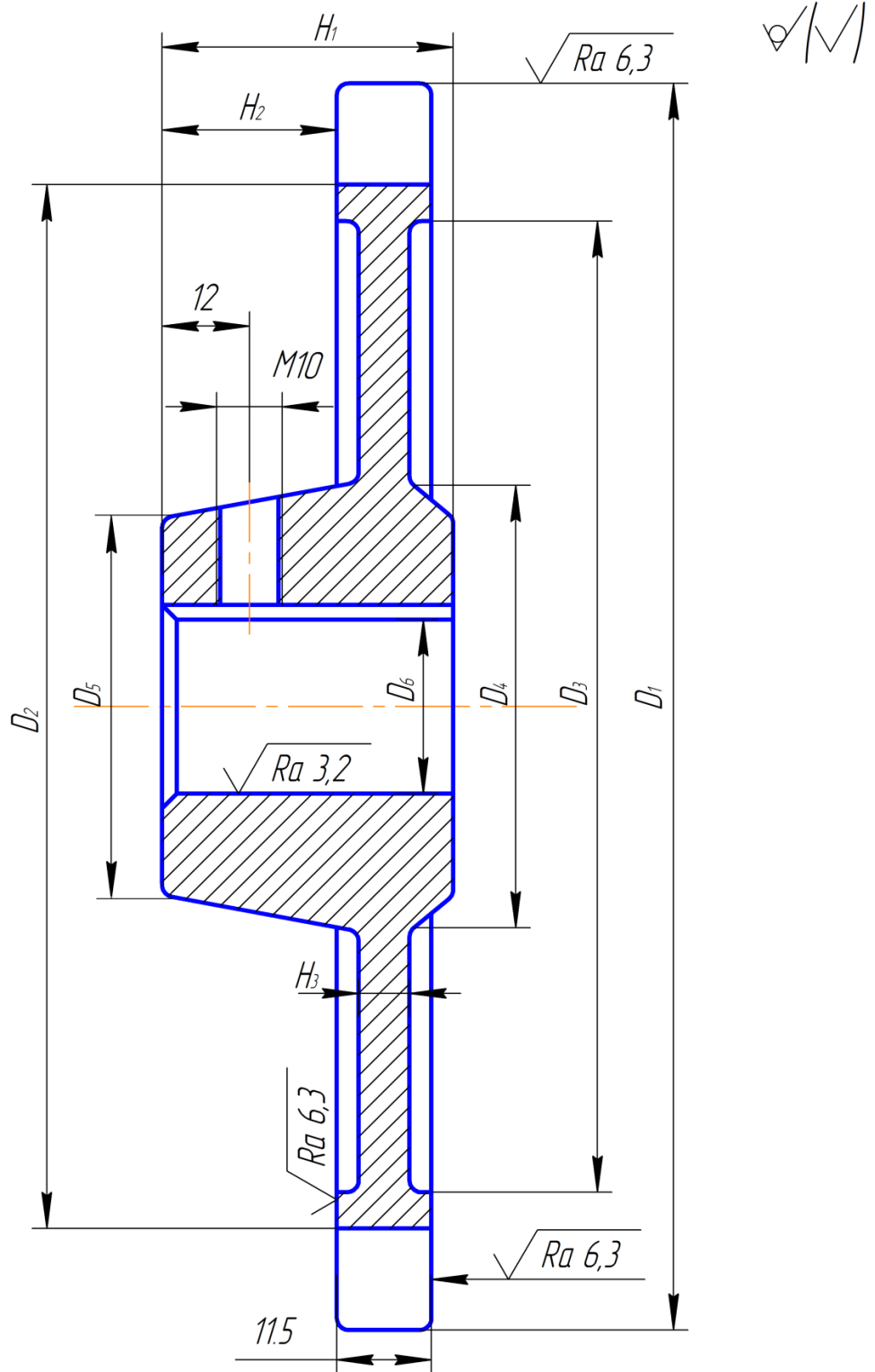
Рисунок А.5 – Зубчатое колесо

✓/✓/



№ 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	СЧ 20	1,2	95	76	49	52	30	55	25	8
Вариант 12 рис.6(б)	Серийное	Сталь 45ХЛ	2,2	120	100	70	75	50	70	30	12

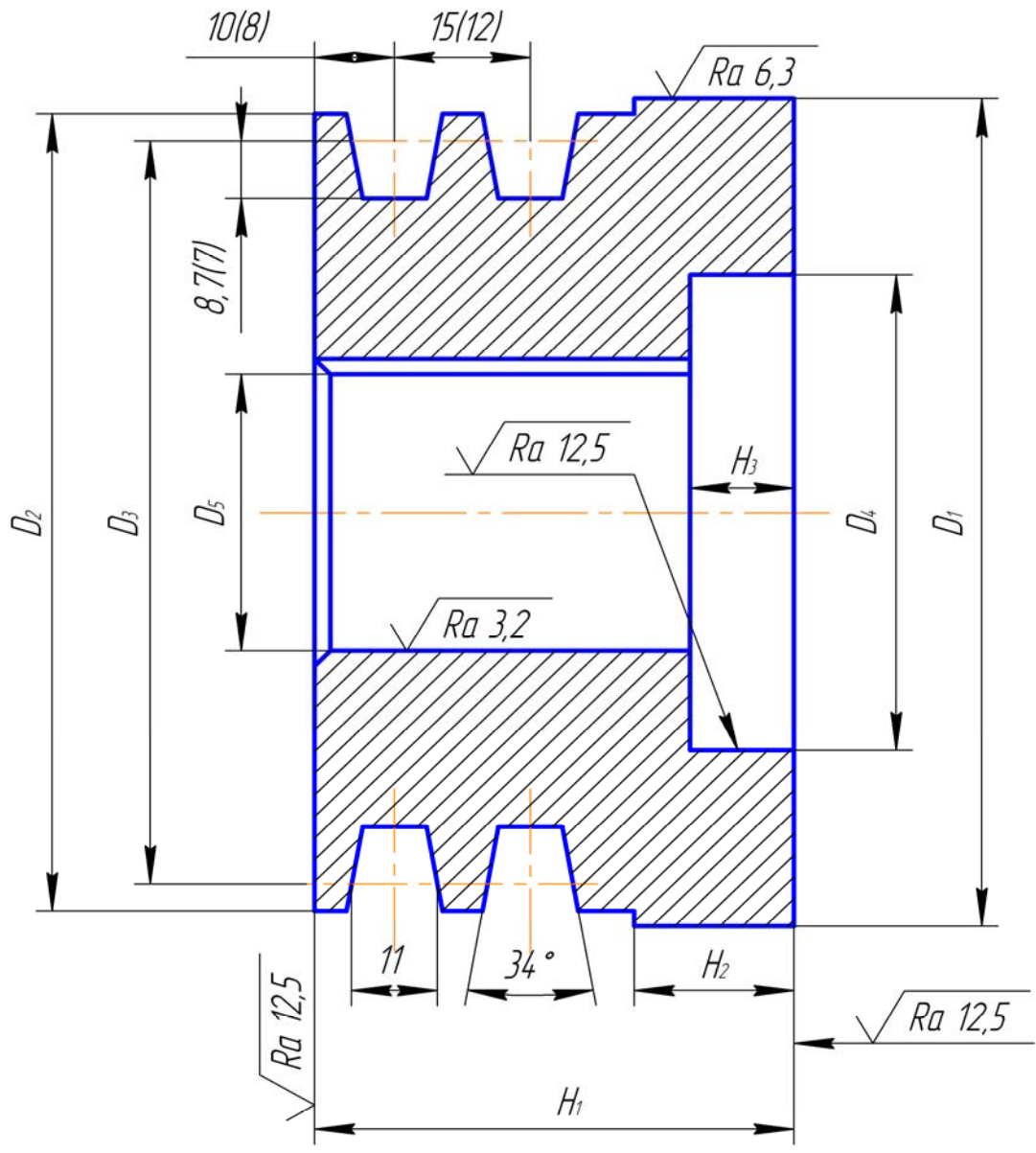
Рисунок А.6 – Муфта



№ Варианта	Произв.	Материал	Вес, кг	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	H_1	H_2	H_3
Вариант 13 рис. 7(а)	Массовое	СЧ 20	1,9	155	134	120	50	25	12	40	23	8
Вариант 14 рис. 7(б)	Серийное	Сталь 45Х17	2,3	167	146	130	60	50	14	45	28	10

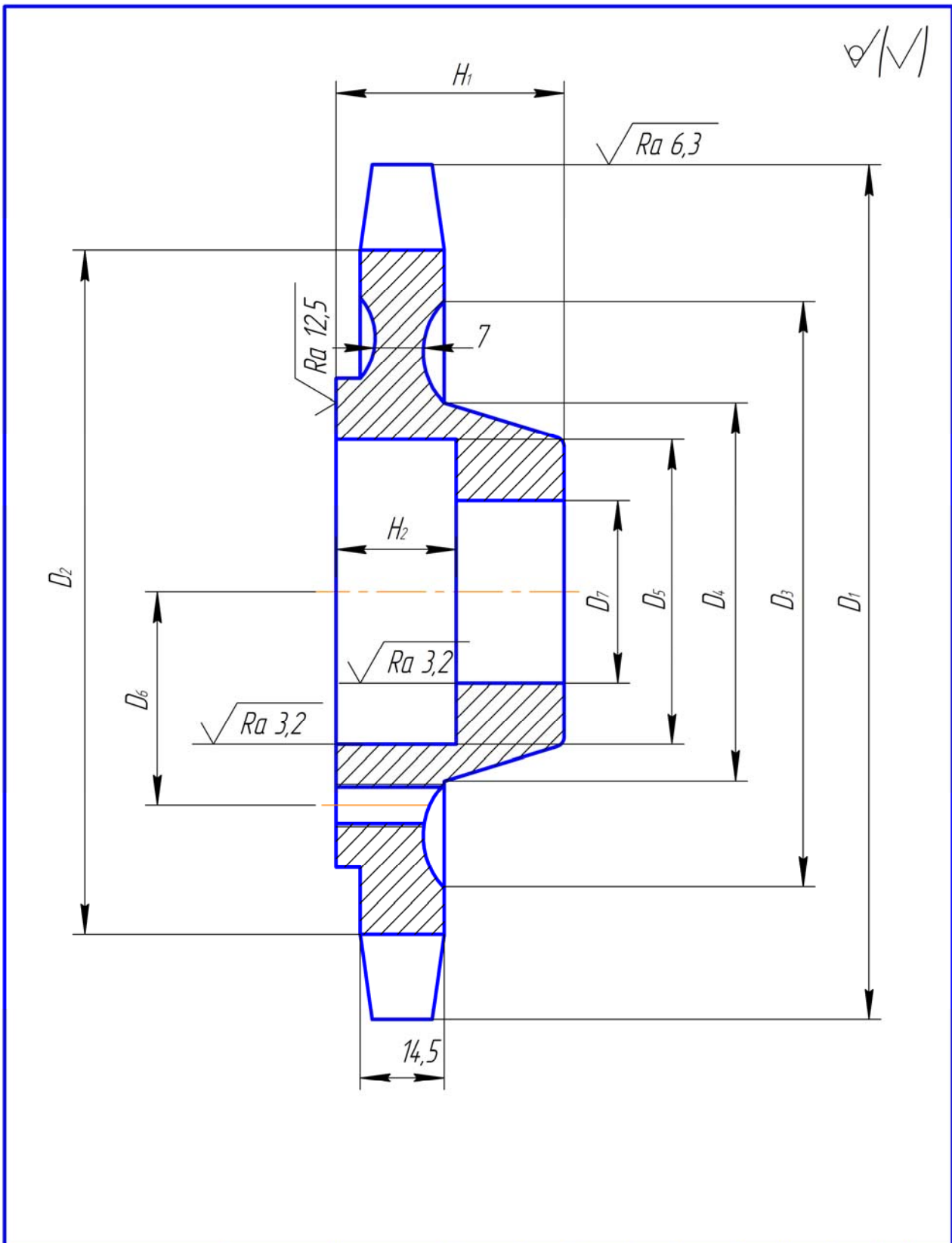
Рисунок А.7 – Звездочка

✓✓



№ Варианта	Произв.	Материал	Вес, кг	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	H_1	H_2	H_3
Вариант 15 рис. 8(а)	Массовое	Сталь 40Л	3,2	127	119	112	65	40	78	25	20
Вариант 16 рис. 8(б)	Серийное	Сч30	2,5	90	85	80	40	22	53	15	12

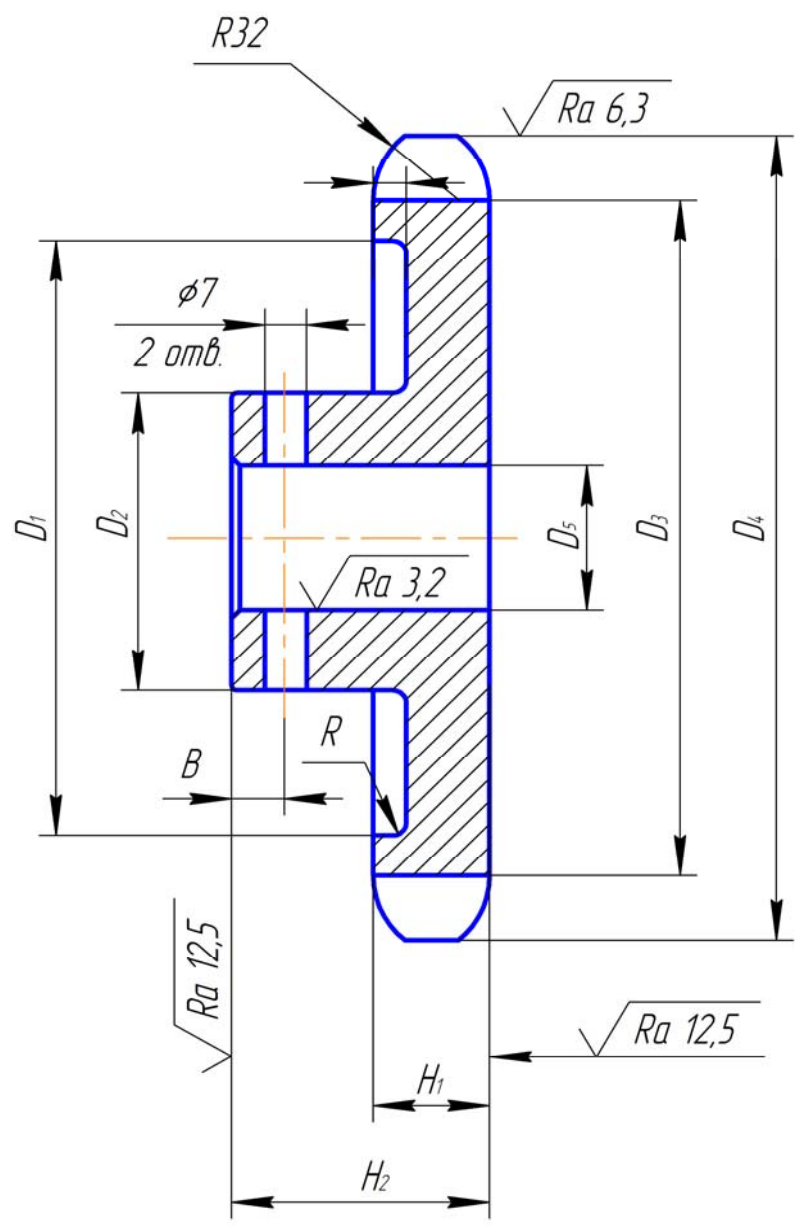
Рисунок А.8 – Шкив



№ 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. 10(а)	Массовое	СТ 20Л	1,35	140	114	90	64	50	72	30	38	20
Вариант 18 рис. 10(б)	Серийное	СЧ 40	1,55	152	118	98	72	56	80	34	40	25

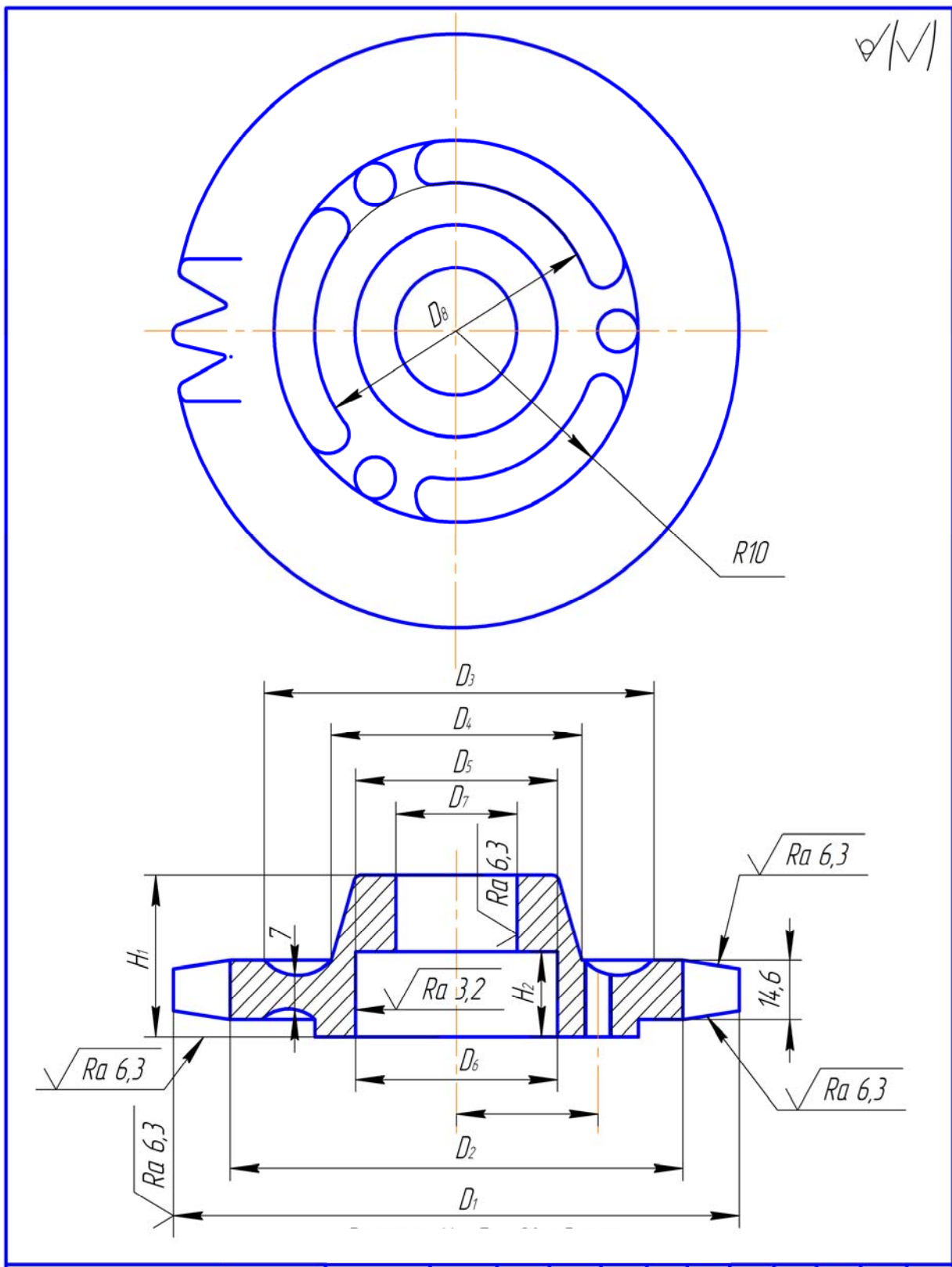
Рисунок А.9 – Звездочка

✓✓



№ Варианта	Произв.	Материал	Вес, кг	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	B	H_1	H_2
Вариант 19 рис. 11(а)	Массовое	Сталь 25	0,85	70	43	82	106	25	10	17	40
Вариант 20 рис. 11(б)	Серийное	ВЧ -40	1,7	90	56	112	134	30	12	20	42

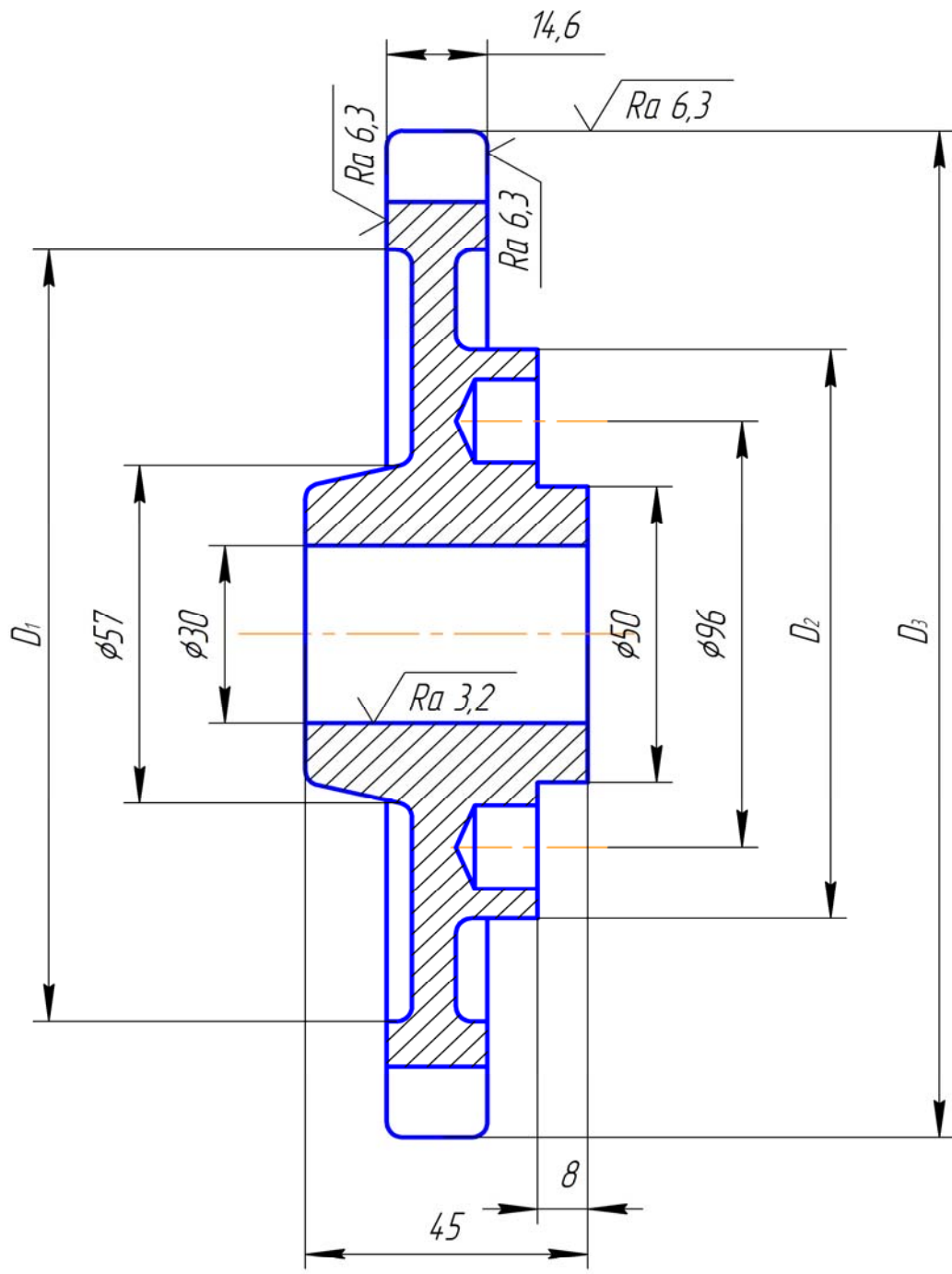
Рисунок А.10 – Звездочка



№ 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.12(а)	Массовое	СЧ 20	1,35	140	114	90	64	50	72	30	70	38	20
Вариант 22 рис.12(б)	Серийное	Сталь 45X	1,55	152	118	98	72	56	80	34	76	40	25

Рисунок А.11 – Звездочка

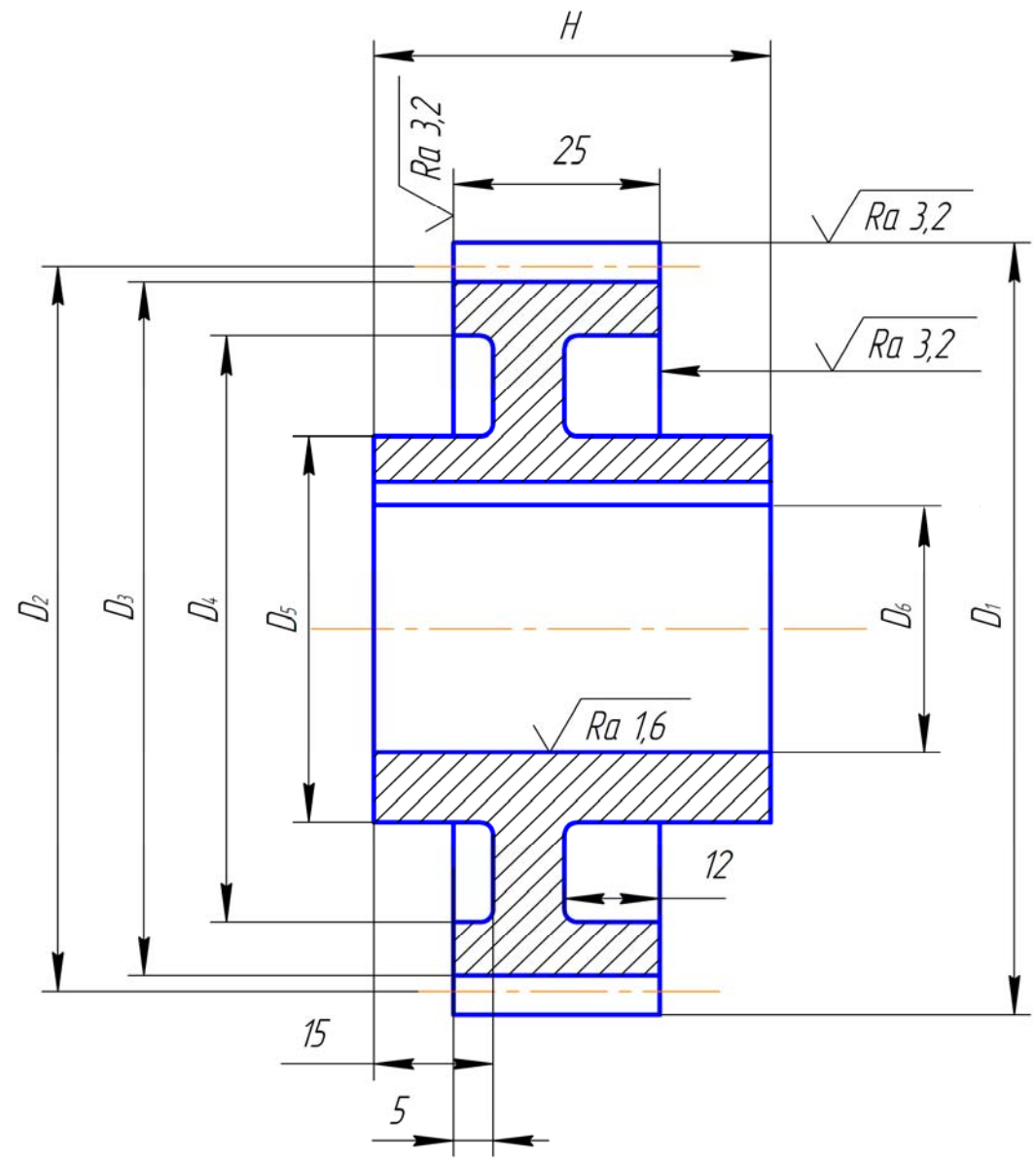
✓/✓/✓



№ варианта	Произв.	Материал	Вес, кг	D_1	D_2	D_3
Вариант 23 рис. 13(а)	Серийное	Ст 25Л	2,8	133	146	174
Вариант 24 рис. 13(б)	Массовое	СЧ 20	5,1	195	212	244

Рисунок А.12 – Звездочка

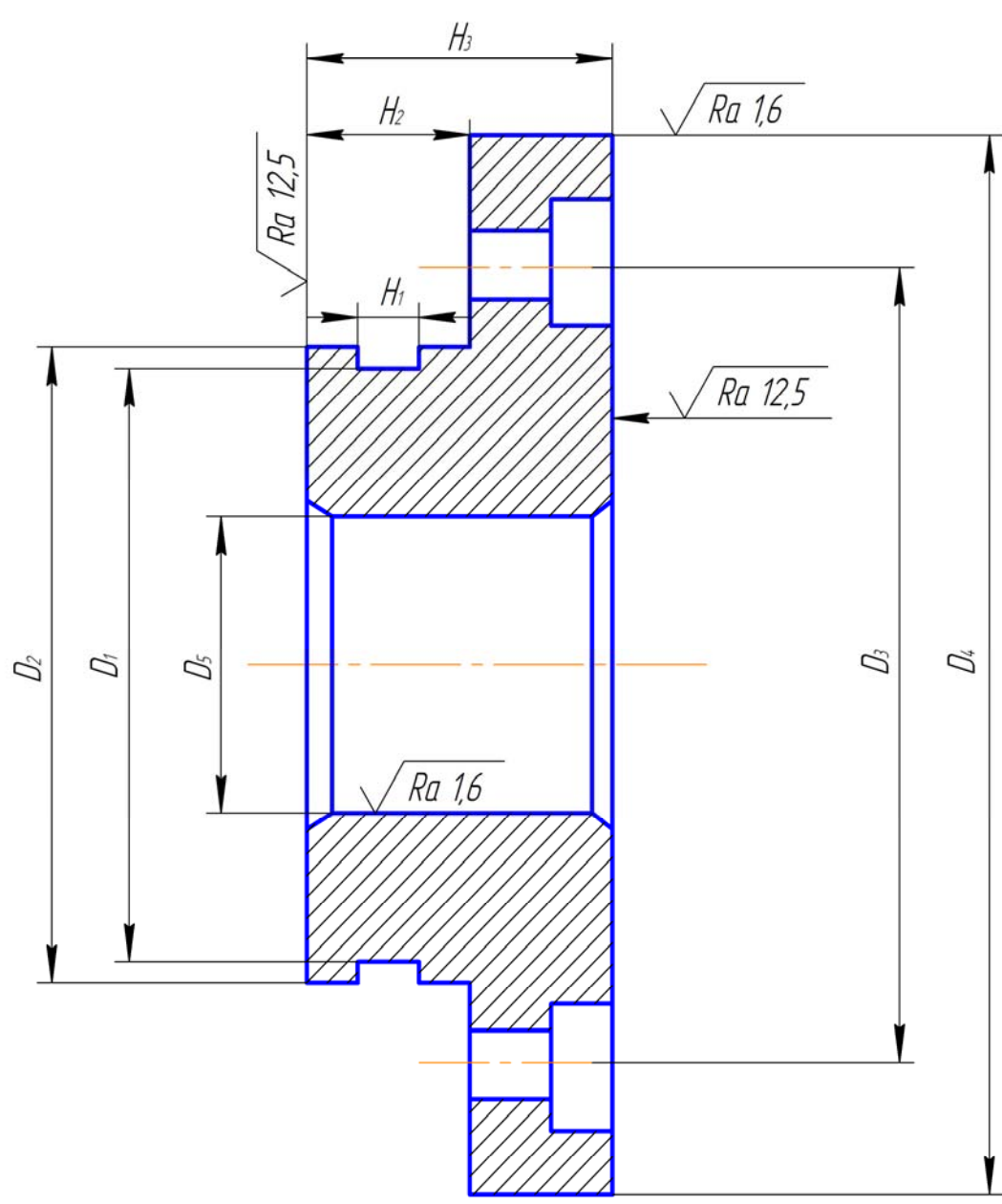
✓/✓



№ Варианта	Произв.	Материал	Вес, кг	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	H
Вариант 25 рис. 14(а)	Массовое	Сталь 20Л	1,3	100	90	80	65	40	25	50
Вариант 26 рис. 14(б)	Серийное	СЧ 25	1,8	120	110	100	85	60	30	50

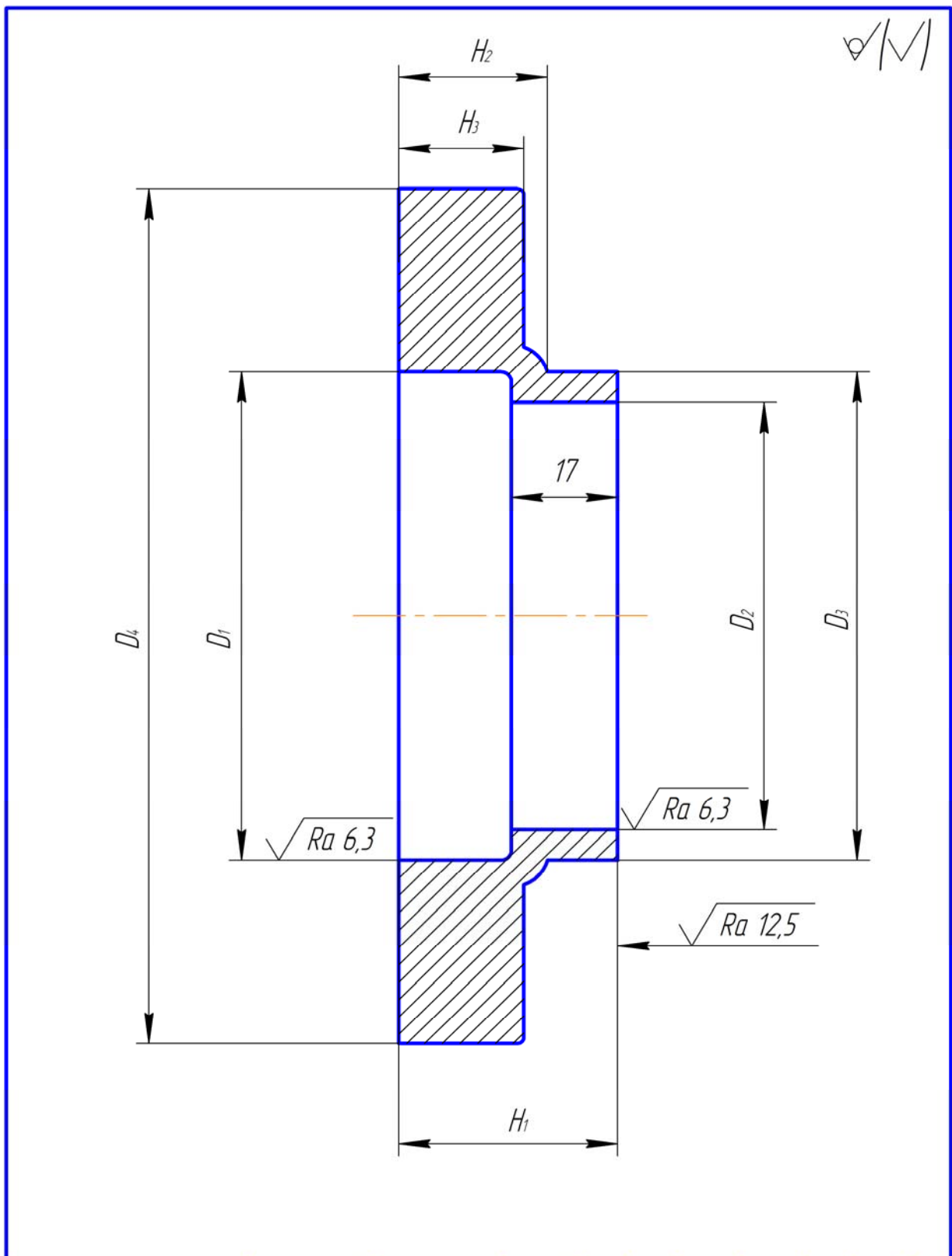
Рисунок А.13 – Шестерня

✓/✓/



№ Варианта	Произв.	Материал	Вес, кг	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	H_1	H_2	H_3
Вариант 27 рис. 15(а)	Массовое	СЧ 20 ГОСТ 1412-79	0,7	46	50	68	90	25	4	12	22
Вариант 28 рис. 15(б)	Серийное	Сталь 40 ГОСТ 1050-88	0,85	56	60	75	100	28	7	16	30

Рисунок А.14 – Колесо



№ Варианта	Произв.	Материал	Вес, кг	D_1	D_2	D_3	D_4	H_1	H_2	H_3
Вариант 29 рис.20(а)	Массовое	Ст 25	1,7	80	70	88	130	35	25	20
Вариант 30 рис.20(б)	Серийное	Ст 12ХНЗ	1,74	120	105	132	190	55	20	15

Рисунок А.15 – Корпус

Савиных Леонид Михайлович
Дудорова Татьяна Александровна

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ В РАЗОВОЙ ПЕСЧАНОЙ ФОРМЕ

Методические указания
к выполнению лабораторных работ по курсам
«Технология конструкционных материалов»
для студентов специальностей 23.05.01; 23.05.02
и направлений 09.03.04; 15.03.04; 15.03.05; 15.03.01;
20.03.01; 23.03.03; 23.04.03; 27.03.04; 27.03.01

Редактор Л. П. Чукомина

Подписано в печать 28.02.20	Формат 60 × 84 1/16	Бумага 65г/м ²
Печать цифровая	Усл. печ. л. 2,25	Уч.-изд. л. 2,25
Заказ 19	Тираж 20	Не для продажи

БИЦ Курганского государственного университета.
640020, г. Курган, ул. Советская, 63/4.
Курганский государственный университет.