

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

Строительно-политехнический колледж

222-2023

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению практических работ № 4-5
для студентов специальности 15.02.16
«Технология машиностроения»
очной формы обучения

Воронеж 2023

УДК 658.5:621(07)
ББК 65.301я73

Составитель: преподаватель И. И. Извеков

Разработка технологических процессов изготовления деталей машин: методические указания к выполнению практических работ № 4-5 для студентов специальности 15.02.16 «Технология машиностроения» очной формы обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост. И. И. Извеков. Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2023. 36 с.

Методические указания содержат информацию по проектированию исходной заготовки методами объемной штамповки из проката.

Предназначены для студентов специальности 15.02.16 «Технология машиностроения» очной формы обучения.

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле РТПИДМ(4-5).pdf.

Ил. 2. Табл. 1. Библиогр.: 7 назв.

УДК 658.5:621(07)
ББК 65.301я73

Рецензент – В. А. Рябцев, канд. техн. наук, доц. кафедры
прикладная математика и механика ВГТУ

*Издается по решению редакционно-издательского совета
Воронежского государственного технического университета*

Практическая работа № 4

Проектирование исходной заготовки, получаемой объемной штамповкой

Цель работы:

1. Сформировать навыки проектирования исходной заготовки, получаемой горячей объемной штамповкой.

2. Сформировать навыки выполнения чертежа поковки в соответствии с требованиями ГОСТ 3.1126 – 88.

Заготовка, получаемая одним из способов обработки металлов давлением, называется *поковкой*.

В данной практической работе проектирование поковки осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ 7505 – 89 «Поковки стальные штампованные» (см. прил.).

Порядок выполнения работы

Выбрать деформирующее оборудование (ГОСТ 7505-89, прил., табл. 19).

Выбрать способ нагрева заготовки.

1. Представить исходные данные на деталь.

1.1. В соответствии с заданным преподавателем номером варианта выписать название детали, годовую программу выпуска детали номер рабочего чертежа детали (прил.,табл. 1).

1.2. Представить рабочий чертеж детали (прил., табл. 2).

1.3. Материал детали:

1.4.Химический состав материала (прил., табл. 3).

1.5. Механические свойства материала (прил., табл. 4)

1.6. Массу детали (см. основную надпись рабочего чертежа детали).

1.7. Выполнить эскиз заготовки на поковку (см. практическую работу № 2, рис. 1)

2. Исходные данные для расчета (назначения) допусков, допускаемых отклонений и припусков на поковку.

2.1. Рассчитать массу поковки по формуле :

$M_{п.р.} = M_{д} \cdot K_{р}$,

где $M_{п.р.}$ – расчетная масса поковки, кг;

$M_{д}$ – масса детали, кг;

$K_{р}$ – расчетный коэффициент, устанавливаемый в соответствии с требованиями ГОСТ 7505- 89, прил., табл.20.

2.2. Выбрать класс точности поковки (ГОСТ 7505 – 89,).

2.3. Определить группу стали поковки (ГОСТ 7505 – 89, табл. 1).

2.4. Определить степень сложности поковки (ГОСТ 7505-89).

2.5. Выявить конфигурацию поверхности разъема штампа (ГОСТ 7505 – 89).

2.6. Определить исходный индекс (ГОСТ 7505 – 89).

3. Назначить припуски и кузнечные напуски.

3.1. Определить основные припуски на механическую обработку (на сторону) (ГОСТ 7505 – 89).

3.2. Определить дополнительные припуски (ГОСТ 7505 – 89).

3.3. Назначить штамповочные уклоны (ГОСТ 7505 – 89).

4. Рассчитать размеры поковки и назначить допускаемые отклонения.

4.1. Рассчитать размеры поковки.

4.2. Установить минимальную величину радиусов закруглений наружных углов поковки (ГОСТ 7505 – 89).

4.3. Определить допускаемые отклонения размеров поковки (ГОСТ 7505 – 89).

Примечание: допускаемые отклонения внутренних размеров поковки должны устанавливаться с обратными знаками.

4.4. Назначить неуказанные предельные отклонения размеров (ГОСТ 7505 – 89, п.5.5).

4.5. Установить допуски радиусов закругления внутренних и наружных углов поковки (ГОСТ 7505 – 89, табл. 17).

4.6. Определить допускаемую величину заусенца при штамповке в закрытом штампе (безоблойном) (ГОСТ 7505 – 89, табл. 11).

4.7. Установить допускаемые отклонения по изогнутости , от плоскостности и от прямолинейности для *плоских* поверхностей (ГОСТ 7505 – 89, табл. 13).

4.8. Определить допускаемую величину смещения по поверхности разъема штампа (ГОСТ 7505 – 89, табл. 9).

Примечание:

- впадины и углубления в поковке, когда их оси параллельны направлению движения одной из подвижных частей штампа, а диаметр или наименьший поперечный размер менее 30 мм, выполняют глубиной до 0,8 их диаметра или наименьшего поперечного размера - при изготовлении на молотах, прессах и до трех диаметров – при изготовлении на горизонтально – ковочных машинах (ГОСТ 7505 – 89, п. 6.4).
- в поковке выполняют сквозные отверстия при двухстороннем углублении, если при ее изготовлении их оси параллельны направлению движения одной из подвижных частей штампа диаметр сквозного отверстия не менее 30 мм, а толщина поковки в месте пробивки не более диаметра пробиваемого отверстия (ГОСТ 7505 – 89, п. 6.5).
- выполнить чертеж исходной заготовки поковки в соответствии с требованиями ГОСТ 3.1126 ЕСТД «Правила выполнения графических документов на поковки». (см. прил.).
- рассчитать величину Ким – коэффициента использования материала.
- сформулировать выводы по результатам выполненной работы.

Содержание отчета

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Представить выполненный расчет в письменном виде.
4. Представить рабочий чертеж детали.

5. Представить чертеж поковки.

6. Сформулировать выводы по результатам выполненной работы.

Пример выполнения работы

Штамповочное оборудование – горизонтально – ковочная машина (ГОСТ 7505 – 89, приложение 1 , табл. 19).

Нагрев заготовки – индукционный.

1. Исходные данные на деталь:

1.1. Вариант 26, деталь – цилиндр, годовая программа выпуска детали –

10 000 штук (прил., табл. 1).

1.2. Рабочий чертёж детали (прил.)

1.3. Материал детали – сталь 45 ГОСТ 1050 – 88.

1.3.1. Химический состав материала (в процентах)(прил.):

C – 0,42...0,45; Si – 0,17...0,37; Mn – 0,5...0,8; Ni – до 0,25;

S – до 0,04; P – до 0,035; Cr- до 0,25; Cu – до 0,25; As – до 0,08;

Fe – 97.

1.3.2. Механические свойства материала (прил.):

$\sigma_{\text{в}} = 470 \text{ МПа}$; $\sigma_{\text{т}} = 245 \text{ МПа}$; $\delta_s = 17\%$; $\psi = 34\%$; $K_{\text{cu}} = 34 \text{ кДж/м}^2$; плотность стали $\rho = 7800 \text{ кг/м}^3$.

1.4. Масса детали – 3,3 кг.

1.5. Выполняем эскиз заготовки на поковку (см. практическую работу № 2, рис. 1).

2. Исходные данные для расчета (назначения) допусков и допускаемых отклонений и припусков на поковку:

2.1. Рассчитываем массу поковки

$M_{\text{п.р.}} = M_{\text{д}} \cdot K_{\text{р}}$,

где $M_{\text{д}} = 3,3 \text{ кг}$; $K_{\text{р}} = 1,6$; (ГОСТ 7505 – 89, табл. 20)

$M_{\text{п.р.}} = 3,3 \cdot 1,6 = 5,28 \text{ кг}$;

$M_{\text{п.р.}} = G_{\text{п}} = 5,28 \text{ кг}$

2.2. Выбираем класс точности поковки – Т4 (ГОСТ 7505 – 89, табл. 19).

2.3. Определяем группу стали поковки – М2 (ГОСТ 7505 – 89, табл. 1).

2.4. Определяем степень сложности поковки (см. ГОСТ 7505 – 89):

Размеры описывающей поковку фигуры (цилиндр), мм:

d – диаметр – $142(135 \cdot 1,05)$,

l – длина (толщина детали) – $84(80 \cdot 1,05)$.

Масса описывающей фигуры (расчетная):

$$G_{\text{ф}} = \rho \cdot V_{\text{цил}} = \rho \cdot \pi d^2 l / 4$$

$$G_{\text{ф}} = 7800 \cdot 10^{-9} \cdot 3,14 \cdot (142)^2 / 4 \cdot 84 = 10,37 \text{ кг.}$$

$$\text{Где } \rho = 7800 \text{ кг/м}^3 = 7800 \cdot 10^{-9} \text{ кг/мм}^3;$$

$$G_{\text{п}}: G_{\text{ф}} = 5,28 : 10,37 = 0,51,$$

что соответствует степени сложности поковки – С2.

2.5. Конфигурация поверхности разъема штампа П (плоская)(ГОСТ 7505 -89, табл. 1).

2.6. Определяем исходный индекс – 10 (ГОСТ 7505 – 89, табл. 2).

3. Определяем основные припуски и кузнечные напуски.

3.1. Основные припуски на размеры для механической обработки (на сторону), мм (ГОСТ 7505- 89, табл. 3):

1,3 – диаметр наружный 135 и чистота поверхности 12,5;

1,5 – диаметр наружный 100 и чистота поверхности 3,2;

1,2 – диаметр наружный 40 и чистота поверхности 12,5;

1,5 – диаметр отверстия 80 и чистота поверхности 6,3;

1,1 – диаметр отверстия 30 и чистота поверхности 12,5;

1,7 – толщина наружной поверхности 80 и чистота поверхности 3,2;

1,7 – толщина наружной поверхности 65 и чистота поверхности 3,2;

1,5 – толщина наружной поверхности 25 и чистота поверхности 3,2;

1,5 – глубина отверстия 40 и чистота поверхности 3,2;

1,4 – глубина отверстия 15 и чистота поверхности 3,2.

3.2. Определяем дополнительные припуски, учитывающие:

-смещение по поверхности разъема штампа – 0,3 мм
(ГОСТ 7505 – 89, табл. 4);

-отклонение от плоскостности – 0,5 мм
(ГОСТ 7505 – 89, табл. 5).

3.3. Назначаем штамповочные уклоны:

на наружной поверхности – принимаем 5^0 ;

на внутренней поверхности – принимаем 7^0

(Приложение 2, ГОСТ 7505 – 89, табл. 18).

4. Рассчитываем размеры поковки и назначаем допускаемые отклонения;

4.1. Рассчитываем размеры поковки, мм:

диаметр наружный $135 + (1,3 + 0,3 + 0,5) \cdot 2 = 139,2$ принимаем 139;

диаметр наружный $100 + (1,5 + 0,3 + 0,5) \cdot 2 = 104,6$ принимаем 104,5;

диаметр наружный $40 + (1,2 + 0,3 + 0,5) \cdot 2 = 44,0$ принимаем 44,0;

диаметр отверстия 80 – $(1,5 + 0,3 + 0,5) \cdot 2 = 75,4$ принимаем 75,5;

диаметр отверстия 30 – $(1,1 + 0,3 + 0,5) \cdot 2 = 26,2$ принимаем 26,0;

толщина наружной поверхности $80 + (1,7 + 0,3 + 0,5) \cdot 2 = 85,0$
принимаем 85,0;

толщина наружной поверхности 65 + $(1,7 + 0,3 + 0,5) \cdot 2 = 70,0$
принимаем 70,0;

толщина наружной поверхности 25 + $(1,5 + 0,3 + 0,5) \cdot 2 = 27,3$
принимаем 27,5;

глубина отверстия 40 – $(1,5 + 0,3 + 0,5) \cdot 2 = 35,4$ принимаем 35,5;

глубина отверстия $15 - (1,4+0,3+0,5) \cdot 2 = 10,6$ принимаем 10,5.

4.2. Устанавливаем радиус закругления наружных углов поковки – 2,5 мм
(ГОСТ 7505 – 89, табл. 7).

4.3. Назначаем допускаемые отклонения размеров поковки
(ГОСТ 7505 – 89, табл. 8):

диаметр наружный $139^{+1.3}_{-0.7}$

диаметр наружный $104.5^{+1.3}_{-1.7}$

диаметр наружный $44^{+1.1}_{-0.5}$

диаметр отверстия $75.5^{+0.5}_{-1.1}$

диаметр отверстия $26^{+0.5}_{-0.9}$

толщина наружной поверхности $85^{+1.3}_{-0.7}$

толщина наружной поверхности $70^{+1.3}_{-0.7}$

толщина наружной поверхности $27.5^{+1.9}_{-0.5}$

глубина отверстия $35.5^{+0.5}_{-0.9}$

глубина отверстия $10.5^{+0.5}_{-0.9}$

4.5. Устанавливаем допуск радиусов закругления внутренних и наружных углов поковки – $\begin{smallmatrix} + \\ - \end{smallmatrix} 1$ мм;
(ГОСТ 7505 – 89, табл. 17).

4.6. Определяем допускаемую величину заусенца – 4 мм
(ГОСТ 7505 – 89, табл. 11).

4.7. Устанавливаем допускаемое отклонение по изогнутости
 $\begin{smallmatrix} + \\ - \end{smallmatrix} 0.8$ мм (ГОСТ 7705-88, табл.13).

4.8. Определяем допускаемую величину смещения по поверхности разъема штампа $\begin{smallmatrix} + \\ - \end{smallmatrix} 0.7$ мм; (ГОСТ 7505 – 89, табл. 9).

5. Выполняем чертеж исходной заготовки поковки см.рис. 1.

6. Рассчитываем величину Ким:

$$K_{\text{им}} = \frac{M_{\text{д}}}{M_{\text{п. р.}}} = \frac{3.3}{5.28} = 0.625$$

7. Формулируем вывод по результатам выполненной работы: ввиду того, что $K_{\text{им}} = 0,625$, получение заготовки методом горячей объемной штамповки является экономически приемлемым.

Контрольные вопросы

1. Какие способы, связанные с обработкой металлов давлением для изготовления заготовки, Вы знаете?
2. Для решения, каких задач в инженерной практике применяют ГОСТ 7505 – 89?
3. Объясните структуру ГОСТ 7505 – 89.
4. Как рассчитать массу поковки?
5. Как определить степень сложности поковки?
6. Как определить исходный индекс поковки?
7. Как назначить припуски и кузнечные напуски на размеры поковки?
8. Как рассчитать размеры поковки?
9. Как назначить допускаемые отклонения размеров поковки?
10. Какими требованиями должен удовлетворять чертеж поковки в соответствии с применением ГОСТ 3.1126 – 88?
11. Как рассчитать $K_{\text{им}}$ для поковки?

Практическая работа № 5

Проектирование исходной заготовки, получаемой из проката

Цель работы:

1. Сформировать навыки проектирования заготовки, получаемой из проката.
2. Сформировать навыки выполнения чертежа заготовки, получаемой из проката.

Порядок выполнения работы

1. Представить исходные данные на деталь.
 - 1.1. В соответствии с заданными преподавателем номером варианта, выписать номер рабочего чертежа детали, название детали, годовую программу выпуска детали (прил., табл.1).
 - 1.2. Представить рабочий чертеж детали (прил.,табл.2)
 - 1.3. Материал детали:
 - 1.3.1.Химический состав материала (прил.,табл. 3)
 - 1.3.2.Механические свойства материала (прил.,табл. 4).
 - 1.4. Масса детали (см.основную подпись рабочего чертежа детали)
 - 1.5. На основе анализа рабочего чертежа детали выполнить эскиз исходной заготовки, которая будет получена из проката.
2. Установить укрупненную маршрутную технологию обработки наружной поверхности детали, имеющей наибольшей линейный размер.
3. Определить промежуточные размеры рассматриваемой обрабатываемой поверхности согласно намеченному технологическому маршруту по формулам:
 - 3.1. Вычислить размеры заготовки начиная с завершающей операции технологического маршрута:
 - для наружной и внутренней поверхностей, представляющих собой тела вращения:

$$D_p = D_{\text{ном}} + 2Z.$$

- при односторонней обработке плоских поверхностей:
 $H_p = H_{\text{ном}} + Z.$

3.2. Вычислить размеры заготовки при выполнении промежуточных технологических операций:

- для тел вращения $D_{pi} = D_{pi-1} + 2 \cdot Z_{i-1}$

- для плоских поверхностей при односторонней обработке

$$H_{pi} = H_{pi-1} + Z_{i-1},$$

где $D_{\text{ном}}$ – номинальный диаметр обрабатываемой поверхности детали, мм, (см. рабочий чертеж детали)

$H_{\text{ном}}$ – номинальный размер обрабатываемой плоской поверхности детали, мм, (см. рабочий чертеж детали)

D_{pi-1} , H_{pi-1} , D_{pi} , H_{pi} – расчетные промежуточные размеры,

Z – припуск на завершающую технологическую операцию, мм (Приложение 1, табл. 9).

Z_{i-1} , Z_i – припуски на промежуточные операции, мм (Приложение 1, табл. 9).

Примечание: при вычислении размеров внутренних поверхностей заготовки величины Z , Z_{i-1} , Z_i берутся из табл. 9 с обратным знаком.

4. По результатам расчета выбрать для проектируемой заготовки сортament проката:

- для заготовки, у которой рассматриваемое поперечное сечение – круг – выбрать прокат по ГОСТ 2590-2006 «Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый» (см. прил.).

- для заготовки, у которой рассматриваемое поперечное сечение – прямоугольник – выбрать прокат по ГОСТ 103 – 2006 – «Прокат сортовой стальной горячекатаный полосовой» (см. прил.).

5. Выбрать припуск $Z_{\text{подр}}$ на чистовое подрезание торцовых поверхностей заготовки. (Приложение 1, табл. 10).

6. Рассчитать номинальную длину заготовки $l_{\text{заг.ном}}$

$$l_{\text{заг.ном}} = l_{\text{д}} + 2 \cdot Z_{\text{подр}},$$

где $l_{\text{д}}$ – номинальная длина детали (см. рабочий чертеж детали).

7. Определить максимальную расчетную длину заготовки с учетом предельного плюсового отклонения номинального размера заготовки – $l_{\text{заг.мах.}}$ (прил., табл.13).

8. Выполнить чертеж исходной заготовки.

9. Рассчитать массу заготовки:

$$m_{\text{заг}} = \rho \cdot V_{\text{заг}},$$

где ρ = плотность материала заготовки, плотность стали
 $\rho = 7800 \text{ кг/м}^3$

$V_{\text{заг}}$ – объем заготовки рассчитывается с учетом предельных плюсовых отклонений размеров как объем цилиндра, (если поперечное сечение заготовки – круг) или как объем прямого прямоугольного параллелепипеда (если поперечное сечение заготовки – прямоугольник):

$$V_{\text{заг}} = \frac{\pi d_{\text{заг.мах.}}^2}{4} \cdot l_{\text{заг.мах.}}; V_{\text{заг}} = l_{\text{заг.мах.}} \cdot b_{\text{заг.мах.}} \cdot H_{\text{заг.мах.}}$$

10. Рассчитать величину Ким- коэффициента использования материала.

11. Рассчитать величину потерь материала по длине проката при изготовлении заготовок.

Потери материала по длине проката при изготовлении заготовки состоят из потерь на некрatность – $l_{\text{н.к.}}$, торцовую обрезку – $l_{\text{о.т.}}$,

ширину реза – l_p , на длину удаляемого опорного (зажимного) конца заготовки – $l_{зж}$.

Величина неkratности (остаток длины) проката определяется по формуле:

$$l_{н.к.} = L_{пр.} - l_{о.т.} - l_{зж} - (l_{заг.ном.} + l_p) \cdot x, \quad (1)$$

где $L_{пр.}$ - номинальная длина проката,

Примечание:

величина l_p определяется как:

Ширина прореза дисковой сегментной пилой диаметром 660 мм составляет 6 мм;

Ширина режущей части резца при разрезе проката на станках токарного типа составляет:

Диаметр заготовки, мм	40...60	60...80	80...100	100...150
Ширина режущей части резца, мм	3...5	4...5	5...6	6...7

x – число заготовок, изготавливаемых из данной номинальной длины проката.

$$x = \frac{L_{пр} - l_{о.т.} - l_{зж}}{l_{заг.ном.} + l_p}$$

Длина торцевой обрезки при резки ножницами:

$$l_{о.т.} = (0,3 \dots 0,5) \cdot a_{заг.},$$

$a_{\text{заг}}$ – диаметр круга (сторона квадрата) заготовки.

12. Определить общие потери материала Пп.о. при изготовлении заготовки из проката (в процентах):

$$\text{Пп.о.} = \text{Пн.к.} + \text{По.т.} + \text{Пзаж.} + \text{Потр},$$

где Пн.к. – потери материала на некратность, %:

$$\text{Пн. к.} = \frac{l_{\text{н.к.}}}{L_{\text{п.р.}}} 100\%;$$

По.т. – потери на торцовую обрезку проката, % :

$$\text{По. т.} = \frac{l_{\text{о.т.}}}{L_{\text{п.р.}}} 100\%;$$

Пзаж – потери на длину, удаляемого зажимного конца заготовки, %:

$$\text{Пзаж} = \frac{l_{\text{заж}}}{L_{\text{пр}}} 100\%;$$

Потр – потери на ширину отрезки заготовки, %:

$$\text{Потр} = \frac{l_{\text{р}}}{L_{\text{пр}}} 100\%;$$

13. Выбрать оптимальную длину проката.

14. Рассчитать величину Ким – коэффициента использования материала с учетом потерь материала проката:

$$\text{Ким} = \frac{m_{\text{д}}}{m_{\text{заг. п.}}},$$

где $m_{\text{д}}$ – масса детали (см.рабочий чертеж детали),кг;

$m_{\text{заг.п.}}$ – масса заготовки с учетом потерь материала при изготовлении заготовки, кг;

$$m_{\text{заг. п.}} = \frac{m_{\text{заг}}(100 + \text{Пп. о.})}{100}$$

15. Сформулировать выводы по результатам выполненного расчета.

Содержание отчета

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Представить выполненный расчет в письменном виде.
4. Представить рабочий чертеж детали.
5. Представить чертеж заготовки.
6. Сформулировать выводы по работе.

Пример выполнения работы

1. Исходные данные на деталь:

1.1. Вариант 26, деталь – цилиндр, годовая программа выпуска детали – 10000 штук (прил., табл. 1).

1.2. Материал детали - сталь 45 ГОСТ 1050-88.

1.2.1. Химический состав материала (в процентах) (прил., табл. 3):

C – 0,42...0,5; Si – 0,17...0,37; Mn – 0,5...0,8; Ni – до 0,25;

S – до 0,04;

P – до 0,035; Cr – до 0,25; Cu – до 0,25; As – до 0,08; Fe – 97.

1.2.2. Механические свойства материала (прил., табл. 4).

Бв= 470 МПа; Бт=245 Мпа; $\delta_s=17\%$; $\psi=34\%$;

$KCU=34 \text{ кДж/м}^2$; плотность стали $\rho=7800 \text{ кг/м}^3$.

1.2.3. Масса детали – 3,3 кг.

2. Устанавливаем укрупненный технологический маршрут обработки наружной поверхности детали имеющий наибольший линейный размер:

$\varnothing 135d11$, шероховатость поверхности Ra 12.5:

операция 005 Токарная (черновая)

операция 010 токарная (чистовая)

операция 015 Термическая обработка: 241...286 НВ.

операция 020 Шлифовальная.

Припуски на каждую промежуточную операцию определяем по данным Приложения 1, табл.9.

Расчетная длина заготовки - 80 мм.

3. Определяем размеры рассматриваемой поверхности, после каждой промежуточной операции изготовления детали согласно технологического маршрута на токарную операцию 010:

$$D_{p010} = D_{ном} + 2Z_{ш} = 135 + 0,5 = 135,5 \text{ мм};$$

на токарную операцию 005

$$D_{p005} = D_{p010} + 2Z_{010} = 135,5 + 2,0 = 137,5 \text{ мм}$$

Расчетный размер диаметра заготовки:

$$D_{p.з.} = D_{p005} + 2Z_{005} = 137,5 + 6,0 = 143,5 \text{ мм.}$$

4. По расчетным данным заготовки выбираем необходимый размер горячекатаного проката обычной точности по ГОСТ 2590 – 2006 (см. прил.);

$$\text{круг } \frac{145-B1-\text{ГОСТ 2590-2006}}{45-\text{ГОСТ 1050-88}}.$$

С учетом предельных отклонений согласно ГОСТ 2590-2006 (см. прил.) получаем $\varnothing 145^{+0,8}_{-2,0}$

5. Выбираем припуск на чистовое подрезание торцовых поверхностей заготовки (прил., табл. 10):

припуск на одну сторону – $Z_{\text{подр}} = 1$ мм,

припуск на две стороны: $2Z_{\text{подр}} = 2$ мм.

6. Рассчитываем номинальную длину заготовки:

$$l_{\text{заг. ном.}} = 80 + 2 = 82 \text{ мм}$$

7. Определяем максимальную расчетную длину заготовки с учетом предельного плюсового отклонения размера $82 \pm 0,435$ (прил., табл.13):

$$l_{\text{заг. max}} = 82,435 \text{ мм}$$

8. Выполняем чертеж исходной заготовки см. рис.1.

9. Рассчитываем массу исходной заготовки:

$$m_{\text{заг.}} = \rho \cdot V_{\text{заг.}}$$

где $V_{\text{заг}}$ – объем исходной заготовки –цилиндр, с учетом предельных плюсовых отклонений размеров диаметра и длины заготовки:

$$V_{\text{заг}} = \frac{\pi \cdot d^2_{\text{заг. max}}}{4} l_{\text{заг. max}} = \frac{3,14 \cdot (145,8)^2}{4} 81,345 \\ = 135,89 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$$

$$m_{\text{заг.}} = 7800 \cdot 135,89 \cdot 10^{-5} \cong 10,6 \text{ кг}$$

10. Рассчитываем величину Ким:

$$K_{\text{им}} = \frac{m_{\text{д}}}{m_{\text{заг}}} = \frac{3,3}{10,6} \cong 0,31$$

11. Рассчитаем величину потерь длины проката:

Отрезку осуществляем дисковой сегментной пилой диаметром 660 мм, тогда $l_p = 6\text{мм}$.

Длина торцового обреза проката:

$$l_{\text{о.т.}} = (0,3 \dots 0,5) d_{\text{заг. ном.}} = (0,3 \dots 0,5) 145 = 43,5 \dots 72,5\text{мм}$$

примем $l_{\text{о.т.}} = 50\text{ мм}$.

Примем длину зажимного конца заготовки $l_{\text{заж.}} = 60\text{мм}$.

Рассматриваем две варианта в зависимости от номинальной длины проката:

а) длина проката $L_{\text{пр}} = 4\text{м}$;

б) длина проката $L_{\text{пр}} = 7\text{м}$.

Расчет величины некратности для проката длиной $L_{\text{пр}} = 4\text{м}$:

Определяем число заготовок, которые можно получить данной длины проката по формуле (2):

$$X_4 = \frac{4000 - 50 - 60}{82 + 6} = 44,2 \text{ штук}$$

примем $X_4 = 44$ штук

Некратность составляет формула (1):

$$l_{\text{н.к.4}} = 4000 - 50 - 60 - (82 + 6)44 = 18\text{мм.}$$

Расчет величины некратности для проката $L_{\text{пр}} = 7\text{м}$

$$X_7 = \frac{7000 - 50 - 60}{82 + 6} = 78,3 \text{ штук}$$

примем $X_7 = 78$ штук.

Некратность составляет:

$$l_{\text{н.к.7}} = 7000 - 50 - 60 - (82 + 6) * 78 = 26 \text{ мм.}$$

12. Определяем общие потери материала:

а) для проката $L_{пр} = 4\text{м}$:

$$\text{Пн. к.}_4 = \frac{l_{н. к.}_4}{L_{пр}} 100\% = \frac{18}{4000} 100\% = 0,45\%$$

$$\text{По. т.}_4 = \frac{l_{о. т.}}{L_{пр}} 100\% = \frac{50}{4000} 100\% = 1,25\%$$

$$\text{Пзж.}_4 = \frac{l_{зж}}{L_{пр}} 100\% = \frac{60}{4000} 100\% = 1,5\%$$

$$\text{Потр.}_4 = \frac{l_p}{L_{пр}} 100\% = \frac{6}{4000} 100\% = 0,15\%$$

$$\text{Пп.о.}_4 = 0,45 + 1,25 + 1,5 + 0,15 = 3,35\%$$

б) для проката $L_{пр} = 7\text{м}$:

$$\text{Пн. к.}_7 = \frac{26}{7000} * 100\% = 0,37\%$$

$$\text{По. т.}_7 = \frac{50}{7000} * 100\% = 0,71\%$$

$$\text{Пзж.}_7 = \frac{60}{7000} * 100\% = 0,86\%$$

$$\text{Потр.}_7 = \frac{6}{7000} * 100\% = 0,09\%$$

$$\text{Пп.о.}_7 = 0,37 + 0,71 + 0,86 + 0,09 = 2,03\%$$

Вывод: т.к. $\text{Пп.о.}_7 < \text{Пп.о.}_4$ прокат длиной $L_{пр} = 7\text{м}$ для изготовления заготовок более экономичен, чем прокат длиной $L_{пр} = 4\text{м}$.

13. Рассчитываем Ким с учетом потерь материала проката:

$$\begin{aligned}
 \text{Ким} &= \frac{m_d}{m_{\text{заг. п.}}} \\
 m_{\text{заг. п.}} &= \frac{m_{\text{заг}}(100 + \text{Пп. о.}_7)}{100} = \frac{10,73(100 + 2,03)}{100} \cong 10,95 \text{ кг} \\
 \text{Ким} &= \frac{3,3}{10,95} = 0,30
 \end{aligned}$$

Контрольные вопросы

1. Исходя из каких соображений выбирается завершающая операция технологического маршрута обработки наружной поверхности детали, имеющий наибольший линейный размер?
2. Как определяются промежуточные размеры рассматриваемой обрабатываемой поверхности?
3. Как определить предельные отклонения выбранного сортамента проката?
4. Как рассчитать максимальную расчетную длину заготовки?
5. Как рассчитать массу заготовки?
6. Как рассчитать Ким?
7. Как рассчитать величину потерь длины проката?
8. Что понимается под термином «некратность» проката?
9. Как рассчитать величину некратности проката?
10. Как рассчитать величину общих потерь материала проката при изготовлении из него заготовок?
11. Из каких соображений выбирается оптимальная длина проката?
12. Как рассчитать Ким с учетом потерь материала проката?

Technical drawing of a rectangular plate. The vertical dimension is labeled $\phi 145 \pm 0.20$ and the horizontal dimension is labeled 82 ± 0.435 .

[illegible]

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

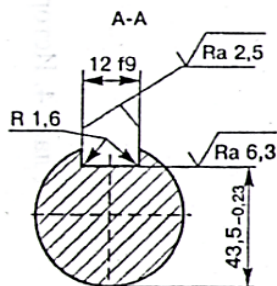
1. Пачевский. В. М. Малоотходные технологии получения заготовок. [Электронный ресурс] : Учеб. пособие. – Электрон. текстовые граф. дан (9,1 Кб). – Воронеж : ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2015. – 1 файл. – 30 – 00.
2. Чечета, И. А. Высокоэффективные методы заготовительного производства : Учеб. пособие. – Воронеж : ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2015. – 94 с, - 135 – 87.
3. Заготовительное производство в машиностроении. Учебное пособие Малькова М. Ю, Мещеряков А. В, Задиранов А. Н. , Директмедиа Паблишинг, 2023 г, 148с.
4. ГОСТ 7505 – 89 Поковки стальные штампованные.
5. ГОСТ 3.1126 – 88 ЕСТД Правила выполнения графических документов на поковки.
6. ГОСТ 2590 – 2006 Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый.
7. ГОСТ 103 – 2006 Прокат сортовой стальной горячекатаной полосовой.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Исходные данные для выполнения практических
работ № 1 - № 5

Номер варианта	Номер рабочего чертежа детали	Название детали	Годовая программа выпуска детали, шт.
1	ТМ 1	Вал-шестерня	1000
2	ТМ 1	Вал-шестерня	50 000
3	ТМ 2	Фланец кулака	15 000
4	ТМ 2	Фланец кулака	150 000
5	ТМ 3	Серьга	10 000
6	ТМ 3	Серьга	140 000
7	ТМ 4	Крестовина	8 000
8	ТМ 4	Крестовина	132 000
9	ТМ 5	Шестерня	12 000
10	ТМ 5	Шестерня	40 000
11	ТМ 5	Шестерня	50 000
12	ТМ 5	Шестерня	180 000
13	ТМ 6	Корпус	12 000
14	ТМ 6	Корпус	138 000
15	ТМ 7	Шестерня	15 000
16	ТМ 7	Шестерня	30 000
17	ТМ 7	Шестерня	160 00
18	ТМ 8	Фланец	8 000
19	ТМ 8	Фланец	16 000
20	ТМ 8	Фланец	134 000
21	ТМ 9	Корпус	15 000
22	ТМ 9	Корпус	125 000
23	ТМ 10	Крышка	12 000
24	ТМ 10	Крышка	38 000
25	ТМ 10	Крышка	165 000
26	ТМ 11	Цилиндр	10 000

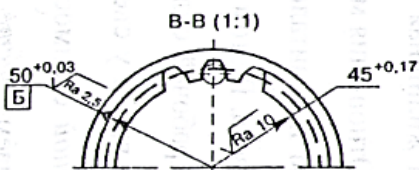
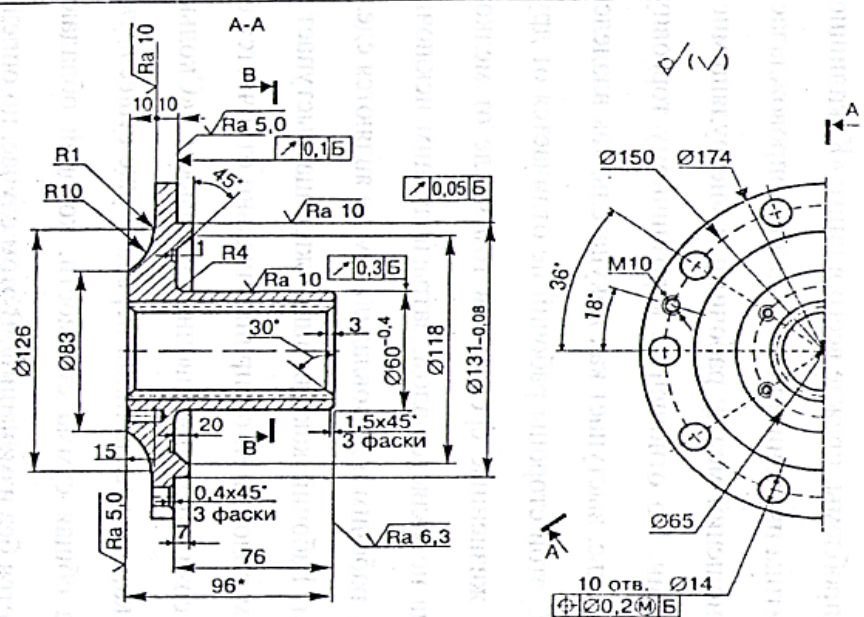
рабочие чертежи деталей



1. Цементировать h 1,0...1,4 мм, кроме резьбы; HRC , 60...64, сердцевина — HRC , 32...46

3. Неуказанные предельные отклонения размеров $h14, H14, \pm \frac{IT14}{2}$

26

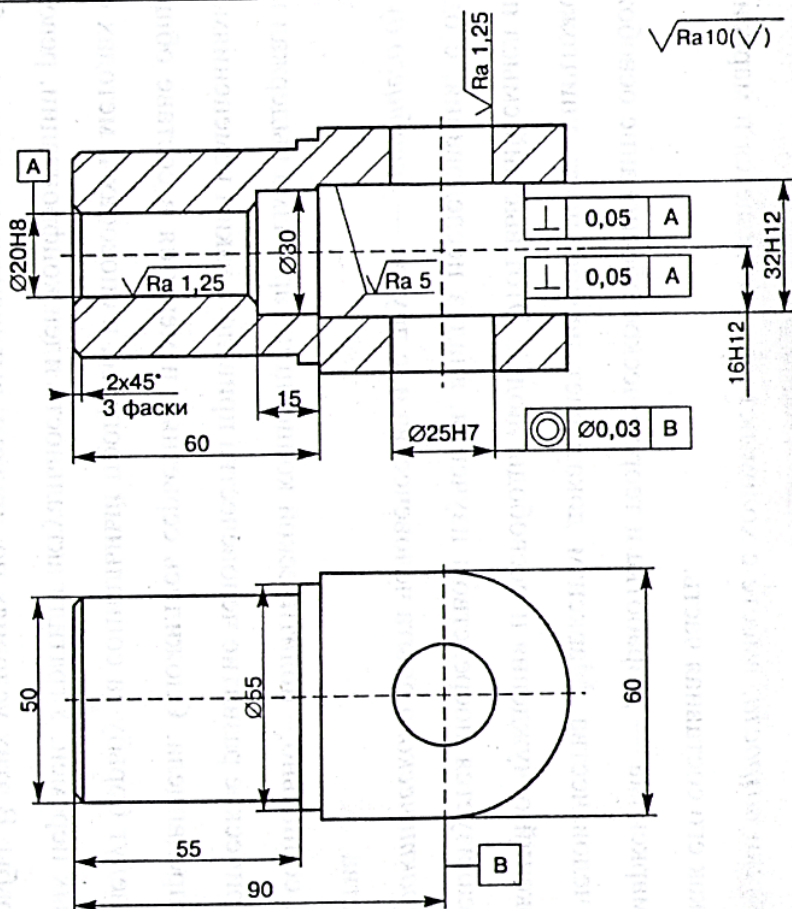


Модуль	m	2,5
Число зубьев	z	20
Диаметр ролика	D_p	5,176
Размер по роликам	M_q	38,9

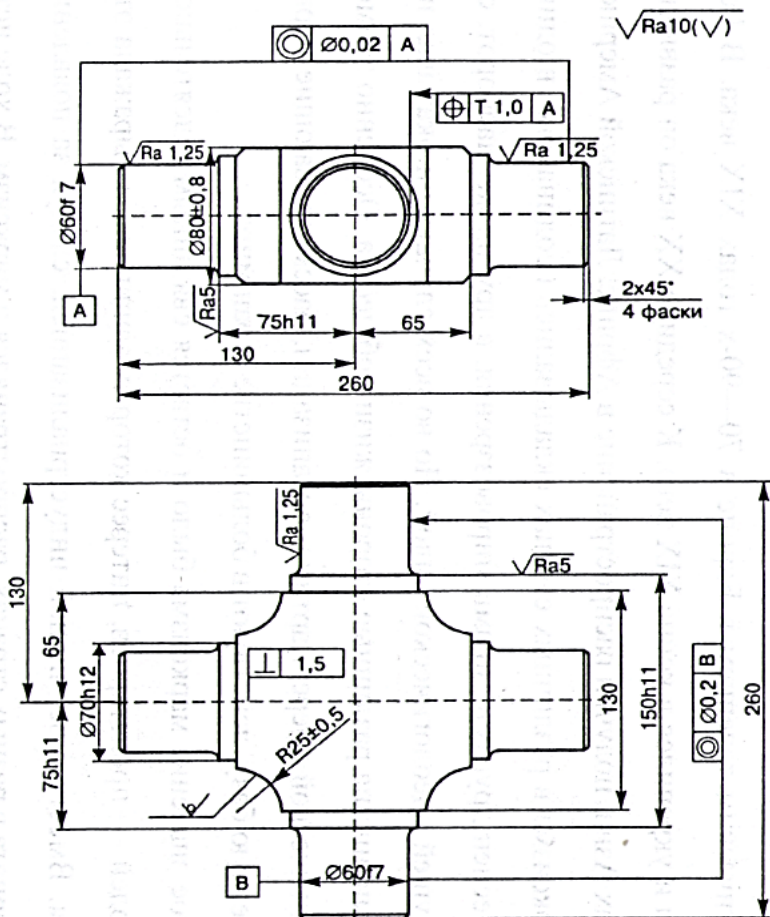
1. HB 241...269
2. * Размер для справок
3. Неуказанные предельные отклонения размеров $h14$, $H14$, $\pm \frac{IT14}{2}$

Фланец кулака
Сталь 45
Масса 4,2 кг

TM2



1. HRC_3 37...42
2. Неуказанные предельные отклонения размеров $h14$, $H14$,
 $\pm \frac{IT14}{2}$

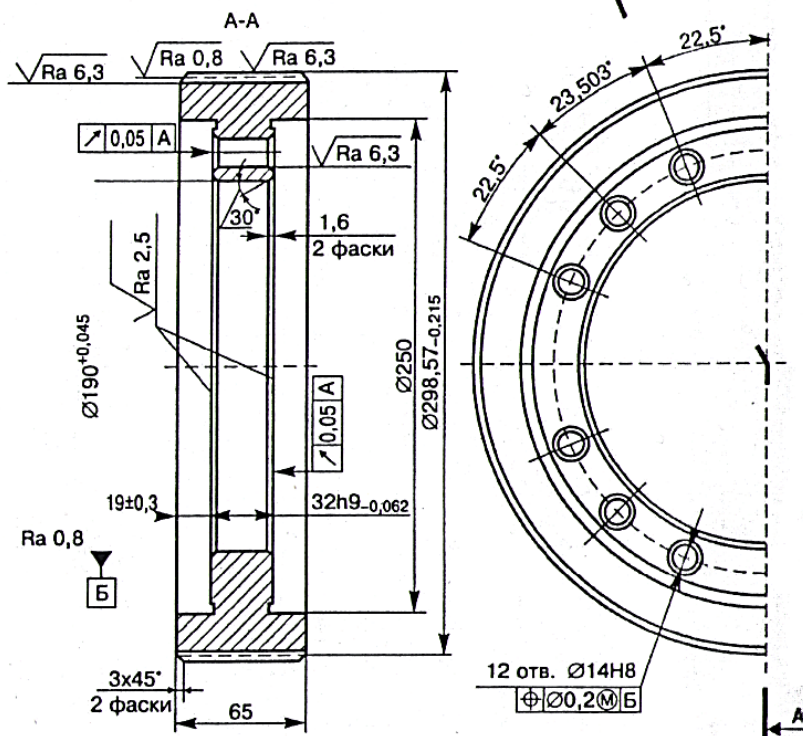


1. Цементировать $h 0,7 \dots 0,9$ мм; $HRC_2 58 \dots 62$
2. Неуказанные предельные отклонения размеров $h14, H14, \pm \frac{IT14}{2}$

Крестовина
Сталь 20
Масса 7,1 кг

TM4

Модуль	<i>m</i>	2,5
Число зубьев	<i>z</i>	45
Высота зуба	<i>h</i>	2,428
Размер по роликам	—	8—9



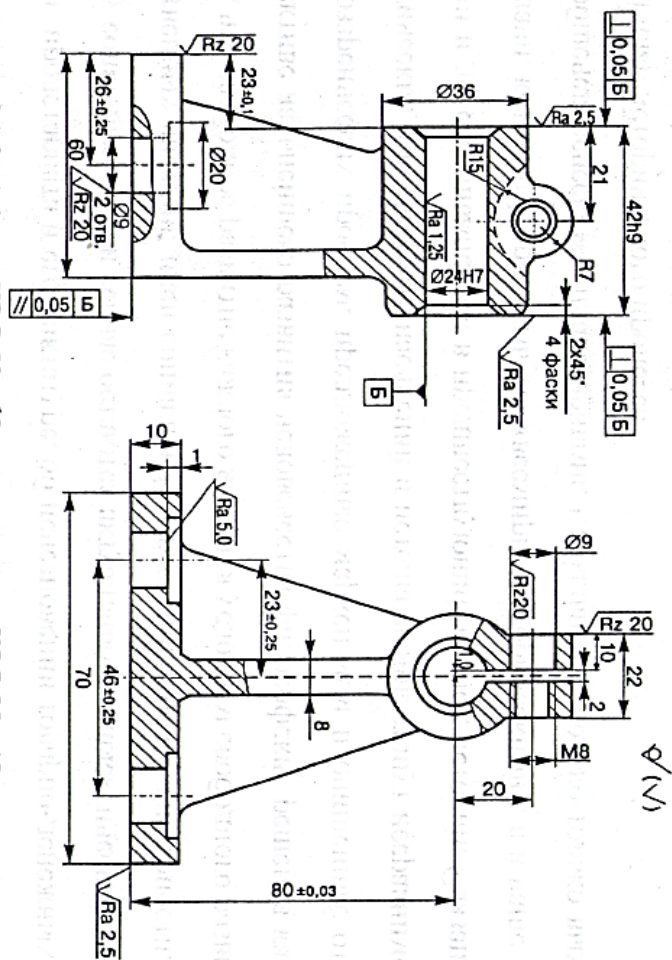
1. Цементировать $h\ 1,0...1,4\ \text{мм}$; $HRC_2\ 58...65$, сердцевина — $HRC_2\ 35...45$.

2. Острые кромки зубьев затупить фасками $1 \times 45^\circ$ с обоих торцов

3. Неуказанные предельные отклонения размеров $h14$, $H14$, $\pm \frac{IT14}{2}$

Шестерня
Сталь 30ХГТ
Масса 6,5 кг

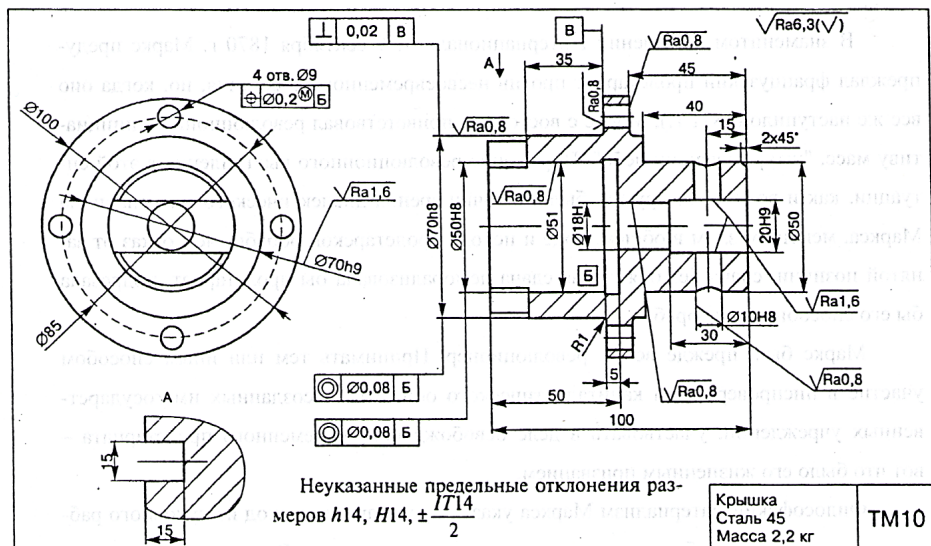
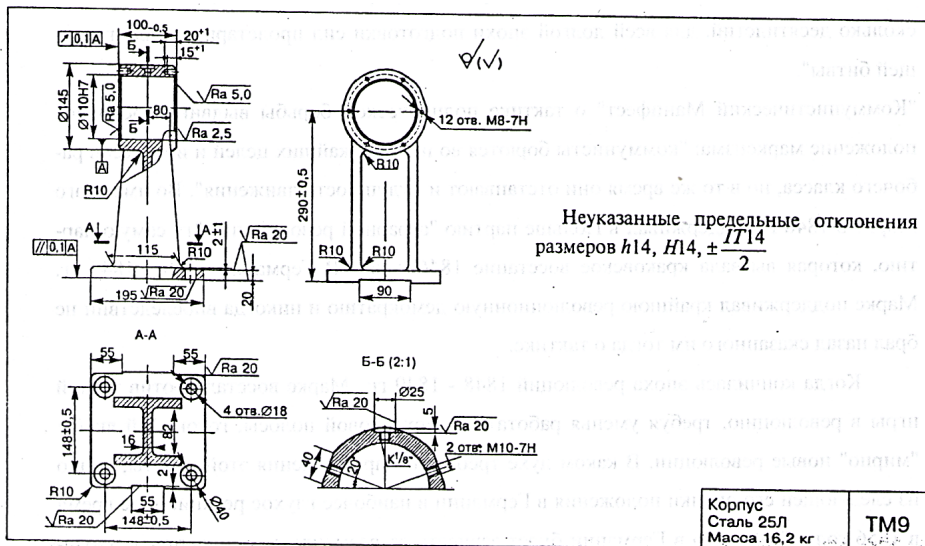
TM5



1. Цементировать $h 1, 0...1, 4$ мм; $HRC, 58...65$, сердцевина — $HRC, 35...45$
2. Острые кромки зубьев загнуть фасками $1 \times 45^\circ$ с обеих торцов $IT14$
3. Неуказанные предельные отклонения размеров $h14, H14, \pm \frac{1}{2}$

Корпус
СЧ 18
Масса 4,6 кг

ТМ6



ОГЛАВЛЕНИЕ

Практическая работа № 4	
Проектирование исходной заготовки, получаемой объемной штамповкой.....	3
Практическая работа № 5	
Проектирование исходной заготовки, получаемой из проката.....	12
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	24
ПРИЛОЖЕНИЕ	25

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению практических работ № 4-5
для студентов специальности 15.02.16
«Технология машиностроения»
очной формы обучения

Составитель:
Извеков Игорь Иванович

Издается в авторской редакции

Компьютерный набор К.В. Поливаева

Подписано к изданию 16.11.2023.
Уч.-изд. л. 1,2.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический
университет»
394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84