

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
«Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Технология машиностроения»

**С. А. Щербаков**

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА**

**ПРАКТИКУМ**

по одноименному курсу  
для студентов специальности 1-36 01 01  
«Технология машиностроения»

Гомель 2009

УДК 621.9.06-229(075.8)  
ББК 34.5я73  
Щ61

*Рекомендовано научно-методическим советом  
машиностроительного факультета ГГТУ им. П. О. Сухого  
(протокол № 2 от 26.11.2007 г.)*

Рецензент: доц. каф. «Обработка материалов давлением» ГГТУ им. П. О. Сухого  
канд. техн. наук *В. Ф. Буренков*

Щ61

**Щербаков, С. А.**

Технологическая оснастка : практикум по одноим. курсу для студентов специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения» / С. А. Щербаков. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2009. – 54 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://lib.gstu.local>. – Загл. с титул. экрана.

Практикум содержит учебные задания на проектирование и пример проектирования станочного приспособления для установки заготовок при механической обработке на металлорежущем станке.

Для студентов специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения».

**УДК 621.9.06-229(075.8)  
ББК 34.5я73**

© Учреждение образования «Гомельский  
государственный технический университет  
имени П. О. Сухого», 2009

## ВВЕДЕНИЕ

Предлагаемый практикум предназначен для обучения методике проектирования станочных приспособлений, содержит варианты учебных заданий по дисциплине «Технологическая оснастка» для студентов заочной и дневной формы обучения и пример проектирования приспособления для установки заготовок при механической обработке на металлорежущем станке. Рассмотренный пример представляет последовательность выполнения контрольной работы для студентов заочной формы обучения и расчетно-графической работы для студентов дневной формы обучения в соответствии с рекомендациями практического руководства [1]. Любой вариант проектирования станочного приспособления предполагает творческий подход и различные варианты решений поставленной задачи. Соблюдение рекомендаций [1] и этапов выполнения работы помогает скорейшему достижению цели работы. Выполненную работу следует оформлять, используя приведенный в примере порядок и информацию из справочников, учебников и иных источников, например таких, как указано в заданном списке литературы.

Учебные пояснения принятых решений в приведенном примере проектирования относятся к широкому кругу вопросов, связанных с дисциплинами учебного плана специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения», и предполагает знание этих дисциплин.

Изложенный материал будет также полезен для работников бюро по проектированию технологической оснастки отделов главного технолога машиностроительных предприятий.

## 1. Варианты заданий

### Вариант №1 (см. рис.П.1)

1.1 Спроектировать кондуктор для сверления 4-х отверстий  $\varnothing 11$  для фланца. Поверхность  $\varnothing 115h14$  и прилегающий торец обработаны окончательно. Программа выпуска 20000 шт. в год.

1.2 Спроектировать гидропластмассовую оправку для шлифования поверхности  $\varnothing 65f7$  и прилегающего торца после термообработки поступающей заготовки. В отверстии  $\varnothing 53H7$  оставлен припуск под последующее шлифование, левый торец и канавка  $\varnothing 53,5$  и шириной 3 обработаны окончательно. Годовой выпуск 25000 шт.

1.3 Спроектировать мембранный патрон для шлифования отверстия  $\varnothing 53H7$  и торца  $\varnothing 70$ . Уступ  $\varnothing 65f7$  и прилегающий торец обработаны окончательно. Годовая программа 30000 шт.

1.4 Спроектировать приспособление для окончательной расточки отверстия  $\varnothing 53H7$ . Годовой выпуск 15000 шт.

### Вариант №2 (см. рис.П.2)

2.1 Спроектировать приспособление для обработки хвостовика  $\varnothing 58,5$  полухомута. Плоскость разъема и отверстия 14 мм обработаны. Годовая программа 10000 шт.

2.2 Спроектировать кондуктор для сверления четырех отв.  $\varnothing 14$ . Годовая программа 12000 шт.

2.3 Спроектировать приспособление для фрезерования торцов поковки в размер 100. Годовой выпуск 8000 шт.

2.4 Спроектировать приспособление для фрезерования подошвы поковки в размер 15. Годовой выпуск 16000 шт.

### Вариант №3 (см. рис.П.3)

3.1. Спроектировать приспособление для обработки плоскости плунжера в размер 17,5. Объем выпуска 20000 шт./год.

3.2. Спроектировать приспособление для обработки конической поверхности в размер 10. Годовая программа 15000 шт.

3.3. Спроектировать кондуктор для сверления двух отверстий с выдерживанием  $\varnothing 13$  и учетом последующей обработки наружной поверхности до размера 18h6. Годовая программа 25000 шт.

Вариант №4 (см. рис.П.4)

4.1 Спроектировать приспособление для сверления отверстия  $\varnothing 12$  глубиной 14 мм. Поверхности  $\varnothing 130h9$ ,  $\varnothing 136H9$  и отверстия  $\varnothing 13H14$  обработаны окончательно. Объем выпуска 10000 шт./год.

4.2 Спроектировать кондуктор для сверления четырех отверстий  $\varnothing 13H14$ . Годовая программа 15000 шт.

4.3 Спроектировать кондуктор для сверления отверстия под резьбу M10×1-7H. Поверхность  $\varnothing 110H9$  и отверстия  $\varnothing 13H14$  обработаны. Годовая программа 12000 шт.

4.4 Спроектировать приспособление для окончательной обработки двух отверстий  $\varnothing 110h9$ ,  $\varnothing 136H9$ . Годовая программа 14000 шт.

Вариант №5 (см. рис.П.5)

5.1 Спроектировать приспособление для фрезерования ступенчатого паза 25 × 17 длиной 260 (252). Наружные поверхности заготовки обработаны. Годовой выпуск 8000 шт.

5.2 Спроектировать кондуктор для сверления двух отверстий  $\varnothing 9$ . Наружные поверхности заготовки обработаны по размерам. Годовой выпуск 10000 шт.

5.3 Спроектировать приспособление для фрезерования четырех фасок 10×45°. Наружные поверхности заготовки обработаны по размерам эскиза детали. Годовой выпуск 12000 шт.

5.4 Спроектировать приспособление для фрезерования поверхностей заготовки в размер 70. Годовой выпуск 10000 шт.

5.5 Спроектировать приспособление для фрезерования поверхностей заготовки в размер 280. Годовой выпуск 12000 шт.

5.6 Спроектировать приспособление для фрезерования плоскостей заготовки в размер 20. Годовой выпуск 10000 шт.

Вариант №6 (см. рис.П.6)

6.1 Спроектировать приспособление для фрезерования двух пазов  $25^{+0,1}$  проушины. Наружные поверхности обработаны. Годовая программа 25000 шт.

6.2 Спроектировать приспособление для фрезерования 4-х фасок  $10 \times 45^\circ$ . Наружные поверхности обработаны. Годовая программа 15000 шт.

6.3 Спроектировать кондуктор для обработки отверстий  $\varnothing 20^{+0,1}$ . Годовая программа 10000 шт.

6.4 Спроектировать приспособления для фрезерования детали в размер 46. Годовая программа 12000 шт.

Вариант №7 (см. рис. П.7)

7.1 Спроектировать кондуктор для сверления 4-х отверстий диаметром  $\varnothing 4,5$ . Наружные поверхности заготовки обработаны. Годовой выпуск 8000 шт.

7.2 Спроектировать приспособление для обработки отверстия  $\varnothing 28$ . Наружные поверхности заготовки обработаны. Годовой выпуск 6000 шт.

7.3 Спроектировать кондуктор для сверления 4-х отверстий диаметром  $\varnothing 7$ . Наружные поверхности и отверстие  $\varnothing 28$  обработаны. Годовая программа 10000 шт.

7.4 Спроектировать приспособление для обработки двух фасок  $6 \times 45^\circ$ . Годовой выпуск 9000 шт.

Вариант №8 (см. рис.П.8)

8.1 Спроектировать приспособление для фрезерования двух скосов детали размерами 38. Размер 92 получен фрезерованием. Годовой выпуск 10000 шт.

8.2 Спроектировать приспособление для фрезерования скоса  $22 \times 5$ . Остальные наружные поверхности обработаны. Годовой выпуск 12000 шт.

8.3 Спроектировать кондуктор для сверления отверстия под резьбу М10-7Н глубиной 18. Наружные поверхности детали обработаны. Годовой выпуск 12000 шт.

8.4 Спроектировать приспособление для обработки отверстия  $\varnothing 16H7$ . Наружные поверхности обработаны. Годовой выпуск 10000 шт.

8.5 Спроектировать приспособление для сверления отверстия под резьбу M12-7H. Годовой выпуск 8000 шт.

#### Вариант №9 (см. рис.П.9)

9.1 Спроектировать двухместное приспособление для фрезерования поверхностей отливки в размер 20 последовательно. Годовой выпуск деталей 7 тыс. шт.

9.2 Спроектировать кондуктор для сверления двух отверстий под резьбу K 1/8" ГОСТ 6211-52. Все наружные поверхности заготовки обработаны по размерам эскиза. Годовой выпуск деталей 5 тыс. шт.

9.3 Спроектировать кондуктор для сверления четырех отверстий  $\varnothing 11$ . Все наружные поверхности заготовки обработаны. Годовой выпуск деталей 6 тыс. шт.

9.4 Спроектировать кондуктор для сверления двух отверстий  $\varnothing 8,6$ . Наружные поверхности заготовки и 4 отверстия  $\varnothing 11$  обработаны. Годовой выпуск 8 тыс. шт.

9.5 Спроектировать кондуктор для сверления отверстия  $\varnothing 7 \times 14$ . Наружные поверхности заготовки и 2 отверстия  $\varnothing 8,6$  обработаны. Годовой выпуск 10 тыс. шт.

9.6 Спроектировать приспособление для фрезерования наружных поверхностей отливки по размерам  $70 \times 96$ . Годовой выпуск 12 тыс. шт.

#### Вариант №10 (см. рис.П.10)

10.1 Спроектировать приспособление для фрезерования паза шириной 12 мм. Наружные поверхности заготовки, отверстие  $\varnothing 16H7$  и сквозной паз шириной 14 обработаны. Годовой выпуск 15000 шт.

10.2 Спроектировать приспособление для фрезерования поверхности паза шириной  $16^{+0,2}$  мм. Наружные поверхности поступающей заготовки обработаны. Годовой выпуск 18000 шт.

10.3 Спроектировать кондуктор для сверления отверстия под резьбу M10-7H. Наружные поверхности и отверстие  $\varnothing 16H7$  обработаны. Годовой выпуск 18000 шт.

10.4 Спроектировать приспособление для обработки отверстия  $\varnothing 16H7$ . Наружные поверхности заготовки обработаны. Годовой выпуск 20000 шт.

10.5 Спроектировать приспособление для обработки паза  $10 \times 16$ . Наружные поверхности заготовки обработаны. Годовой выпуск 25000 шт.

10.6 Спроектировать приспособление для обработки паза  $14 \times 34$ . Наружные поверхности заготовки обработаны. Годовой выпуск 12000 шт.

10.7 Спроектировать приспособление для обработки длинного плеча рычага в размер 30 после вырезки заготовки из проката на установке плазменной резки металла. Годовой выпуск 14000 шт.

#### Вариант №11 (см. рис.П.11)

11.1 Спроектировать кондуктор для обработки четырех ступенчатых отверстий  $\varnothing 10/17$ . Наружные поверхности заготовки обработаны согласно размерам эскиза. Годовой выпуск 10000 шт.

11.2 Спроектировать приспособление для расточки отверстия  $\varnothing 60H7$ . Наружные поверхности заготовки обработаны. Годовой выпуск 8000 шт.

11.3 Спроектировать приспособление для сверления двух отверстий  $\varnothing 8H7$ . Годовой выпуск 15000 шт.

#### Вариант №12 (см. рис.П.12)

12.1 Спроектировать кондуктор для сверления шести отверстий  $\varnothing 12$  для втулки, изображенной на эскизе после чистовой обработки (с припуском на последующее шлифование поверхностей  $\varnothing 45f8$ ,  $\varnothing 29H9$ ,  $\varnothing 32H9$ ). Годовой выпуск 5000 шт.

12.2 Спроектировать оправку с гидропластом для шлифования в центрах поверхности втулки  $\varnothing 45f8$ . Размер базовой поверхности А  $\varnothing 31,5H11$ . Годовой выпуск 7000 шт.

12.3 Спроектировать мембранный патрон для шлифования поверхностей  $\varnothing 29H9$  и  $\varnothing 32H9$ . Поверхность  $\varnothing 45f8$  обработана окончательно. Годовой выпуск 3000 шт.



### Вариант №13 (см. рис. П.3)

13.1 Спроектировать приспособление для фрезерования наружных поверхностей пластины размерами 128×75 из заготовки, полученной из листового проката резкой на гильотинных ножницах с припусками 1 мм на сторону. Годовой выпуск 15000 шт.

13.2 Спроектировать приспособление для фрезерования двух скосов 30×7,5 в заготовке пластины с окончательно обработанными наружными поверхностями. Годовой выпуск 10000 шт.

13.3 Спроектировать кондуктор для обработки отверстия Ø45. Наружные поверхности пластины обработаны. Годовой выпуск 12000 шт.

13.4 Спроектировать кондуктор для сверления трех отверстий Ø9. Наружные поверхности и отверстие Ø45 обработаны. Годовой выпуск 15000 шт.

13.5 Спроектировать приспособление для обработки на фрезерном станке пластины в размеры 83 и 25. Наружные поверхности и отверстия обработаны по размерам эскиза. Годовой выпуск 14000 шт.

### Вариант №14 (см. рис.П.14)

14.1 Спроектировать кондуктор для сверления четырех отверстий Ø6,6 по размерам эскиза. На поверхности Ø72f7 оставлен припуск под окончательную обработку 0,6 мм с полем допуска по h11. Годовой выпуск 8000 шт.

14.2 Спроектировать приспособление для окончательной обработки поверхности Ø28H7. Годовой выпуск 10000 шт.

14.3 Спроектировать приспособление для окончательной обработки Ø72f7. Годовой выпуск 12000 шт.

### Вариант №15 (см. рис.П.15)

15.1 Спроектировать кондуктор для обработки двух ступенчатых отверстий Ø9/Ø14×10. Наружные поверхности заготовки обработаны. Годовой выпуск 10000 шт.

15.2 Спроектировать кондуктор для обработки отверстия под коническую резьбу К 1/4". Наружные поверхности и отверстие Ø14,7 обработаны. Годовой выпуск 15000 шт.

15.3 Спроектировать приспособление для сверления отверстия  $\varnothing 14,7$  под коническую резьбу К 3/8". Годовой выпуск 16000 шт.

Вариант №16 (см. рис.П.16)

16.1 Спроектировать 4-х местное приспособление для фрезерования плоскостей квадрата 46×46 из цилиндров размерами  $\varnothing 60$  и длиной 96 мм. Годовой выпуск 10000 шт.

16.2 Спроектировать приспособление для фрезерования паза  $25^{+0,1}$ . Наружные поверхности заготовки обработаны. Годовой выпуск 10000 шт.

16.3 Спроектировать приспособление для фрезерования скосов 12×12. Наружные поверхности и паз 25 обработаны. Годовой выпуск 12000 шт.

16.4 Спроектировать кондуктор для обработки отверстия  $\varnothing 20^{+0,1}$ . Наружные поверхности обработаны окончательно. Годовой выпуск 10000 шт.

Вариант №17 (см. рис.П.17)

17.1 Спроектировать кондуктор для сверления 4-х отверстий  $\varnothing 5,4$  по размерам эскиза. Наружные поверхности детали обработаны. Годовая программа выпуска 10000 шт.

17.2 Спроектировать приспособление для фрезерования поверхностей для размера детали 30. Заготовка получается штамповкой на молоте. Годовой выпуск 12000 шт.

17.3 Спроектировать поворотный кондуктор для сверления двух отверстий  $\varnothing 14,7$  под коническую резьбу К 3/8'. Наружные поверхности заготовки обработаны. Годовой выпуск 15000 шт.

17.4 Спроектировать кондуктор для сверления двух отверстий  $\varnothing 7,5$ . Годовой выпуск 14000 шт.

Вариант №18 (см. рис.П.18)

18.1 Спроектировать приспособление для фрезерования наружных поверхностей заготовки из листового проката в размер 25. Годовой выпуск 20000 шт.

18.2 Спроектировать приспособление для фрезерования наружных поверхностей 42×90 заготовки, нарезанной из листового проката газовым резаком. Годовой выпуск 20000 шт.

18.3 Спроектировать кондуктор для обработки двух ступенчатых отверстий Ø14 и Ø20. Наружные поверхности заготовки обработаны. Годовой выпуск 25000 шт.

18.4 Спроектировать кондуктор для обработки отверстия под резьбовое отверстие М16-7Н. Наружные поверхности заготовки обработаны. Годовой выпуск 18000 шт.

#### Вариант №19 (см. рис.П.19)

19.1 Спроектировать поворотный кондуктор для сверления 4-х отверстий под резьбу М12-7Н. Наружные поверхности заготовки обработаны. Годовой выпуск 10000 шт.

19.2 Спроектировать приспособление для сверления отверстия под резьбу М16-7Н. Годовой выпуск 12000 шт.

19.3 Спроектировать приспособление кассетного типа для шлифования торца Ø50. Годовой выпуск 20000 шт.

#### Вариант №20 (см. рис.П.20)

20.1 Спроектировать поворотный кондуктор для сверления двенадцати отверстий под резьбу М12-7Н. Наружные поверхности детали обработаны. Годовой выпуск 5000 шт.

20.2 Спроектировать приспособление для растачивания отверстий Ø78Н7 и Ø120. Годовой выпуск 10000 шт.

20.3 Спроектировать мембранный патрон для окончательной обработки отверстия Ø78Н7. Годовой выпуск 15000 шт.

#### Вариант №21 (см. ис.П.21)

21.1 Спроектировать кондуктор для сверления 4-х отверстий Ø11. Наружные поверхности детали обработаны. Годовой выпуск 17000 шт.

21.2 Спроектировать приспособление для фрезерования 4-х пазов размерами 17×13. Поверхности заготовки 25,5 и Ø155 обработаны. Годовая программа 10000 шт.

21.3 Спроектировать поворотный кондуктор для сверления четырех отверстий под резьбу М10-7Н. Годовой выпуск 15000 шт.

21.4 Спроектировать приспособление для окончательной обработки  $\varnothing 90H9$  и  $\varnothing 120h9$ . Годовой выпуск 20000 шт.

Вариант №22 (см. рис.П.22)

22.1 Спроектировать приспособление для фрезерования 4-х лысок с радиусом закругления  $R25$ . Все плоские поверхности детали обработаны. Годовой выпуск 12000 шт.

22.2 Спроектировать кондуктор для сверления отверстия под коническую резьбу К 1/8". Поверхности детали обработаны. Годовой выпуск 10000 шт.

22.3 Спроектировать кондуктор для сверления двух отверстий  $\varnothing 6$ . Поверхности детали обработаны. Годовой выпуск 15000 шт.

22.4 Спроектировать кондуктор для сверления 4-х отверстий  $\varnothing 17$ . Поверхности наружные обработаны. Годовой выпуск 8000 шт.

Вариант №23 (см. рис.П.23)

23.1 Спроектировать приспособление для фрезерования двух лысок в размер 16<sub>-0,2</sub>. Поверхность  $\varnothing 25$  обработана. Годовой выпуск 16000 шт.

23.2 Спроектировать кондуктор для обработки отверстия  $\varnothing 10H7$ . Поверхности  $\varnothing 25$  и 16<sub>-0,2</sub> обработаны. Годовой выпуск 15000 шт.

23.3 Спроектировать приспособление для фрезерования шпоночного паза 5<sub>-0,1</sub>. Поверхности детали обработаны. Годовой выпуск 10000 шт.

Вариант №24 (см. рис.П.24)

24.1 Спроектировать кондуктор для обработки двух отверстий  $\varnothing 12H9$  и 16H9. Отверстие  $\varnothing 18H9$  и прилегающие торцы обработаны окончательно. Годовой выпуск 50000 шт.

24.2 Спроектировать приспособление для фрезерования двух торцов в размер 35. Годовой выпуск 30000 шт.

24.3 Спроектировать приспособление для обработки отверстия  $\varnothing 18H9$ . Годовой выпуск 20000 шт.

24.4 Спроектировать приспособление для обработки отверстия  $\varnothing 12H7$  в торце заготовки. Отверстие  $\varnothing 16H9$  обработано. Годовой выпуск 25000 шт.

24.5 Спроектировать приспособление для обработки торца заготовки в размеры 26 и 17 с получением размера 3. Годовой выпуск 10000 шт.

#### Вариант №25 (см. рис.П.25)

25.1 Спроектировать приспособление для фрезерования паза 3 мм. Отверстия 30 и 36 обработаны. Годовая программа 45000 шт.

25.2 Спроектировать приспособление для обработки отверстия  $\varnothing 36H9$ . Годовой выпуск 40000 шт.

25.3 Спроектировать приспособление для обработки отверстия  $\varnothing 18$ . Годовой выпуск 20000 шт.

25.4 Спроектировать приспособление для обработки торцов в размер 29. Годовой выпуск 25000 шт.

25.5 Спроектировать приспособление для фрезерования рифлений глубиной 7. Годовой выпуск 30000 шт.

25.6 Спроектировать приспособление для обработки наружных поверхностей кронштейна в размер 45. Годовой выпуск 35000 шт.

#### Вариант №26 (см. рис.П.26)

26.1 Спроектировать кондуктор для сверления двух отверстий М8-7Н в подошве рычага. Годовой выпуск 40000 шт.

26.2 Спроектировать приспособление для фрезерования торцов в размер 50. Годовой выпуск 30000 шт.

26.3 Спроектировать приспособление для обработки плоскостей в размер 30. Годовой выпуск 20000 шт.

26.4 Спроектировать приспособление для обработки отверстия  $\varnothing 32H9$ . Годовой выпуск 15000 шт.

26.5 Спроектировать приспособление для предварительной обработки отверстий  $\varnothing 14H7$ , М6-7Н, М8-7Н. Годовой выпуск 20000 шт.

26.6 Спроектировать приспособление для шлифования плоскости рычага в размер 18. Годовой выпуск 25000 шт.

26.7 Спроектировать приспособление для фрезерования рычага в размер 150. Годовой выпуск 15000 шт.

26.8 Спроектировать приспособление для обработки отверстия Ø4. Годовой выпуск 10000 шт.

26.9 Спроектировать приспособление для обработки шпоночного паза с размером 8. Годовой выпуск 5000 шт.

Вариант №27 (см. рис.П.27)

27.1 Спроектировать кондуктор для сверления в корпусе 8-и отверстий под резьбу М5. Годовая программа – 45000 шт.

27.2 Спроектировать приспособление для обработки двух лысок с выдерживанием размеров 26 и 80. Годовой выпуск 40000 шт.

27.3 Спроектировать приспособление для сверления двух соосных отверстий Ø6. Годовой выпуск 30000 шт.

27.4 Спроектировать кондуктор для сверления в корпусе отверстия Ø6. Годовая программа – 2000 шт.

Вариант №28 (см. рис.П.28)

28.1 Спроектировать приспособление для фрезерования двух лысок в размер 40. Годовой выпуск 20000 шт.

28.2 Спроектировать приспособление для обработки радиального отверстия Ø6. Годовой выпуск 25000 шт.

28.3 Спроектировать приспособление для обработки шпоночного паза шириной 6 с выдерживанием размеров 29 и 12. Годовой выпуск 20000 шт.

Вариант №29 (см. рис.29)

29.1 Спроектировать приспособление для обработки шпоночного паза с размерами 6P9×25. Годовой выпуск 25000 шт.

29.2 Спроектировать приспособление для обработки двух радиальных отверстий Ø8 и Ø5,5. Годовой выпуск 30000 шт.

29.3 Спроектировать приспособление для обработки шпоночного паза 5P9×45. Годовой выпуск 20000 шт.

Вариант №30 (см. рис.30)

30.1 Спроектировать приспособление для обработки двух лысок с выдерживанием размера 8,5. Годовой выпуск 15000 шт.

30.2 Спроектировать приспособление для обработки отверстия  $\varnothing 10H12$ . Годовой выпуск 10000 шт.

30.3 Спроектировать приспособление для сверления центровочного отверстия  $\varnothing 5$  с выдерживанием угла  $19^{\circ}8' \pm 15'$ . Годовой выпуск 20000 шт.

30.4 Спроектировать приспособление для обработки двух угловых пазов с выдерживанием размеров 14,5; 35 и 24. Годовой выпуск 25000 шт.

30.5 Спроектировать приспособление для обработки цилиндрической лыски  $R4,8$  с выдерживанием размеров 53 и  $15h11$ . Годовой выпуск 20000 шт.

## 2. Задание к примеру контрольной работы.

Спроектировать приспособление для фрезерования шпоночного паза  $8N9$  для детали, представленной на эскизе (рис.1). Годовой объем выпуска 10000 шт.

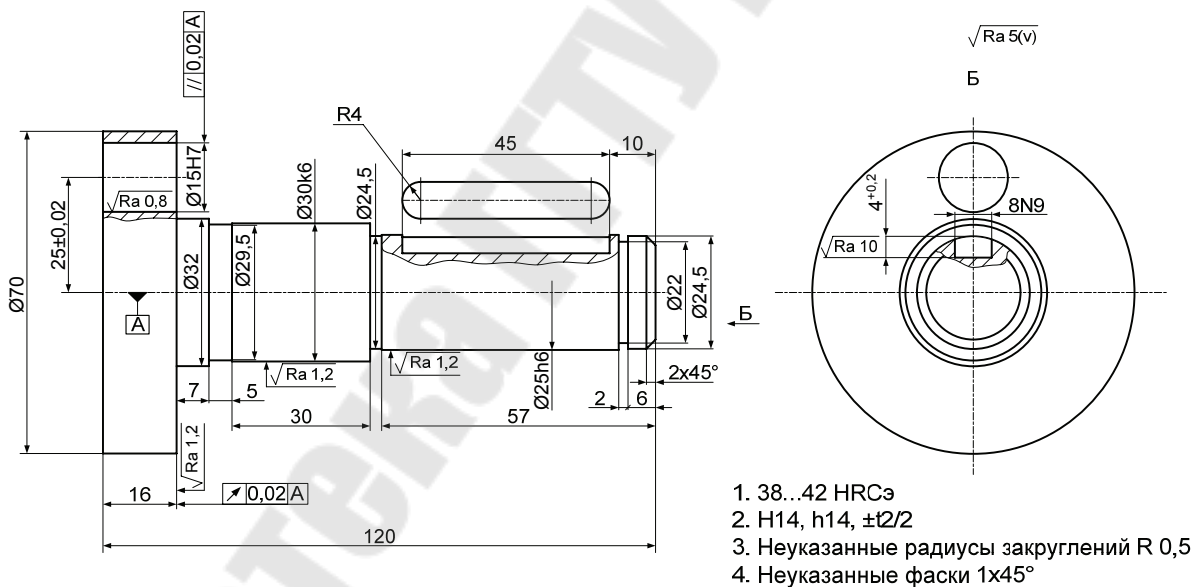


Рис. 1. Вал сталь 40X ГОСТ 4543-80.

## 3. Пример выполнения контрольной работы.

### 3.1. Техническое задание

3.1.1. Определение заготовки, поступающей на оснащаемую операцию.

Операция фрезерования шпоночного паза шириной 8N9 является промежуточной и должна выполняться до термообработки и окончательной шлифовки  $\varnothing 25h6$ . Поэтому для определения параметров заготовки, поступающей на операцию, для которой разрабатывается приспособление (оснащаемая операция), наметим план обработки детали (см. рис. 2).

Исходная заготовка - поковка,  
высаживаемая на ГКМ

010 Фрезерно-центровальная

020 Токарно-копировальная

030 Токарно-копировальная

040 Вертикально-сверлильная

050 Шпоночно-фрезерная

060 Термическая

070 Торцевкруглошлифовальная

080 Внутришлифовальная (Алмазно-расточная)

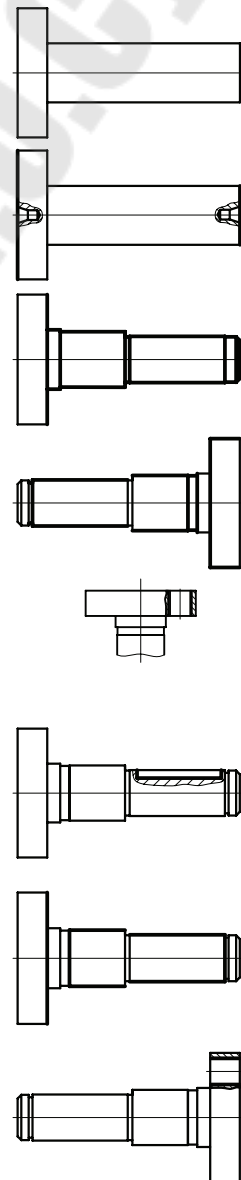


Рис.2. План обработки детали

В этом плане обработки видно какие поверхности поступающей заготовки подвергались обработке, и какое число этих обработок выполнено до оснащаемой операции и сколько после. Это дает возможность судить (см. [2, с. 150-153]) при помощи таблиц



экономической точности обработки с допусками, припусками, размерами и шероховатости поверхностей поступающей на оснащаемую операцию заготовки, представленной на рис. 3.

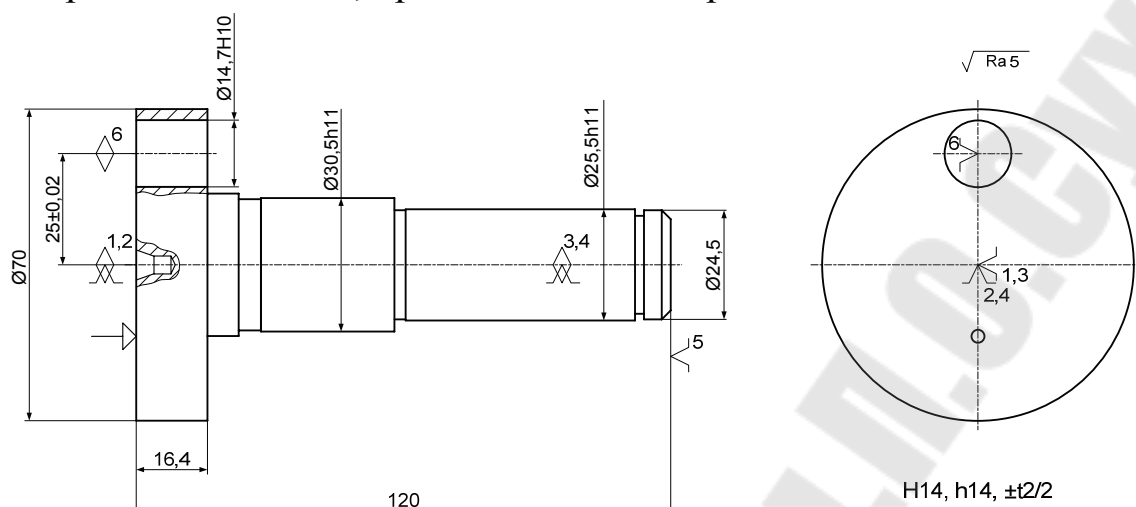


Рис.3. Эскиз поступающей заготовки.

### 3.1.2. Определение заготовки, образующейся на оснащаемой операции.

Фрезерование шпоночного паза 8N9 длиной 45 мм будет выполняться на шпоночно-фрезерной операции путем маятниковой подачи шпоночной (пальцевой) фрезы с двумя режущими зубьями. Для выявления остальных параметров, выдерживаемых на оснащаемой операции, следует рассмотреть чертеж детали, эскиз поступающей заготовки, обратиться к соответствующим справочным данным и, при необходимости, произвести расчеты в технологических размерных цепях. Перечислим выдерживаемые параметры (см. рис.1,5):

- 1) ширина паза [3 с.127], [10, с. 570-584] 8N9 ( ${}^0_{-0,036}$ ) с допуском  $T_1 = 0,036$ ;
- 2) длина паза 45H15 ( ${}^{+0,58}$ ) с допуском  $T_2 = 0,58$ ;
- 3) расстояние до правого торца 10h14 ( ${}_{-0,36}$ ) с допуском  $T_3 = 0,36$ ;
- 4) допуск симметричности паза относительно оси (смещение паза) в соединении с одной шпонкой [4, с.234]  $T_4 = 0,072$ ;
- 5) допуск параллельности плоскости симметрии паза относительно оси (перекос паза) [4, с.234]  $T_5 = 0,018$ ;

6) допуск отклонения ( $T_6 = AT_h$  или  $AT_\alpha$  (на угол  $0^\circ$ ) плоскостей симметрии паза и отверстия  $\varnothing 14,7H10$ , как один из неуказанных допусков расположения для 14-й степени точности на длине 12,5 мм, [3, с. 101]  $AT'_\alpha = 50'$ , (или  $AT_h = 200\text{мкм} = 0,2\text{мм}$ );

7) размер глубины паза на операции (обозначим его  $A_7$ ) и его допуск ( $T_7$ ) следует рассчитать из технологической размерной цепи, т.к. база поступающей заготовки  $\varnothing 25,5h11 (-_{0,13})$  будет еще окончательно шлифоваться до размера  $\varnothing 25h6(-_{0,013})$ , после которой в детали глубина и допуск паза должны быть  $4^{+0,2}$ . Примем эти значения для замыкающего звена  $A_\Delta = 4$ ;  $T_\Delta = 0,2$  размерной цепи на рис. 4.

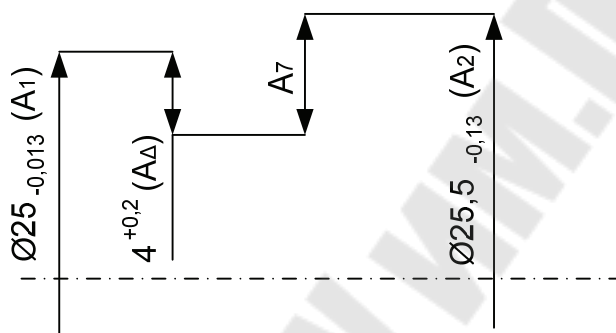


Рис. 4. Технологическая размерная цепь для определения глубины фрезерования шпоночного паза.

Используя формулы метода полной взаимозаменяемости для линейных и угловых размерных цепей:

$$A_\Delta = \sum \vec{A}_i - \sum \overleftarrow{A}_i; \quad C_\Delta = \sum \vec{C}_i - \sum \overleftarrow{C}_i; \quad T_\Delta = \sum T_i,$$

где  $\vec{A}_i$  и  $\overleftarrow{A}_i$  - номинальные значения соответственно увеличивающих и уменьшающих звеньев размерной цепи;

$\vec{C}_i$  и  $\overleftarrow{C}_i$  - середины полей допусков соответственно увеличивающих и уменьшающих звеньев;

$T_i$  - допуск  $i$ -го составляющего звена;

$A_\Delta, C_\Delta$  и  $T_\Delta$  - соответственно номинальное значение, середина поля допуска и допуск замыкающего звена.

Для  $A_\Delta = 4$ ;  $C_\Delta = +0,1$ ;  $T_\Delta = 0,2$ ,  $A_1 = 25$ ;  $C_1 = -0,0065$ ;  $T_1 = 0,013$ ,  $A_2 = 25,5$ ;  $C_2 = -0,065$ ;  $T_2 = 0,13$  находим:  $A_\Delta = A_7 + \frac{A_1}{2} - \frac{A_2}{2}$ ;

$$A_7 = A_{\Delta} + \frac{A_2}{2} - \frac{A_1}{2} = 4 + \frac{25,5}{2} - \frac{25}{2} = 4,25;$$

$$C_7 = C_{\Delta} + C_2 - C_1 = 0,1 + (-0,065) - (-0,0065) = 0,0415;$$

$$T_7 = T_{\Delta} - T_1 - T_2 = 0,2 - 0,013 - 0,13 = 0,057.$$

Для рассчитанных значений  $A_7, C_7$  и  $T_7$  глубина паза будет  $4,25^{+0,07}_{-0,013}$ , т.е. предельные отклонения  $B_7 = C_7 + \frac{T_7}{2}$  и

$H_7 = C_7 - \frac{T_7}{2}$  будут несимметричными. Поскольку глубина паза

относится к виду «ни вал, ни отверстие», то приведем ее номинал  $A_7'$  к середине поля допуска с предельными отклонениями симметричными и равными половине допуска

$$A_7' = A_7 + C_7 = 4,25 + 0,0415 = 4,2915 \approx 4,29;$$

$$|B_7| = |H_7| = \frac{T_7}{2} = \frac{0,057}{2} = 0,0285 \approx 0,03.$$

После округлений до сотых долей получим глубину паза на оснащаемой операции  $4,29^{+0,03}_{-0,03}$ , что соответствует точности между 10 и 11 квалитетом (см.1, табл.9);

8) допуск параллельности ( $T_8$ ) дна паза на длине 45 мм относительно оси вала примем по 10 степени точности (т.к. допуск  $4,29^{+0,03}_{-0,03}$  находится между 10 и 11 квалитетом) [3, с. 414]  $T_8 = 0,06$ ;

9) шероховатость боковых стенок паза  $\sqrt{Ra5}$ ;

10) шероховатость дна паза  $\sqrt{Ra10}$ .

Укажем все выдерживаемые параметры точности на эскизе обрабатываемой на оснащаемой операции заготовки (см. рис.5).

Лимитирующими параметрами точности будут:  $T_4 = 0,072$ ,  $T_5 = 0,018$ ,  $T_7 = 0,057$ ,  $T_8 = 0,06$ . Их выдерживание будет в большой степени зависеть от принятой схемы установки, т.к. погрешность установки для каждого параметра точности является одной из составляющих соответствующей суммарной погрешности обработки, которая не должна превышать соответствующий допуск.

### 3.1.3. Обоснование схемы установки и типа приспособления.

В приспособление для шпоночно-фрезерного станка схема установки заготовки должна обеспечить минимально возможные

погрешности установки для восьми перечисленных выше параметров точности, четыре из которых выбраны лимитирующими.

### 3.1.3.1. Определение «идеальной» схемы установки.

На эскизе детали (рис. 1) конструктор указал, а на эскизе образующей заготовки (рис. 5), где должны быть указаны выдерживаемые параметры точности, технолог должен принять технологическими системами координат, либо те которые использовал конструктор для задания положения обрабатываемых поверхностей в детали, либо другие, но которые вызывают допустимые погрешности базирования.

Например, для задания ширины паза 8N9 и допусков  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  используется прямоугольная система координат, лежащая в координатной плоскости сечения  $A-A$  (см. рис. 1, 5), с вертикальной

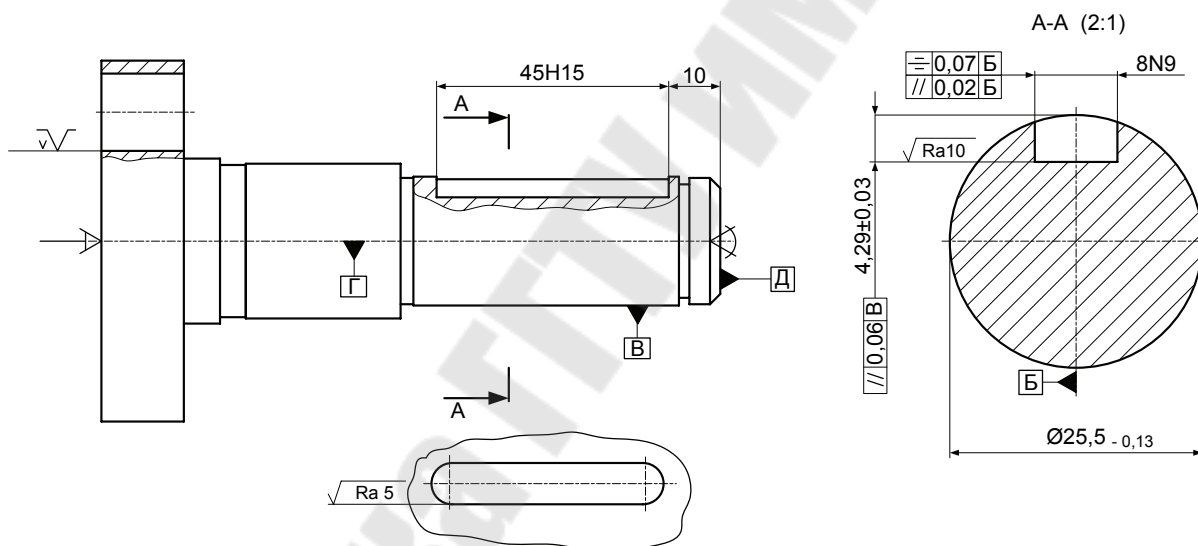


Рис.5. Эскиз заготовки, образующейся на оснащаемой операции.

осью в плоскости  $B$  и любым положением горизонтальной оси. Для задания допуска  $T_6$  в той же координатной плоскости используется полярная система координат, у которой взаимно перпендикулярные оси образованы плоскостями  $B$  и  $G$ . Для задания глубины паза и допусков  $T_7$  и  $T_8$  используется прямоугольная система координат с вертикальной осью в плоскости  $B$  и осью, перпендикулярной к ней и проходящей через верхнюю образующую цилиндра  $B$ .

На основном виде эскиза в прямоугольной системе координат заданы длина паза 45 мм (с допуском  $T_2$ ) и расстояние до паза 10 мм (с допуском  $T_3$ ) от плоскости правого торца  $D$ .

Если совместить плоские системы координат двух видов эскиза, то получим две пространственные системы координат: прямоугольную (из двух плоских прямоугольных), которой соответствует первый комплект баз и цилиндрическую (из прямоугольной основного вида и полярной для сечения  $A-A$ ), которой соответствует второй и третий комплект баз. В данном случае определяющей базой комплекта будет более протяженная двойная направляющая база. Поэтому выбираем третий комплект баз (см. рис.3): скрытую двойную направляющую с опорными точками ( $OT$ ) 1÷4 на оси вращения заготовки; явную опорную от перемещения вдоль оси вращения ( $OT$  5) на правом торце вала; скрытую опорную от вращения на оси отверстия  $\varnothing 14,7H10$  ( $OT$  6). Принятую теоретическую схему базирования следует изобразить на используемых базах на эскизе поступающей заготовки (см. рис.3).

Поскольку при задании выдерживаемых параметров точности использовано несколько систем координат, то при использовании одной технологической системы координат (схемы базирования) нельзя совместить конструкторские и технологические базы для всех выдерживаемых параметров точности. Но для большинства (шести из восьми) параметров изображенная на рис.3 теоретическая схема базирования отвечает первому принципу идеальной схемы установки [1, с.7].

Выдерживаемые параметры точности имеют разное направление, поэтому и второй принцип уменьшения погрешностей установки [1, с.7] не может быть реализован в полном объеме. Но наиболее благоприятное направление усилия закрепления для большинства параметров точности будет вдоль оси заготовки слева.

### 3.1.3.2. Определение практической схемы установки.

Для выбора практической (технологической) схемы установки заготовки кроме рекомендаций [1] следует изучить [5, с. 23...60], [6, с.8...31], где приведены типовые, наиболее часто встречающиеся, схемы установки.

Для определенной ранее «идеальной» теоретической схемы базирования и закрепления подходят установки:

- 1) на три центра: один плавающий для правого торца и два подвижных (для левого центрального гнезда и отверстия с  $\varnothing 14,7H10$ , для которого лучше применить центр срезанный в горизонтальной плоскости);

2) в центрирующий механизм (в тиски с равномерной сходимостью призматических губок или патроны кулачковый, цанговый, гидропластовый) с упором в правый торец, и отверстием  $\varnothing 14,7H10$  на разжимной или конический срезанный палец;

3) в призму поверхностью  $\varnothing 25,5h11$  с упором в правый торец и на разжимной или конический срезанный плавающий палец отверстием  $\varnothing 14,7H10$ ;

с зажимом, действующим на левый торец заготовки.

Второй вариант наиболее сложен в разработке конструкции и ее реализации в металле. Кроме того здесь велико искушение центрирующий механизм использовать и в качестве зажимного, что изменит направление усилия закрепления и породит погрешности закрепления для большинства, в том числе и лимитирующих, параметров точности.

Третий вариант установки приведет к смещению двойной направляющей базы ниже оси вращения заготовки в плоскости  $B$ , что увеличит погрешность базирования для глубины паза и сделает ее короче (в пределах длины призмы), что потребует большей точности изготовления приспособления для обеспечения  $T_8$ . Но этот вариант обеспечивает большую устойчивость, жесткость, меньшее изнашивание установочных элементов, большую производительность обработки с более интенсивными режимами резания.

Приведенные, далеко неполные, рассуждения позволяют найти компромиссное решение и выбрать один из имеющихся вариантов. Мы остановимся на первом и проверим допустимость возникающих погрешностей установки для лимитирующих параметров точности. Результаты представим в таблице 1.

*Таблица 1.*

Данные для оценки погрешности установки в мм для принятой схемы установки.

Параметр точности	$\varepsilon_{\delta i}$	$\varepsilon_{z i}$	$\varepsilon_{\text{пр} i}$	$\varepsilon_i$
$T_3=0,36$	0	0,120	0,05	0,13
$T_4=0,072$	0	0	0,02	0,02
$T_5=0,018$	0	0	0,01÷0,02	0,01÷0,02
$T_6=0,02$	0	0	0,05	0,05
$T_7=0,057$	0,065	0	0,02	0,068
$T_8=0,06$	0,065	0	0,02	0,068

Допуски  $T_1$  и  $T_2$  не занесены в табл.1, так как  $T_1 = 0,036$  получается за счет мерного инструмента (шпоночной фрезы), а  $T_2 = 0,58$  за счет настройки по упорам движения подачи станка.

Схема установки допустима (см.[1, с.17]), если

$$\bar{\varepsilon}_i = \bar{\varepsilon}_{\delta i} + \bar{\varepsilon}_z + \bar{\varepsilon}_{npi} \leq \left( \frac{T_i}{5} \div \frac{T_i}{2} \right),$$

где  $\bar{\varepsilon}_i$  - вектор погрешности установки для  $i$ -го параметра точности;

$\bar{\varepsilon}_{\delta i}$  - вектор погрешности базирования для  $i$ -го параметра точности [7, с.45...48];

$\bar{\varepsilon}_{zi}$  - вектор погрешности закрепления для  $i$ -го параметра точности [1, с.18...21];

$\bar{\varepsilon}_{npi}$  - вектор погрешности приспособления для  $i$ -го параметра точности [10, с.538...539].

Суммирование погрешностей выполняют алгебраически (при совпадении направлений) или геометрически для разных направлений векторов. В данном случае применим векторное суммирование:

$$\varepsilon_i = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_z^2 + \varepsilon_{np}^2}.$$

Как видно из таблицы 1 проблематично обеспечить три из 4-х лимитирующих параметров точности. Для допуска параллельности плоскости симметрии паза относительно оси вала  $T_5$  проблема возникает из-за очень малой величины поля допуска, которая сравнима со средне-статической погрешностью изготовления приспособлений в машиностроении  $\varepsilon_{np5}$ . Поэтому при изготовлении деталей приспособления, влияющих точностью своего изготовления на  $T_5$  надо будет обратить особое внимание, чтобы довести погрешность до величины  $\varepsilon_{np5} = 0,004 \div 0,009$ , чтобы и  $\varepsilon_5$  не превысила этой величины (т.е.  $\varepsilon_5 \leq \frac{T_5}{5} \div \frac{T_5}{2} = 0,004 \div 0,009$ ). Погрешности установки  $\varepsilon_7$  и  $\varepsilon_8$  превысили соответствующие допуски из-за больших погрешностей базирования  $\varepsilon_{\delta 7} = \varepsilon_{\delta 8} = 0,065$  равных половине допуска на диаметре  $\varnothing 25,5h11(-0,13)$ , т.к. здесь в отличие от  $\varepsilon_{\delta 4}$  и  $\varepsilon_{\delta 5}$  не совпадает конструкторская база (верхняя образующая цилиндра) и технологическая база (ось лежащая в плоскости  $\Gamma$  см. рис.5). К счастью, обработка шпоночной фрезой должна вестись с настройкой обработки глубины шпоночного паза при касании верхней образующей  $\varnothing 25,5h11$ . При этом для каждой заготовки

фиксируется положение этой образующей и может изменяться (по лимбу станка) положение точки отсчета набираемой глубины паза. Фактически такой процесс обработки каждый раз для глубины паза и  $T_7$  совмещает технологическую базу с конструкторской, поэтому можно записать, что  $\varepsilon_{67} = \varepsilon_{68} = 0$ , и тогда  $\varepsilon_7 = 0,02 < 0,5 \cdot T_7 = 0,027$ , а  $\varepsilon_8 = 0,02 < 0,5 \cdot T_8 = 0,03$ .

Теперь можно на операционный эскиз заготовки, образующейся на оснащаемой операции, нанести условными обозначениями опор, зажимов и их поверхностей практическую схему установки (см. рис.5).

### 3.1.4. Выбор инструмента и оборудования.

Выбираем шпоночную фрезу  $\varnothing 8$  ГОСТ 9140-78 [8, с.177] из быстрорежущей стали Р6М5. Обработку будем производить на шпоночно-фрезерном станке модели 6Д92 [2, с.192-193].

### 3.1.5. Расчет оптимальных параметров режима обработки и нормы времени.

По [8, с.286] Выбираем глубину фрезерования вала из стали 40Х,  $\sigma_s = 1000$  МПа,  $t = 0,3$  мм, подача на один зуб фрезы  $S_{zT} = 0,12$  мм/зуб.

Определяем скорость резания по формуле:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V;$$

по [8, с.287]  $C_V = 12$ ;  $q = 0,3$ ;  $x = 0,3$ ;  $y = 0,25$ ;  $u = 0$ ;  $p = 0$ ;  
 $m = 0,26$ , по [8, с.290] примем период стойкости фрезы  $T = 60$  мин.

по [8, с.282];  $K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{uV}$ ,

по [8, с.261-262];

$$K_{MV} = 0,85 \cdot \left( \frac{750}{1000} \right)^{1,45} = 0,56$$

$$K_{ПV} = 1,0; K_{uV} = 1,0; K_V = 0,56 \cdot 1 \cdot 1 = 0,56;$$

$$V = \frac{12 \cdot 8^{0,3}}{60^{0,26} \cdot 0,3^{0,3} \cdot 0,12^{0,25} \cdot 8^0 \cdot 2^0} \cdot 0,56 = 10,32 \text{ м/мин.}$$

Определяем частоту вращения фрезы:

$$n = \frac{1000 \cdot 10,32}{3,14 \cdot 8} = 410,6 \text{ об/мин.}$$



Ближайшее значение частоты вращения для станка 6Д92 [2, с.192]  $n' = 400$  об/мин, тогда

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 400}{1000} = 10,05 \text{ м/мин.}$$

$$S_{M_{\text{пр}}} = S_{z_T} \cdot z \cdot n' = 0,12 \cdot 2 \cdot 400 = 96 \text{ мм/мин}$$

принимая минутную продольную  $S'_{M_{\text{пр}}} = 100$  мм/мин и минутную поперечную подачу  $S'_{M_{\text{non}}} = 100$  мм/мин.

Пересчитаем подачу на зуб для расчета усилия резания по установленным на станке значениям подачи и частоты вращения:

$$S'_z = \frac{S'_M}{z \cdot n'} = \frac{100}{2 \cdot 400} = 0,125 \text{ мм/зуб.}$$

Определяем силу резания [8, с.291]:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^\omega} \cdot K_{Mp};$$

$$C_p = 68,2; x = 0,86; y = 0,72; u = 1; q = 0,86; \omega = 0;$$

$$K_{Mp} = \left( \frac{\sigma_6}{750} \right)^{0,3} = \left( \frac{1000}{750} \right)^{0,3} = 1,09; [8, с.264];$$

при продольном фрезеровании:

$$P_{z_{\text{пр}}} = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 0,3^{0,86} \cdot 0,125^{0,72} \cdot 8^1 \cdot 2}{8^{0,86} \cdot 400^0} \cdot 1,09 = 158 \text{ Н}$$

при поперечном врезании на глубину 0,3 мм:  $B = 0,3; t = 8$ :

$$P_{z_n} = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 8^{0,86} \cdot 0,125^{0,72} \cdot 0,3^1 \cdot 2}{8^{0,86} \cdot 400^0} \cdot 1,09 = 99,8 \approx 100 \text{ Н.}$$

Крутящий момент на шпинделе:

$$M = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 1000} = \frac{158 \cdot 8}{2 \cdot 1000} = 0,632 \text{ Н·м.}$$

Эффективная мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{158 \cdot 10,05}{1020 \cdot 60} = 0,026 \text{ кВт; } N_e < N_{\text{дв}} = 2,2 \text{ кВт [2, с.193]}$$

Определяем основное время обработки.

Для минутных подач  $S_{M_{\text{пр}}} = S_{M_{\text{non}}} = 100$  мм/мин; при глубине резания  $t = 0,3$  мм; длине закрытого с двух сторон шпоночного паза  $L = 45$  мм; глубине шпоночного паза  $h = 4,29$  мм и маятниковой обработке:

$$T_0 = \frac{h}{S_{M_{non}}} + \frac{L-D}{S_{M_{np}}} \cdot \left( \text{int} \left( \frac{h}{t} \right) + 1 \right) = \frac{4,29}{100} + \frac{45-8}{100} \cdot \left( \text{int} \left( \frac{4,29}{0,3} \right) + 1 \right) =$$

$$= 0,0429 + 0,37 \cdot (14 + 1) = 5,593 \text{ мин.}$$

Определяем норму штучно-калькуляционного времени по [2, с.198-209].

Вспомогательное время  $T_e$  равно сумме времен: на установку-снятие  $t_{yc}$ , закрепление-открепление заготовки  $t_{zo}$ , управление станком  $t_{yn}$ , измерение  $t_{изм}$ .

По [2, с.201] время на установку и снятие детали (заготовки) в открытом приспособлении на два центра и палец массой до 3 кг  $t_{yc} = 0,058$  мин. Время закрепления детали винтовым зажимом с помощью гаечного ключа -  $t_{zo} = 0,094$  мин [2, с.202]

Время на управление станком  $t_{yn}$  [2, с.202-203]:

2·0,01 – включить-выключить станок кнопкой;

2·0,02 – включить-выключить маятниковую подачу рычагом;

2·0,04 – подвести-отвести фрезу в горизонтальной поперечном направлении.

$$t_{yn} = 2 \cdot (0,01 + 0,02 + 0,04) = 0,14 \text{ мин.}$$

Время в минутах на измерение обрабатываемых поверхностей по [2, с.206-209]:

ширины 8N9 калибром-пробкой – 0,09;

длины 45H15 шаблоном линейным двусторонним – 0,06;

глубины  $4,29 \pm 0,03$  глубиномером – 0,16.

При измерении 20% заготовок:

$$t_{из} = 0,2 \cdot (0,09 + 0,06 + 0,16) = 0,062 \text{ мин.}$$

$$T_e = 0,058 + 0,094 + 0,14 + 0,062 = 0,354 \text{ мин.}$$

Время на обслуживание по [2, с.101-102]:

$$T_{об} = T_{тех} + T_{орг}$$

$$T_{тех} = T_0 \cdot \frac{t_{см}}{T} - \text{время технического обслуживания;}$$

где  $t_{см} = 1,8$  мин – время на замену концевой фрезы;

$T = 60$  - период стойкости фрезы;

$$T_{тех} = 5,593 \cdot \frac{1,8}{60} = 0,168 \text{ мин.}$$

$T_{орг} = T_{он} \cdot \frac{П_{об}}{100}$  - время организационного обслуживания:

$T_{он} = T_0 + T_г = 5,593 + 0,354 = 5,947$  - оперативное время;

$П_{об} = 1,4\%$  - доля затрат на организационное обслуживание шпоночно-фрезерного станка [2, с.213];

$T_{орг} = 5,947 \cdot 0,014 = 0,083$  мин.

$T_{об} = 0,168 + 0,083 = 0,251$  мин.

Время на отдых:

$T_{от} = T_{он} \cdot \frac{П_{от}}{100}$ ;

где  $П_{от} = 5\%$  - доля времени на отдых при работе с механической подачей [2, с.214]

$T_{от} = 5,947 \cdot 0,05 = 0,297$

Тогда штучное время для массового производства будет:

$T_{шт} = T_0 + T_г + T_{об} + T_{от}$ .

$T_{шт} = 5,593 + 0,354 + 0,251 + 0,297 = 6,495$  мин.

При годовом выпуске 10000 шт. годовая трудоемкость  $Tr_г$  в часах составит:

$Tr_г = \frac{N \cdot T_{шт}}{60} = \frac{10000 \cdot 6,495}{60} = 1082,5$  ч,

что не подтверждает предположения о массовом типе производства, т.к. она меньше действительного годового фонда времени работы оборудования (при односменном режиме работы он равен примерно  $F_д = 2014$  ч. [2, с.22] для выбранного станка 6Д92).

Количество операций на рабочем месте:

$O = \frac{F_д}{Tr_г} = \frac{2914}{1082,5} = 1,86 > 1$ ,

а для других операций при  $T_{шт} < 6,495$  мин, которыми станок будет дозагружаться в производстве других деталей, это количество операций на данном рабочем месте может достигать  $O = 10$ . Поэтому примем решение об организации обработки детали в условиях крупносерийного производства, определим размер партии деталей ( $n$ ) одновременно запускаемых в производства и пересчитаем  $T_{шт}$  и  $T_{шк}$  (штучно-калькуляционное время).

По [2, с.23]:

$$n = \frac{476 \cdot 0,8 \cdot C_{np}}{T_{шт}}$$

где: 476 – продолжительность рабочей смены в минутах;

0,8 – нормативный коэффициент загрузки оборудования;

$C_{np} = 1$  - принятое число смен для обработки партии деталей;

$T_{шт} \approx 1,1 \cdot T_{шт}$  - примерное значение штучно-калькуляционного времени, которое нельзя рассчитать без известного  $n$ .

$$n = \frac{476 \cdot 0,8 \cdot 1}{1,1 \cdot 6,495} \approx 53 \text{ шт.}$$

Для крупносерийного производства (см. [2, с.101, 302]) возрастет вспомогательное время на  $k = 1,5$ , изменятся затраты на обслуживание и отдых и появится подготовительно-заключительное время  $T_{пз}$ .

$$T_{г} = (T_{ус} + T_{зо} + T_{ун} + T_{уз}) \cdot k = 0,354 \cdot 1,5 = 0,531 \text{ мин.}$$

$$T_{он} = T_0 + T_{г} \cdot k = 5,593 + 0,531 = 6,124 \text{ мин.}$$

По [2, с.214]  $\Pi_{об,от} = 8\%$  - доля оперативного времени  $T_{он}$  на обслуживание и отдых:

$$T_{об,от} = T_{он} \cdot \frac{\Pi_{об,от}}{100};$$

$$T_{об,от} = 6,124 \cdot 0,08 = 0,490 \text{ мин.}$$

По [2, с.217, 218] для шпоночно-фрезерного станка с длиной стола 1000м:

- 1) на наладку станка и установку приспособления - 16 мин;
- 2) на получение и установку фрезы - 2 мин;
- 3) на дополнительные приемы - 7 мин.

$$T_{пз} = 16 + 2 + 7 = 25 \text{ мин.}$$

$$T_{шт} = \frac{T_{пз}}{n} + T_0 + T_{г} \cdot k + T_{об,от} = \frac{25}{53} + 5,593 + 3,54 \cdot 1,5 + 0,49 = 7,086 \text{ мин.}$$

### 3.1.6. Выбор рациональной системы приспособлений.

Коэффициент загрузки приспособления [1]:

$$K_3 = \frac{T_{шт} \cdot N}{60 \cdot F} = \frac{7,086 \cdot 10000}{60 \cdot 2014} = 0,586.$$

При периоде эксплуатации приспособления три года ( $T = 36$  мес.) по диаграмме [1, с.25] следует выбрать неразборное специальное приспособление (НСП). Исходя из метода выполнения

операции на выбранном станке, приспособление должно быть одноместным.

Способ закрепления, выбранный ранее и соответствующий времени «закрепления-открепления» - ручной с винтовым зажимом.

### 3.2. Техническое предложение.

Для принятого варианта практической схемы установки (см. п. 3.1.3.2) предлагается неразборное специальное приспособление с установкой одной заготовки на правый плавающий центр, левый центр с винтовым перемещением и поджимом заготовки к самоустанавливающейся опоре, через которую проходит правый плавающий центр, и ориентацией заготовки плоскостью *В* (см. рис.5) по горизонтальной оси шпинделя выбранного станка 6Д92 при помощи подвижного конического срезанного пальца.

Настройка фрезы на ось центров будет производиться по установку и щупу толщиной 5 мм.

Корпус приспособления будет сварной с ориентацией по пазу стола при помощи двух шпонок и с креплением двумя болтами, вставляемыми в *T*-образный паз стола.

### 3.3. Эскизный проект

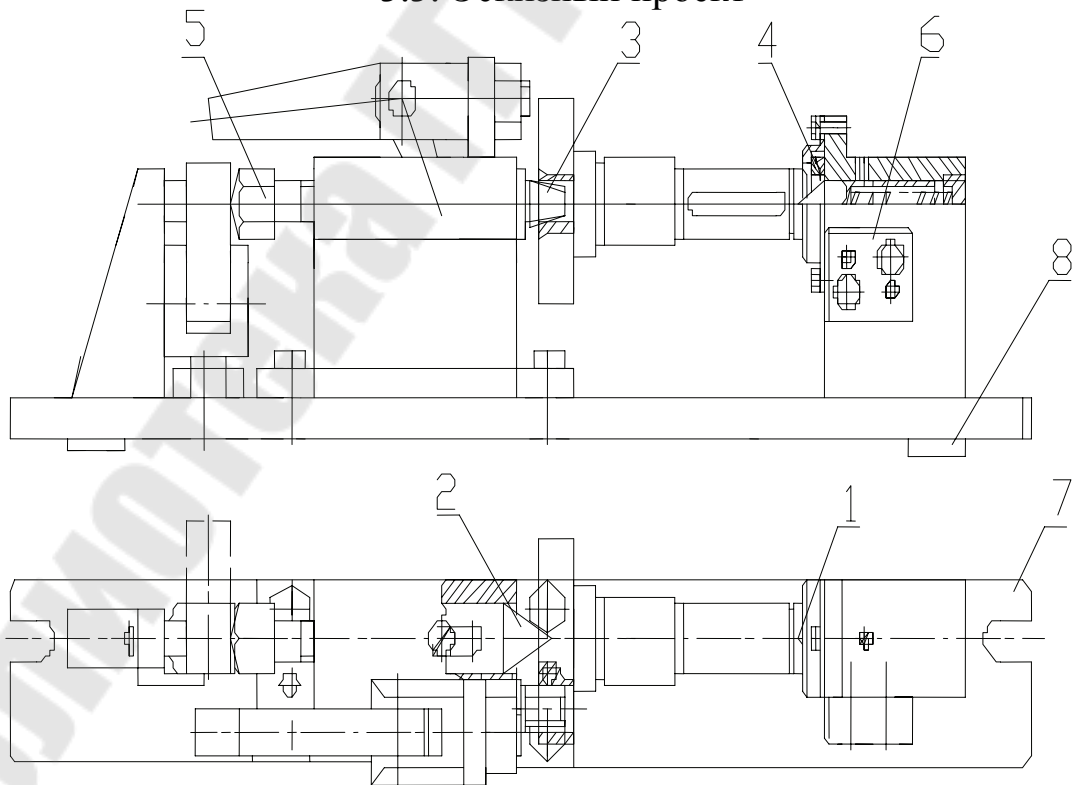


Рисунок 6. Эскиз приспособления.

По рекомендациям [1,5,6,8,9,10] изображаем заготовку, основные функциональные элементы. Объединяя их корпусом приспособления, получаем эскиз приспособления (см. рис. 6):

- 1 – плавающий центр;
- 2 – зажимной центр;
- 3 – конический срезанный палец;
- 4 – опора самоустанавливающаяся;
- 5 – винтовой зажим;
- 6 – установ для настройки фрезы;
- 7 – корпус;
- 8 – шпонка.

### 3.4. Технический проект

3.4.1. После согласования эскизного проекта с технологом (при выполнении контрольной работы с преподавателем) оформляется в соответствии с [1, с. 28-29] сборочный чертеж приспособления. При этом максимально возможное количество деталей следует выбирать стандартных конструкций [9,10], что вызовет изменение по сравнению с эскизом формы и размеров деталей, но избавит от неизбежных ошибок проектирования, дополнительных прочностных расчетов и затрат на изготовление оригинальных деталей.

На рисунке 8 представлен сборочный чертеж, а на рис.9 и 10 спецификация приспособления для фрезерования паза.

Выбор размеров элементов зажимного устройства следует выполнять после «силового расчета» (определения необходимого усилия и расчета размеров «слабого звена»).

#### 3.4.2. Определение необходимого усилия закрепления заготовки.

При обработке шпоночного паза на заготовку действуют силы: резания  $P_{Znp} = 158\text{Н}$ ;  $P_{Zn} = 100\text{Н}$  (см. п. 3.1.5);

$$\text{результатирующая сила: } - P_z = \sqrt{P_{znp}^2 + P_{zn}^2};$$

реакции:  $R$  - со стороны левого центра;

$R_1$  - со стороны опорной шайбы правого плавающего центра и соответствующая ей сила трения  $T_1$ ;

$R_2$  - со стороны срезанного пальца в отверстии фланца  $\varnothing 14,7$  и соответствующая ей сила трения  $T_2$  (условно не показана);

сила закрепления  $W$ ; сила трения  $T$  от нормальной составляющей  $N$  на конусе центрального гнезда.

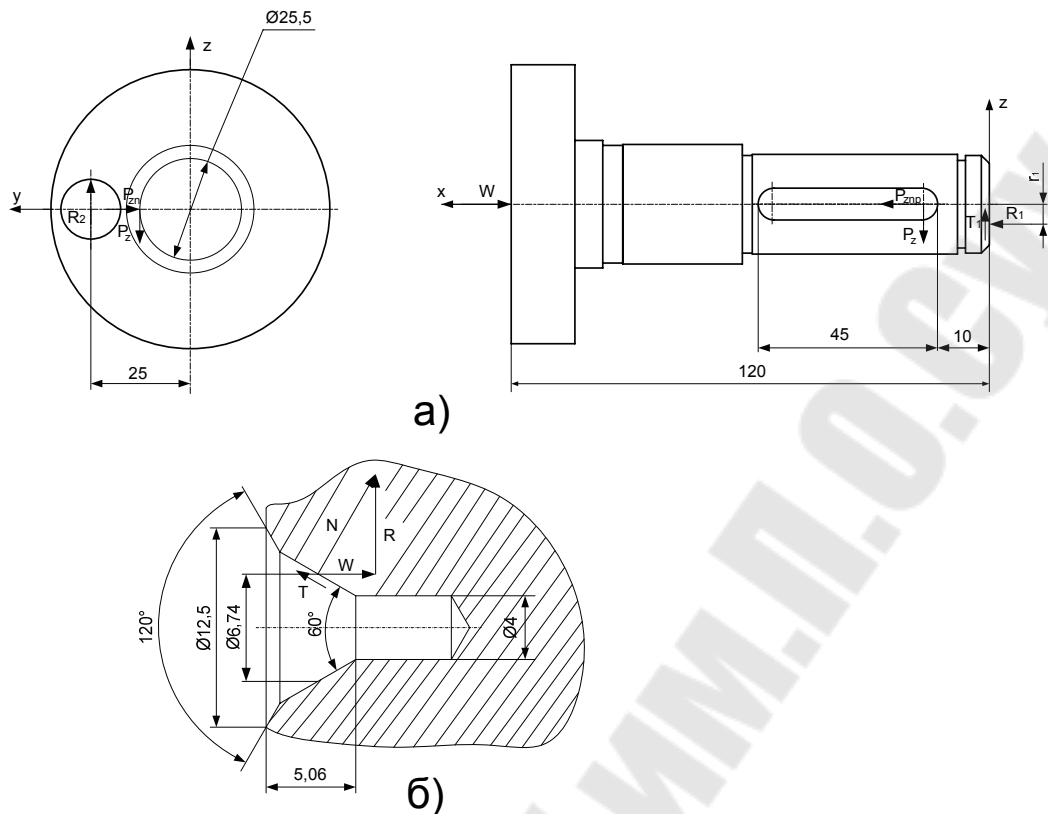


Рис.7. Схема действия сил на заготовку при фрезеровании шпоночного паза.

Поскольку левый центр является не только установочным, но и зажимным элементом, то реакция  $R$  и сила трения  $T$  будут зависеть от силы закрепления  $W$  (см. схему действия сил в центровом гнезде рис. 7б)).

$$R = W \cdot \operatorname{tg} 60^{\circ} = 1,732 \cdot W;$$

$$T = N \cdot f' = \frac{W}{\cos 60^{\circ}} \cdot f' = 2 \cdot W \cdot f';$$

где  $f' = f \cdot \frac{4}{\pi \sin 30^{\circ}}$  - приведенный коэффициент трения на конической поверхности центрового гнезда при повороте вокруг оси;  
 $f = 0,1$  - коэффициент полусухого трения для плоских стальных поверхностей [5];

$$f' = \frac{0,1 \cdot 4}{3,14 \cdot 0,5} = 0,25.$$

Средний диаметр конуса центрового гнезда формы В [9, с.26, 27]  $D_{cp} = \varnothing 6,74$  (его можно найти по известным  $\varnothing 12,5$  конуса с углом  $120^{\circ}$ , длине 5,06 и диаметру цилиндрического отверстия 4).

Приведенный радиус трения  $r_1 = 0,5D_1$  на правом торце заготовки можно найти по формуле, аналогичной формуле для закрепления гайкой [5, с.185].

$$r_1 = 0,5 \cdot \frac{D_n^3 - d_г^3}{3(D_n^2 - d_г^2)}$$

где:  $D_n = 20$  мм - диаметр правого торца вала без фаски;

$d_г = 16,5$  мм - диаметр отверстия опорной шайбы;

$$r_1 = 0,5 \frac{20^3 - 16,5^3}{3(20^2 - 16,5^2)} = 4,58 \text{ мм}$$

Так как при определении  $W$  нужно исходить из наиболее неблагоприятного случая действия сил, сдвигающих заготовку при обработке, то примем следующие условия:

1) правый плавающий центр и срезанный конический палец для отверстия фланца используются только для базирования заготовки, и поэтому реакциями и соответствующими силами трения от них пренебрегаем;

2) усилие возвратной пружины для правого центра в расчете не рассматривается из-за небольшой величины.

Оба эти условия приведут к заведомому увеличению необходимого усилия закрепления  $W$ , но избавят от двух неизвестных  $R_2$  и  $R_3$  (реакции от правого центра, условно не показанной на рис. 7а) и соответствующих сил трения, чем сократят трудоемкость расчета.

В итоге осталось два неизвестных:  $W$  и  $R_1$ , т.к. все остальные неизвестные являются производными от них - для  $R$  и  $T$  формулы записаны ранее, а  $T_1 = R_1 \cdot f = 0,1 \cdot R_1$ . Для их определения составим систему двух уравнений:

$$\begin{cases} \sum P_{i_x} = 0 \\ \sum M_{i_x} = 0 \end{cases}$$

$$P_z = \sqrt{P_{znp}^2 + P_{zn}^2} = \sqrt{158^2 + 100^2} = 187 \text{ Н}$$

$$\begin{cases} R_1 - W + P_{znp} = 0 \\ -T_1 \cdot r_1 - T \cdot \frac{D_{cp}}{2} + P_z \cdot \frac{25,5}{2} = 0 \end{cases}$$



$$\begin{cases} R_1 - W + 158 = 0 \\ -0,1 \cdot 4,58 \cdot R_1 - 2 \cdot 0,25 \cdot \frac{6,74}{2} \cdot W + 2384,08 = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} R_1 - W = -158 \\ R_1 + 3,679 \cdot W = 5205,41; \\ 4,679 \cdot W = 5363,41; \\ W = 1159,9 \text{ Н.} \end{cases}$$

Рассчитаем коэффициент запаса [1, с.30]:

$$K = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6;$$

где  $k_0=1,5$  - гарантированный коэффициент запаса;

$k_1=1$  - для чистовой обработки паза;

$k_2=1,7$  - учитывает затупление фрезы [1, с.32];

$k_3=1,2$  - для процесса прерывистого резания при фрезеровании;

$k_4=1,3$  - для ручного зажимного механизма;

$k_5=1,2$  - угол поворота более  $90^0$ ;

$k_6=1$  - расположение точек контакта, постоянное и известное.

$$K = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,7 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 1 = 4,774$$

Сила, развиваемая зажимным механизмом ( $Q$ ) должна быть

$$Q = K \cdot W = 1150,9 \cdot 4,774 = 5495 \text{ Н.}$$

Расчет винтового зажима производим по [5, с.85...112].

Номинальный диаметр винта

$$d = 1,4 \sqrt{\frac{Q}{\sigma}},$$

где  $\sigma = 80$  МПа [5, с.95].

$$d = 1,4 \sqrt{\frac{5495}{80}} = 11,6 \text{ мм.}$$

Из конструктивных соображений принимаем резьбу винта М16-6g.

Момент, развиваемый винтом со сферическим торцем [5, с.86]

$$M \approx 0,1 \cdot d \cdot Q = 0,1 \cdot 16 \cdot 5495 = 8792 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Усилие, которое должен приложить рабочий для закрепления заготовки стандартным ключом длиной  $l = 220$  мм

$$P = \frac{M}{l} = \frac{8792}{220} = 40 \text{ Н,}$$

что значительно меньше допустимой величины  $[P] = 145 \div 195 \text{ Н.}$

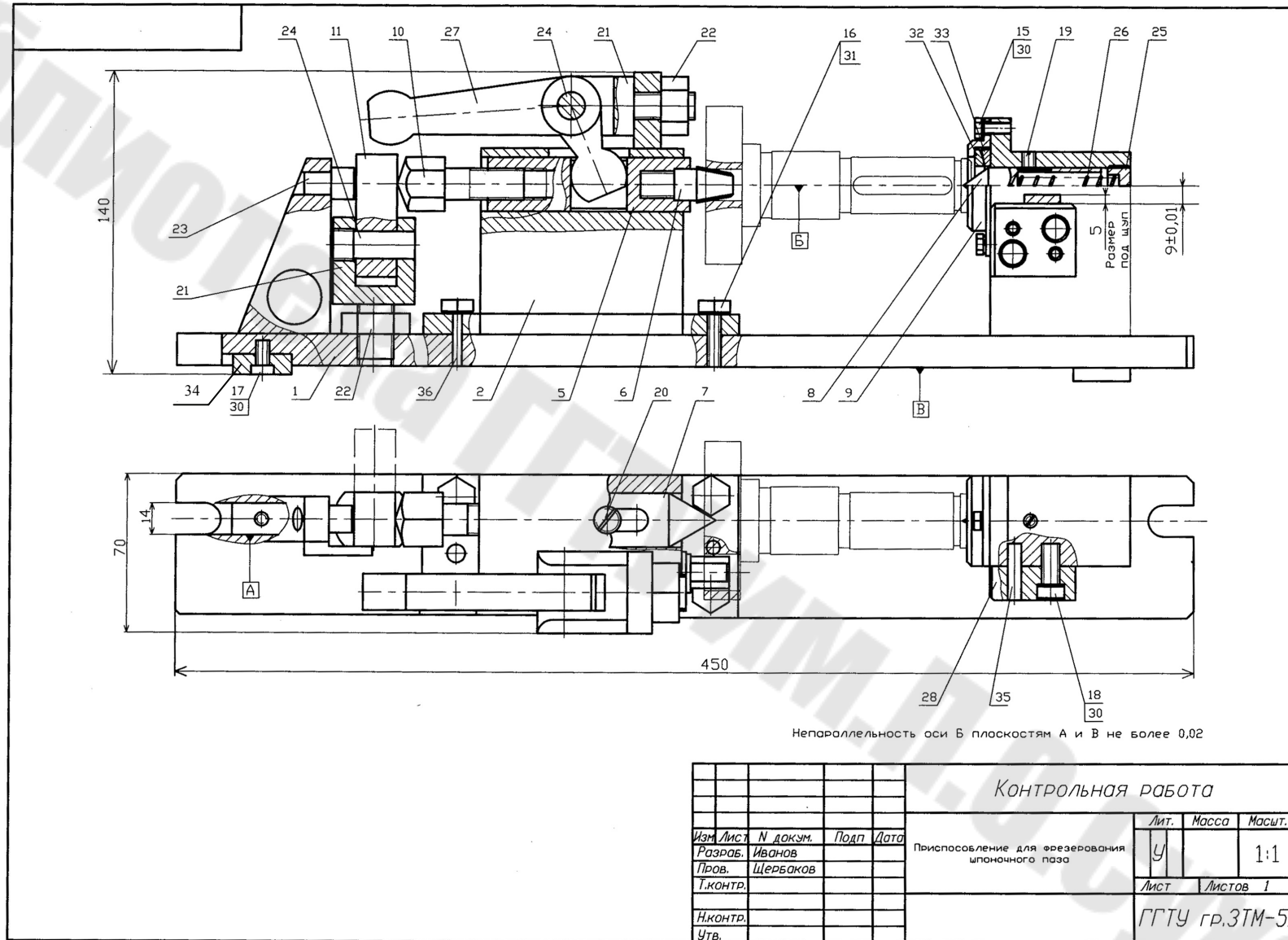


Рис. 8.Сборочный чертеж приспособления

### 3.4.3. Расчет экономической целесообразности применения приспособления.

Разработанное приспособление относится к системе НСП, поэтому определим годовые затраты по [1, с.34, 35] и нормативам [10, с. 52].

$$Z_{нсп} = C_{нсп} \cdot (K_{Ансп} + K_{Энсп})$$

$C_{Мнсп} = 130$  руб. - себестоимость в металле приспособления 4-й группы сложности с количеством деталей от 20÷40 (см. сборочный чертеж рис. 8 и спецификацию на рис.9, 10).

$$K_{Ансп} = 0,5; K_{Пнсп} = 0,3; K_{Энсп} = 0,2 [1, с. 35].$$

Тогда:

$$C_{нсп} = C_{Мнсп} \cdot (1 + K_{Пнсп}) = 130 \cdot (1 + 0,3) = 169 \text{ руб.};$$

$$Z_{нсп} = 169 \cdot (0,5 + 0,2) = 118,3 \text{ руб.}$$

Экономия от снижения трудоемкости обработки заготовки можно определить, зная штучно-калькуляционное время (норму времени) на операции до оснащения ее разработанным приспособлением  $t_{k_1}$ , и после оснащения  $t_{k_2}$ .

$$t_{k_2} = T_{шк} = 7,086 \text{ мин было определено в п. 3.1.5.}$$

Для определения  $t_{k_1}$  следует пронормировать эту же операцию, но оснащенную другим приспособлением. Обычно сравнение проводят с приспособлением из системы УБП, позволяющим произвести заданную обработку на операции, но требующей большего времени и большей квалификации рабочего.

Предположим, что операция будет выполняться на том же станке и с такими же параметрами обработки, как было определено в п. 3.1.5., но вместо специального приспособления станок оснащен универсальными станочными тисками. После закрепления в них заготовки рабочему придется при обработке производить выверку положения фрезы относительно заготовки по трем координатным осям, что потребует большей его квалификации для выдерживания заданных параметров точности, и увеличит вспомогательное время на 0,5 мин [11].

Тогда:

$$t_{k_1} = 7,086 + 0,5 = 7,586 \text{ мин.}$$

Примем разряд работы до оснащения 4-й с часовой тарифной ставкой [2, с.40]  $L_{T_1} = 67$  коп/ч, а при оснащении спроектированным приспособлением достаточно 3-го разряда с  $L_{T_2} = 60,6$  коп/ч.

Тогда экономия зарплаты на операцию составит

$$\Delta L = t_{k_1} \cdot L_{m_1} - t_{k_2} \cdot L_{m_2} = \frac{1}{60} (7,586 \cdot 67 - 7,086 \cdot 60,6) = 1,314 \text{ коп}$$

Экономия при обработке одной заготовки с учетом накладных расходов  $H = 120\%$ .

$$\mathcal{E} = (1 + 0,01 \cdot H) \cdot \Delta L = (1 + 1,2) \cdot 1,314 = 2,891 \text{ коп.}$$

Годовая экономия будет:

$$\mathcal{E}_2 = \mathcal{E} \cdot N = 2,891 \cdot 10000 = 28911,81 \text{ коп} = 289,12 \text{ руб.}$$

Суммарный годовой экономический эффект в ценах и ставках до 1991г. составит

$$\mathcal{E}_c = \mathcal{E}_2 - \mathcal{Z}_2 = 289,12 - 118,3 = 170,82 \text{ руб.}$$

С учетом поправочного коэффициента (который может изменяться с течением времени) на 2009г. суммарный годовой эффект составит:

$$\mathcal{E}_{C2009} = K_{2009} \cdot \mathcal{E}_c = 10000 \cdot 170,82 = 1708200 \text{ руб.}$$

Форм.	Зона.	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим	
				<u>Сборочные единицы</u>			
		1		Корпус	1		
		2		Стойка	1		
				<u>Детали</u>			
		5		Плунжер	1		
		6		Фиксатор	1		
		7		Центр зажимной	1		
		8		Центр плавающий	1		
		9		Корпус	1		
		10		Винт	1		
		11		Упор откидной	1		
				<u>Стандартные изделия</u>			
				Болты ГОСТ 7805-70			
		15		M6×16.58	2		
		16		M12×20.58	4		
				Винты ГОСТ 11738-72			
		17		M6×12.88	2		
		18		M6×16.88	2		
				Винты ГОСТ 1478-75			
		19		M8×10.48	1		
		20		M10×12.48	1		
		21		Вилка 7018-0351			
				ГОСТ 4738-67	2		
		22		Гайка M16.5ГОСТ5927-70	2		
		23		Опора 7034-0274			
				ГОСТ 13440-68	1		
				Контрольная работа			
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.		Иванов					
Пров.		Шербаков					
Н.контр.							
Утв.							
					Приспособление для фрезерования шпоночного паза		
					Лит.	Лист	Листов
					у	1	2
					ГТУ, гр.ЗТМ-51		

Рис. 9. Спецификация к сборочному чертежу (лист 1)



### Литература:

1. М/у 3152. Технологическая оснастка: практ. рук. к контрол. работам по одноим. курсу для студентов специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения» заоч. формы обучения / авт.-сост.: С.А. Щербаков, М.П. Кульгейко. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2005. – 44с.
2. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: [Учебное пособие для машиностроит. спец. вузов] – 4-е изд., перераб. и доп. - Мн: Выш. школа. 1983. – 256с.
3. Допуски и посадки: Справочник. в 2-х ч. / В.Д. Мягков, М.А. Палей, А.Б. Романов, В.А. Брагинский. – 6-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1982. Ч.1. 543с., ил.
4. Допуски и посадки: Справочник. в 2-х ч. / В.Д. Мягков, М.А. Палей, А.Б. Романов, В.А. Брагинский. – 6-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1983. Ч.2. 448с., ил.
5. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений: Учебник для вузов. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983. – 277 с.
6. Болотин Х.Л., Костромин Ф.П. Станочные приспособления. Изд. 5-е перераб. и доп. М.: Машиностроение. 1973-344с.
7. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.1 /Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение. 1985-656с.
8. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2 /Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение. 1986-496с.
9. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. / Ред. совет: Б.Н. Вардашкин (пред.) и др. - М.: Машиностроение, 1984.-Т.1 /Под ред. Б.Н. Вардашкина. А.А.Шатилова, 1984-592с.
10. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. / Ред. совет: Б.Н. Вардашкин (пред.) и др. - М.: Машиностроение, 1984.-Т.2 /Под ред. Б.Н. Вардашкина. А.А.Шатилова, 1984-656с.
11. Общемашиностроительные типовые нормы времени на станочную обработку деталей машин. Выпуск // валы, шкивы, втулки. Мелкосерийное и единичное производство. – М.: ЦБПНТ, 1973. – 221с.

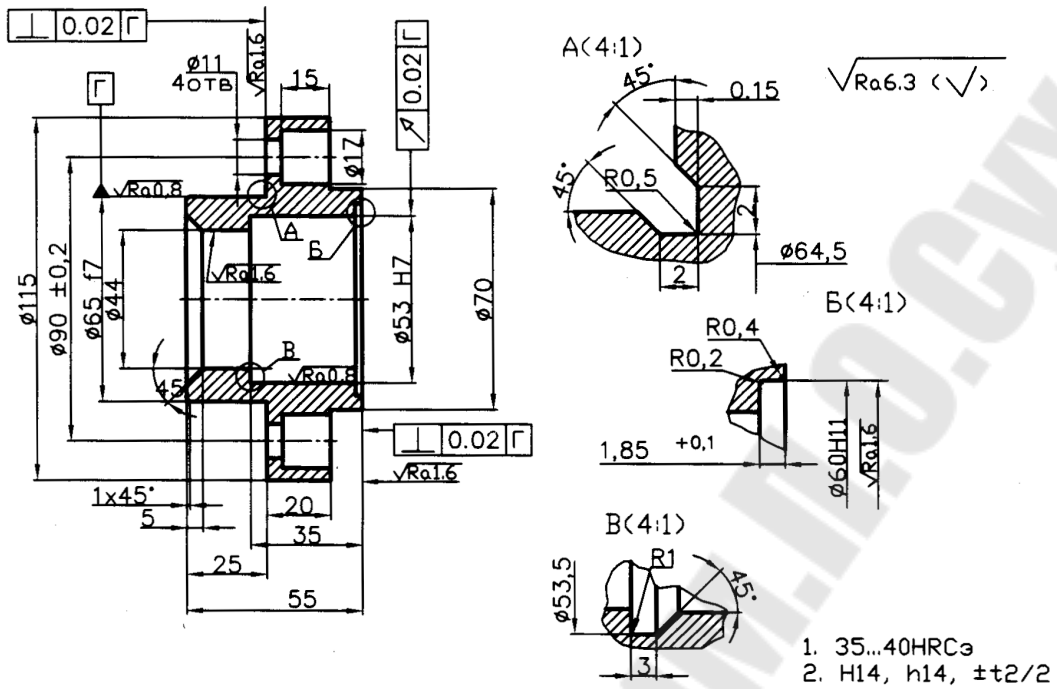


Рис. П.1 Фланец. Сталь 35 ГОСТ 1050–74.

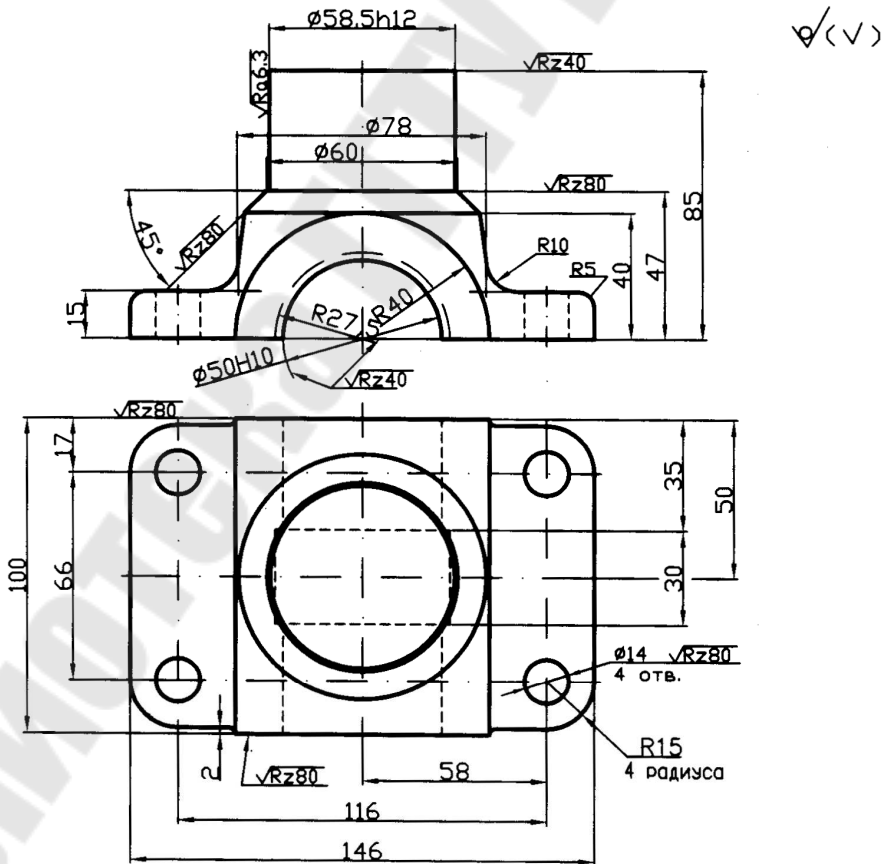
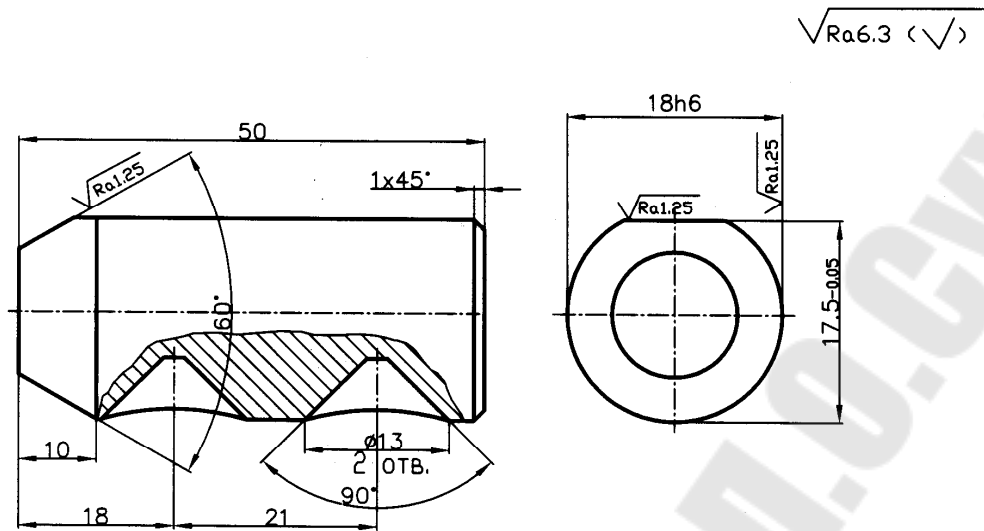


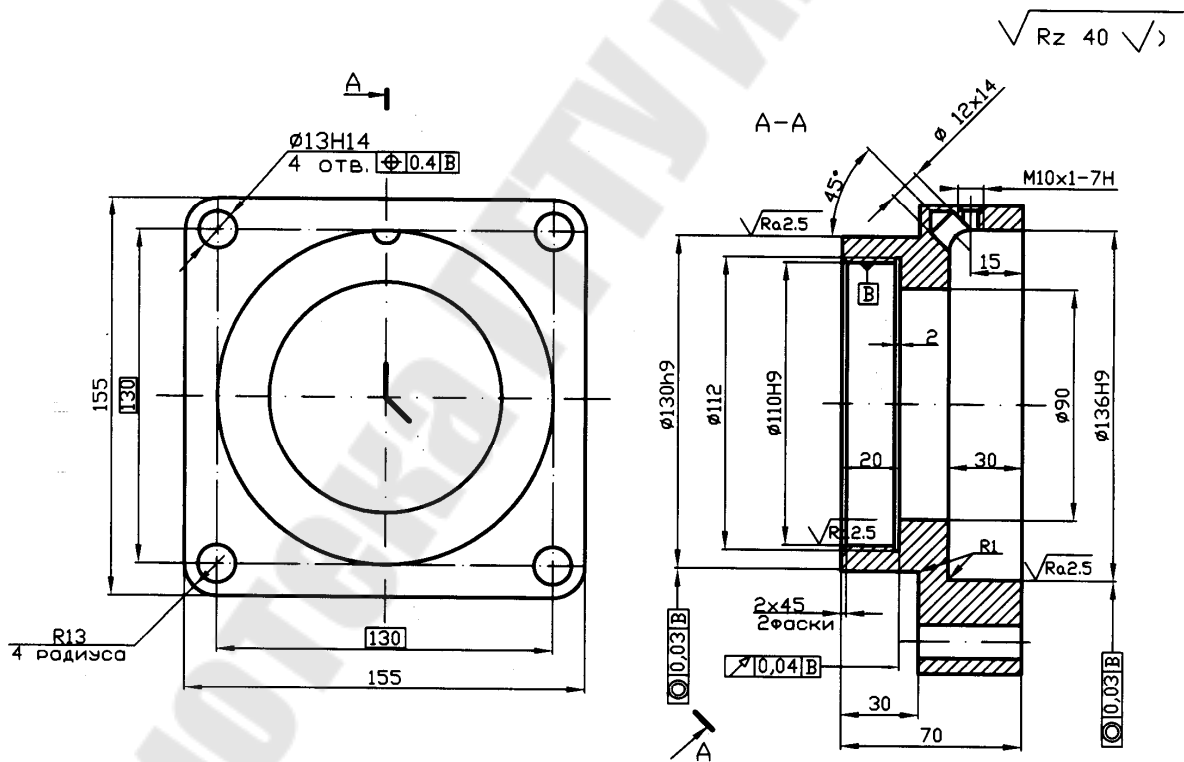
Рис. П.2 Полухомут. Сталь 45 ГОСТ 1050–74.





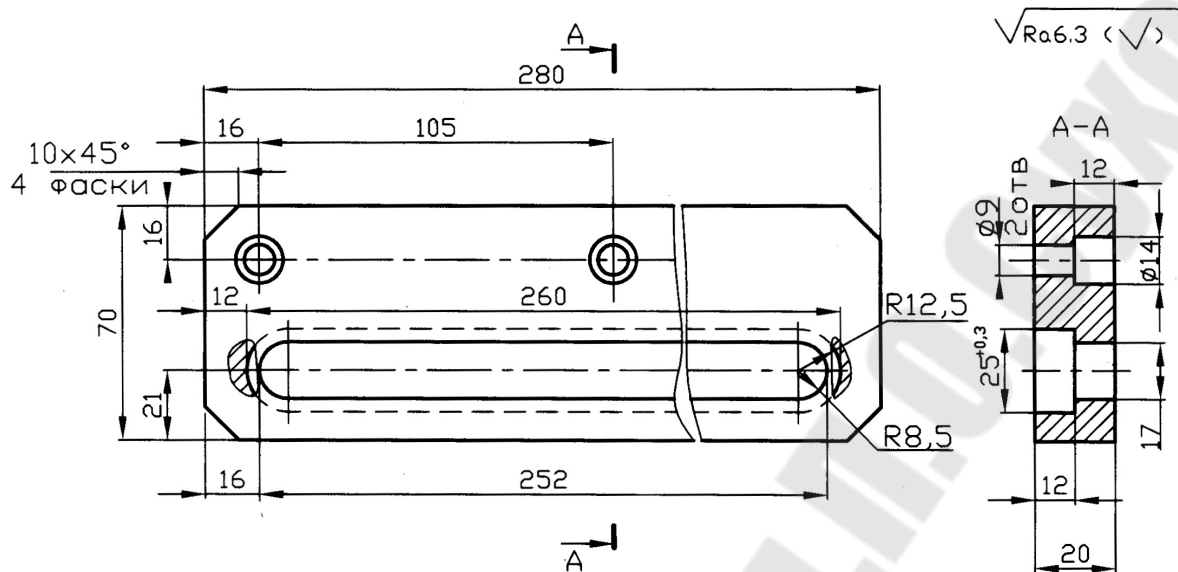
1. 58...60 HRC<sub>3</sub>,
2. H14; h14; ±t<sub>2</sub>/2.

Рис. П.3 Плунжер. Сталь У10 ГОСТ 1435-74.



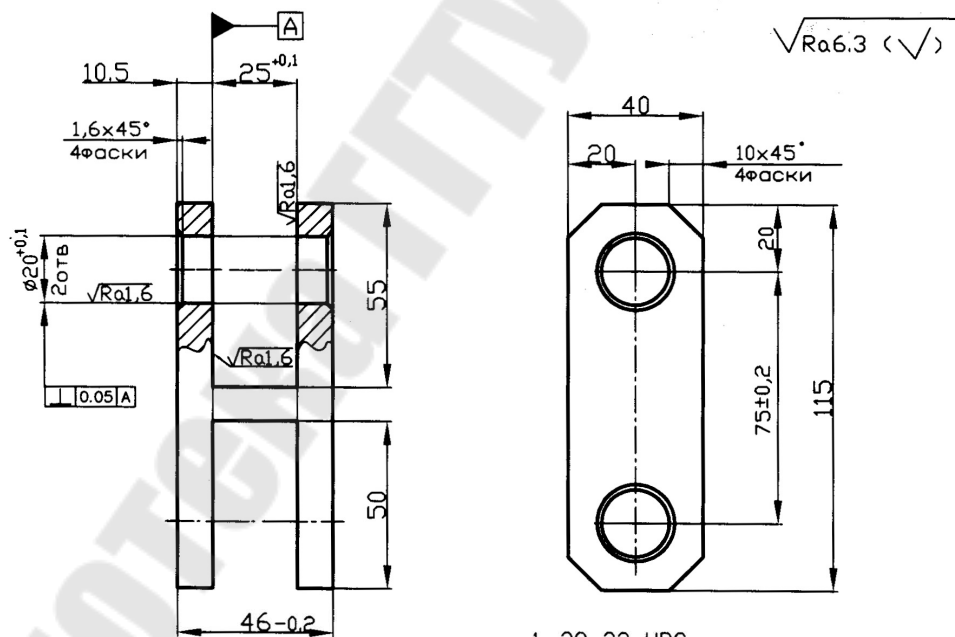
1. H14; h14; ±t<sub>2</sub>/2.
2. Неуказанные фаски 1,6x45°

Рис. П.4. Стакан. Чугун СЧ25 ГОСТ 1412-85.



1. H14; h14;  $\pm t_2/2$ .
2. Покрытие Хим. Окр. прм.

Рис. П.5 Планка. Сталь 35 ГОСТ 1050-74.



1. 28...33 HRC<sub>3</sub>.
2. H14; h14;  $\pm t_2/2$ .
3. Покрытие Хим. Окр. прм.

Рис. П.6 Проушина. Сталь 45 ГОСТ 1050-74.



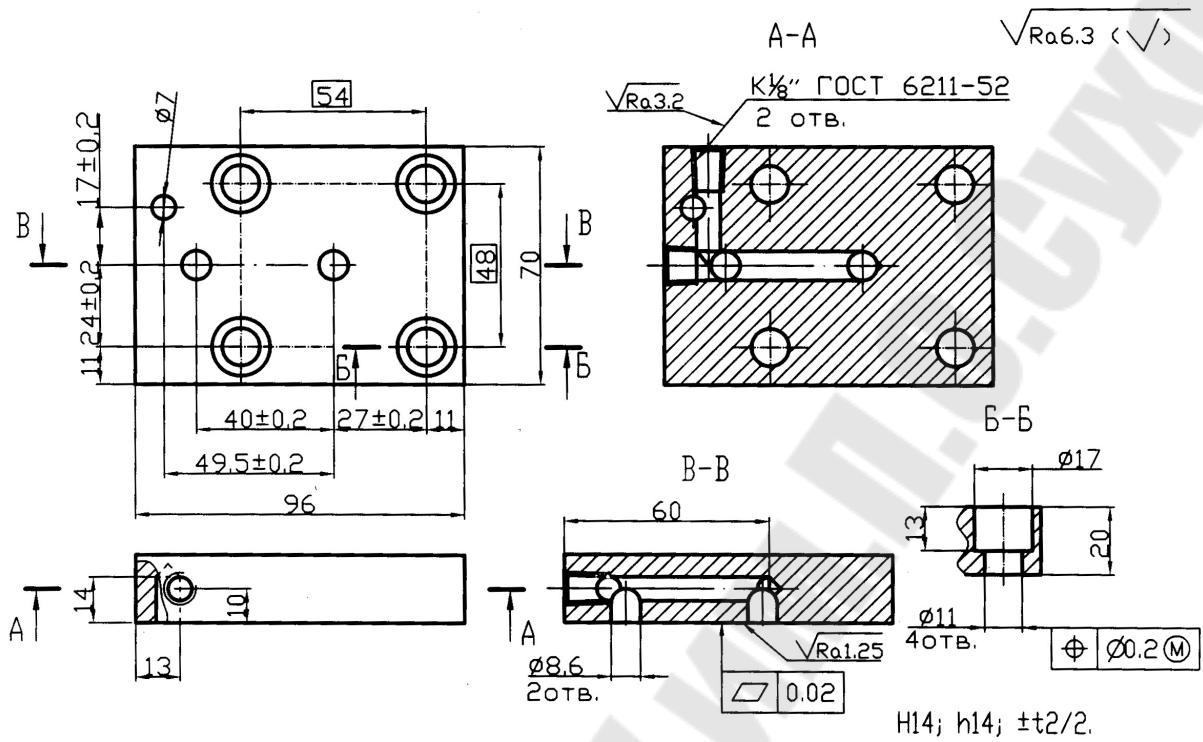


Рис. П.9. Корпус. Чугун Сч 20 ГОСТ 1412-85.

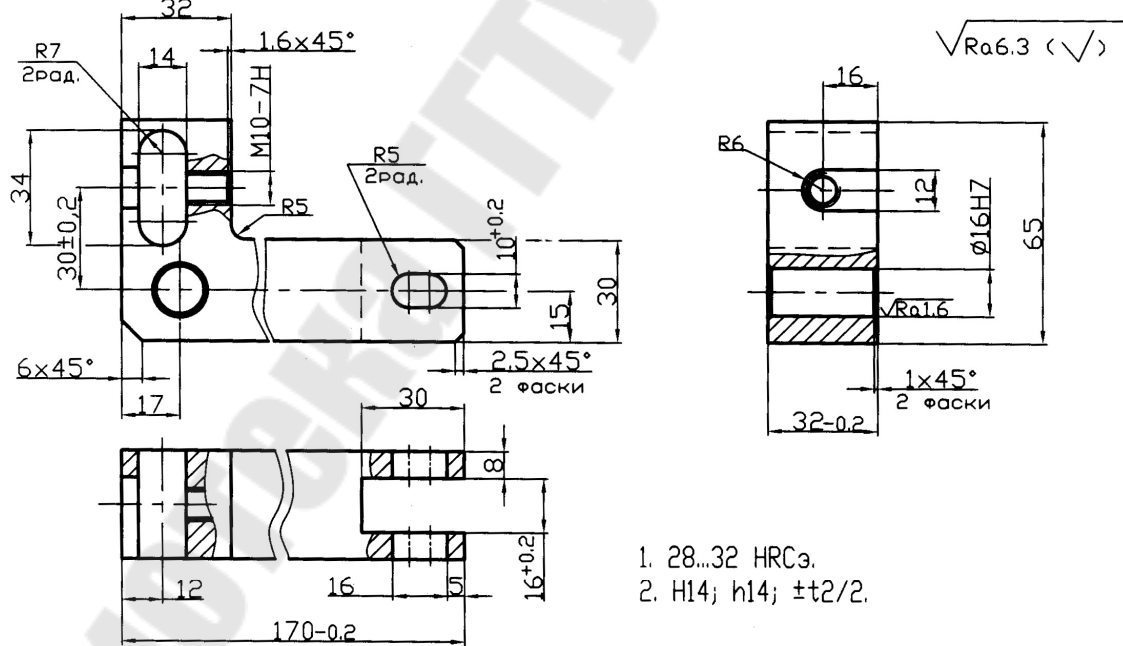


Рис. П.10 Рычаг. Сталь 40X ГОСТ 4543-71.

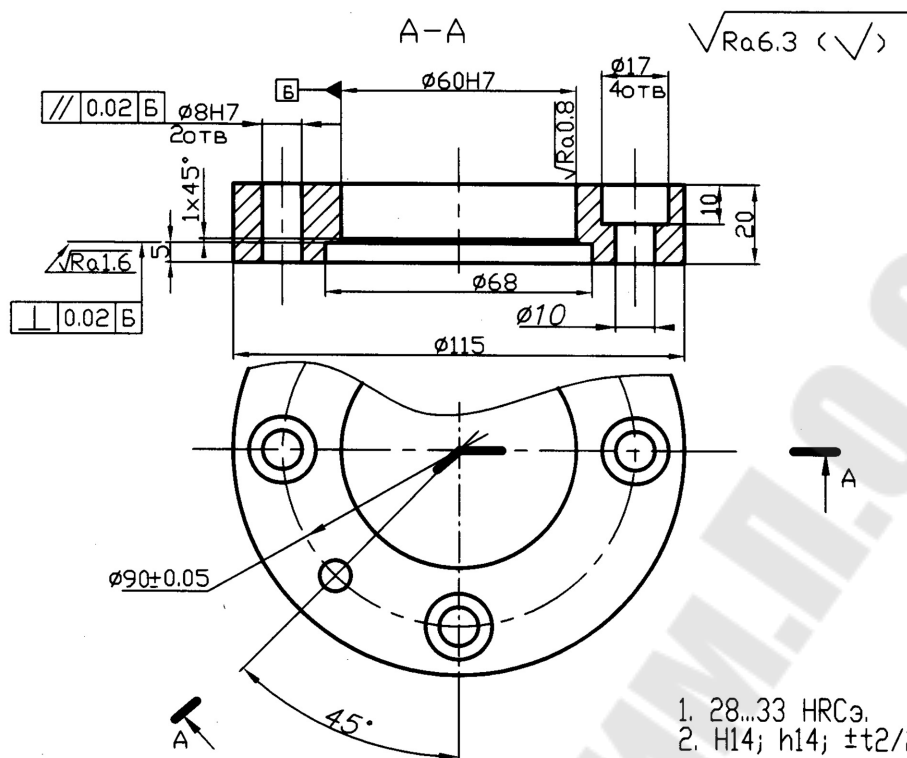


Рис. П.11. Фланец. Сталь 40X ГОСТ 4543–71.

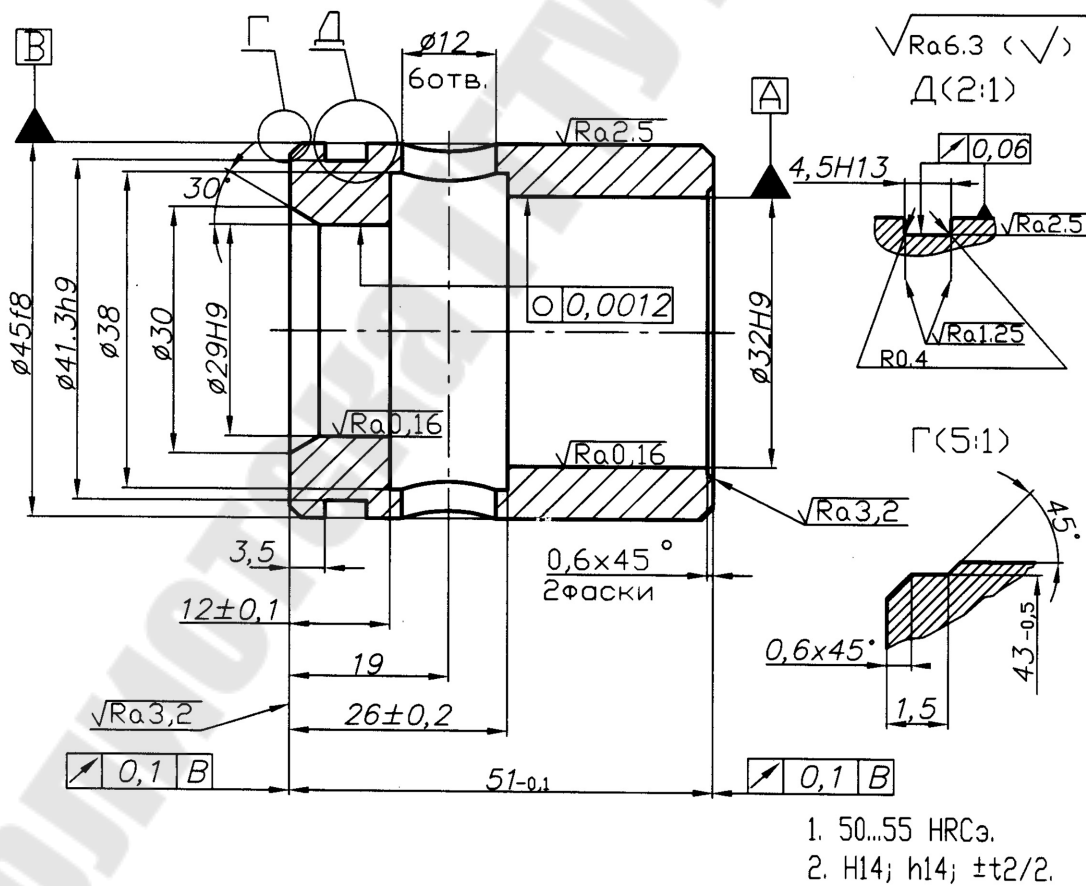
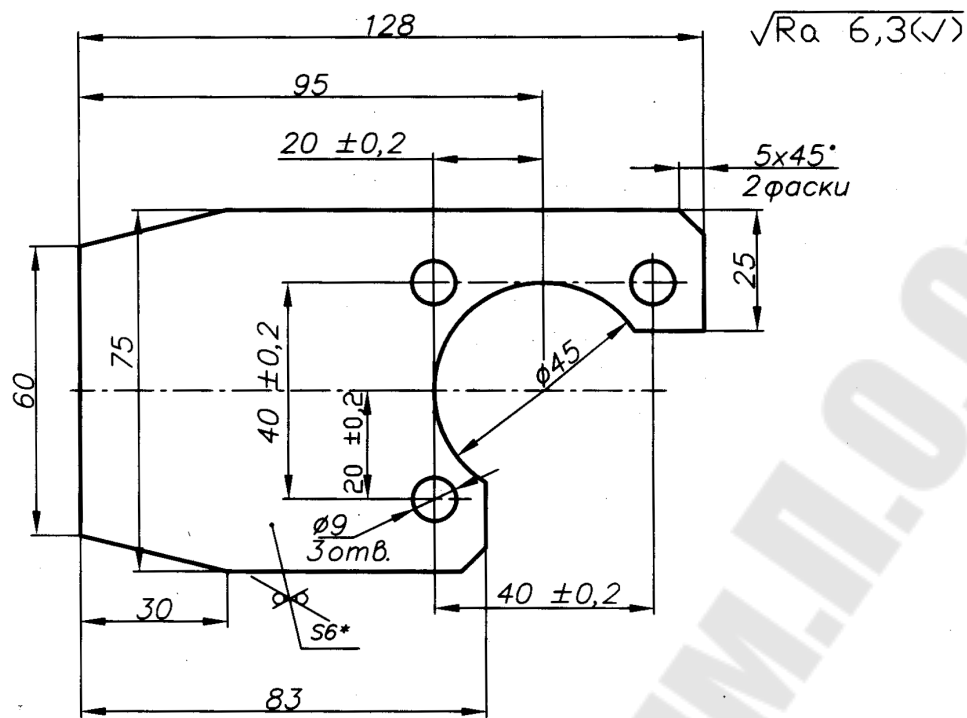


Рис. П.12 Втулка Сталь 40X ГОСТ 4543–73.



1. \* Размер для справок
2. H14; h14;  $\pm t2/2$

Рис. П.13 Пластина. Сталь 20 ГОСТ 1050-74.

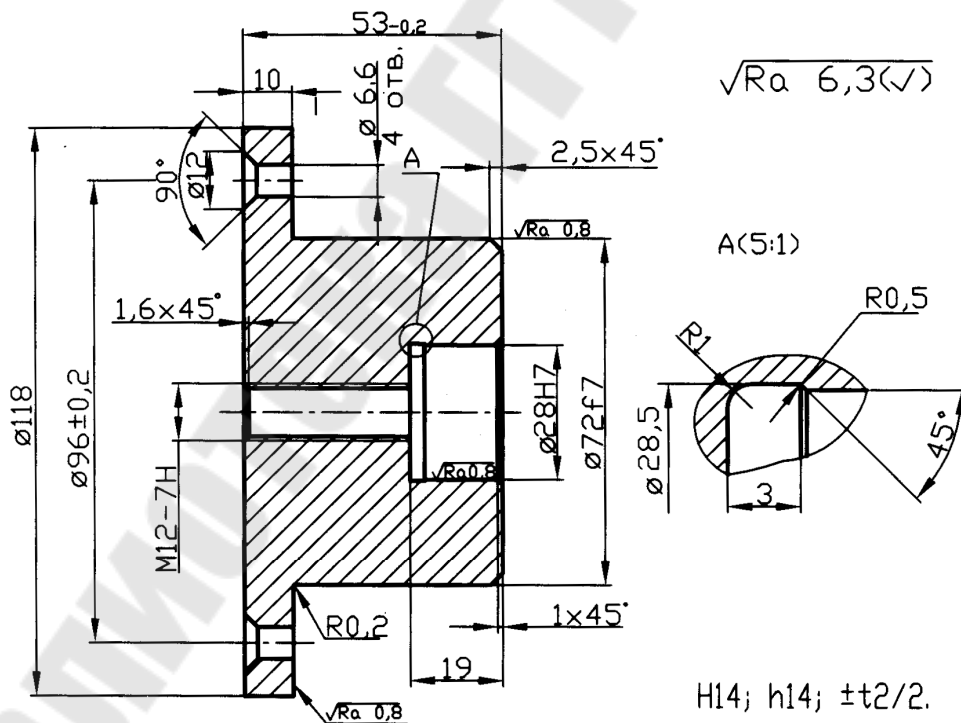
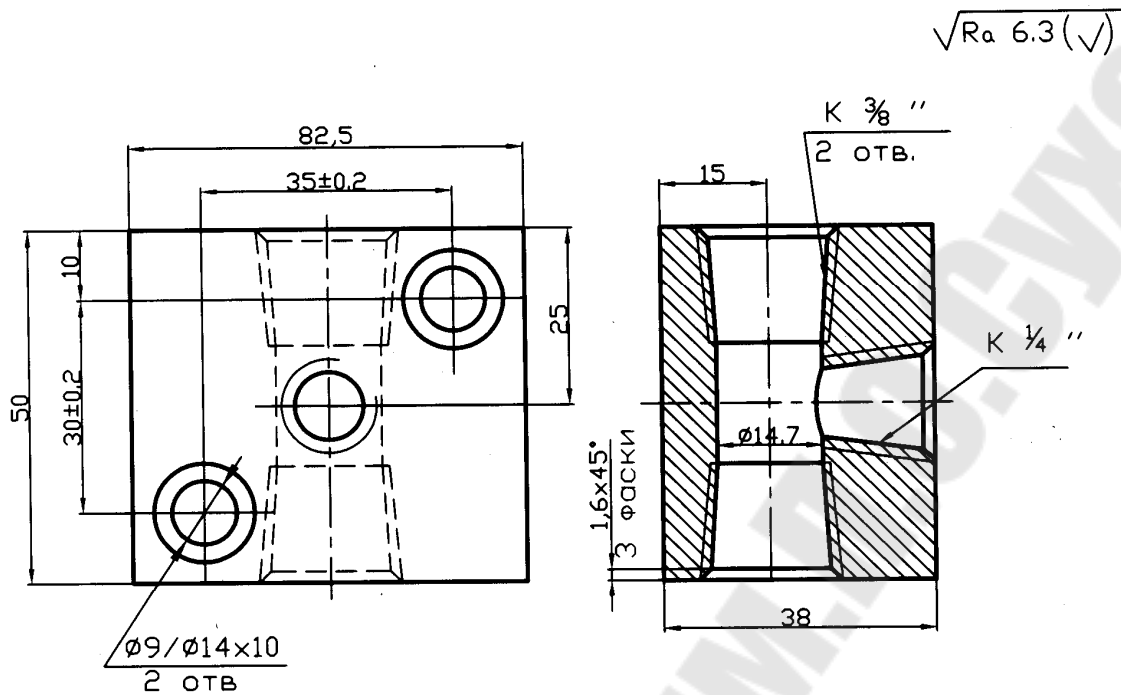


Рис. П.14 Стакан. Чугун Сч20 ГОСТ 1412-85.



1. H14; h14;  $\pm 2/2$ .
2. Резьбы конические по ГОСТ 6211-81.

Рис. П.15. Корпус. Чугун СЧ ГОСТ 1412-85.

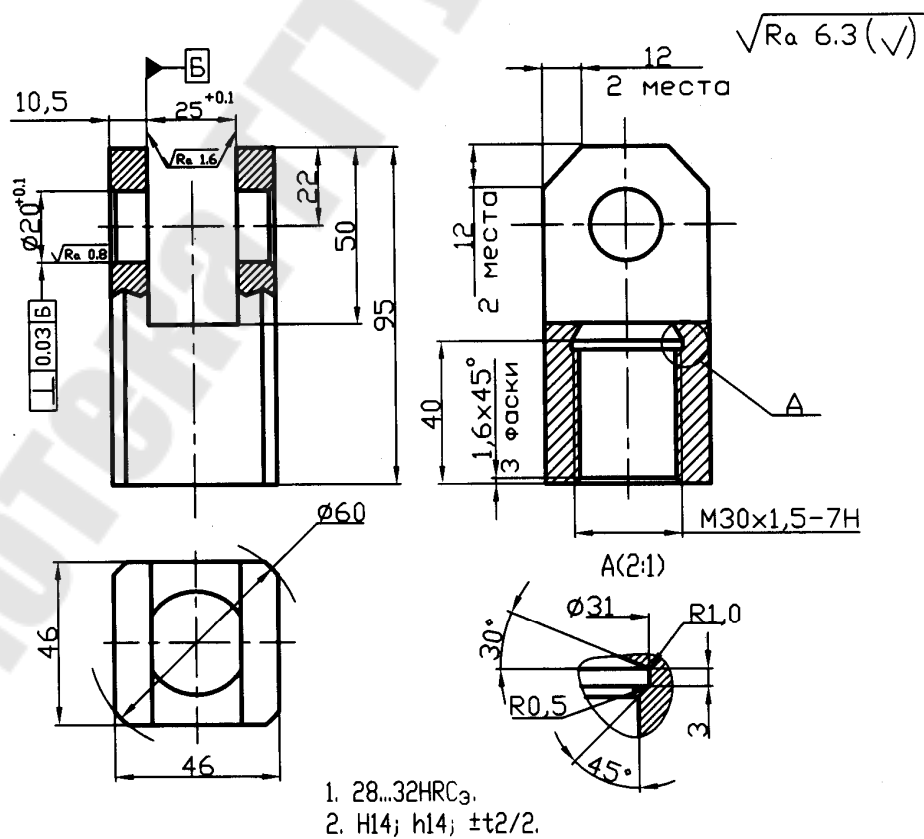


Рис. П.16 Вилка. Сталь 45 ГОСТ 1050-74.

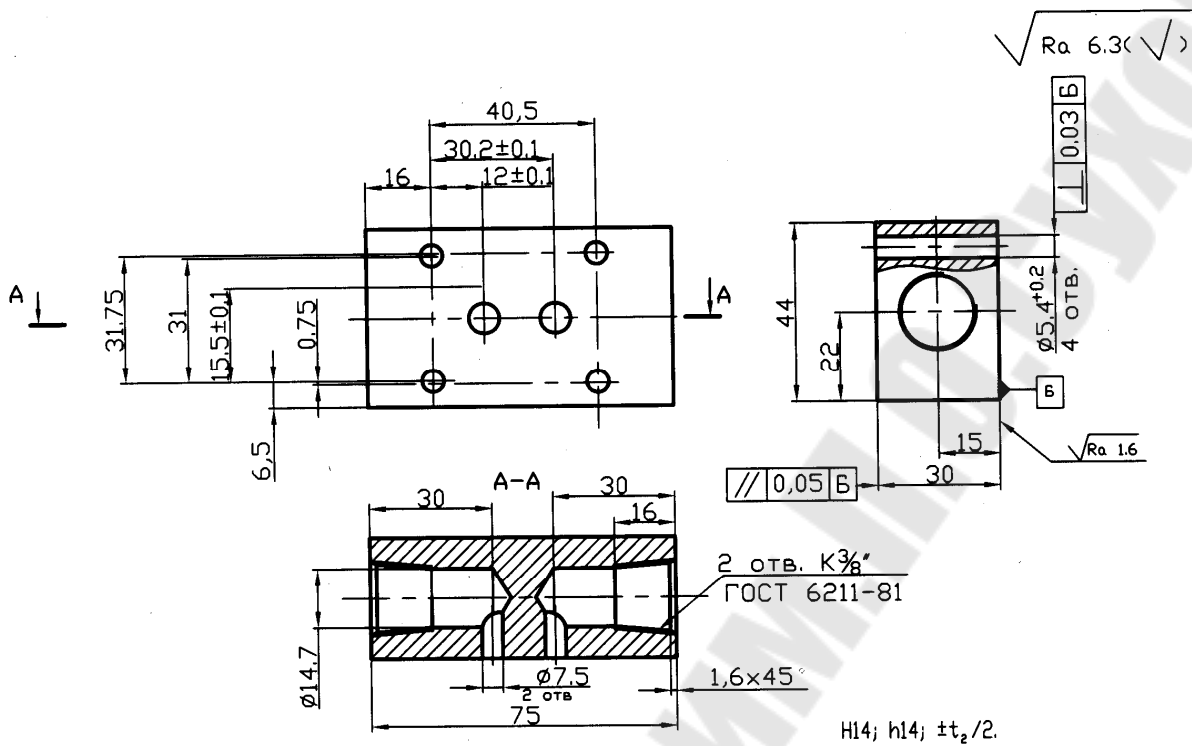


Рис. П.17 Корпус. Сталь 45 ГОСТ 1050-74.

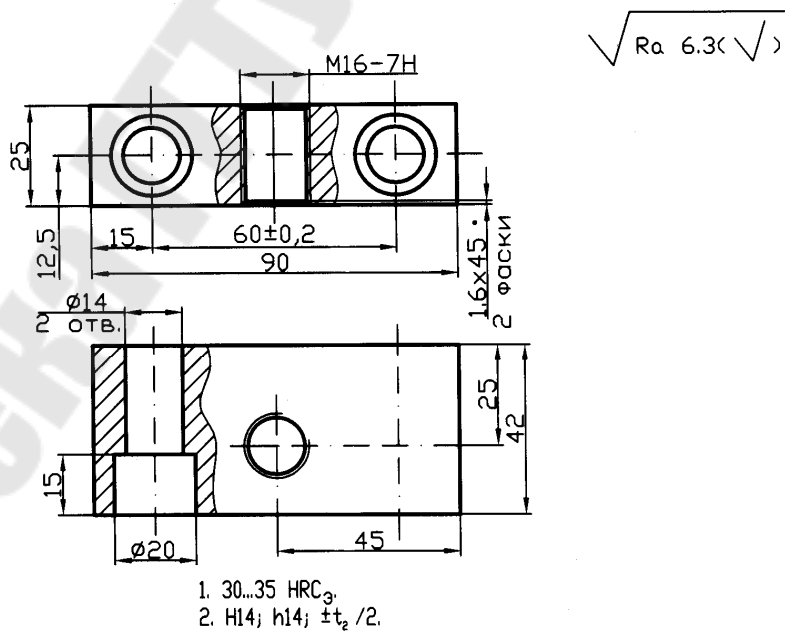
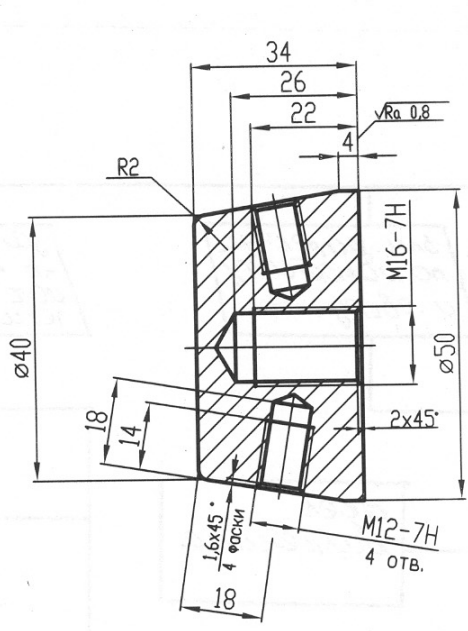


Рис. П.18. Планка. Сталь 45 ГОСТ 1050-74.

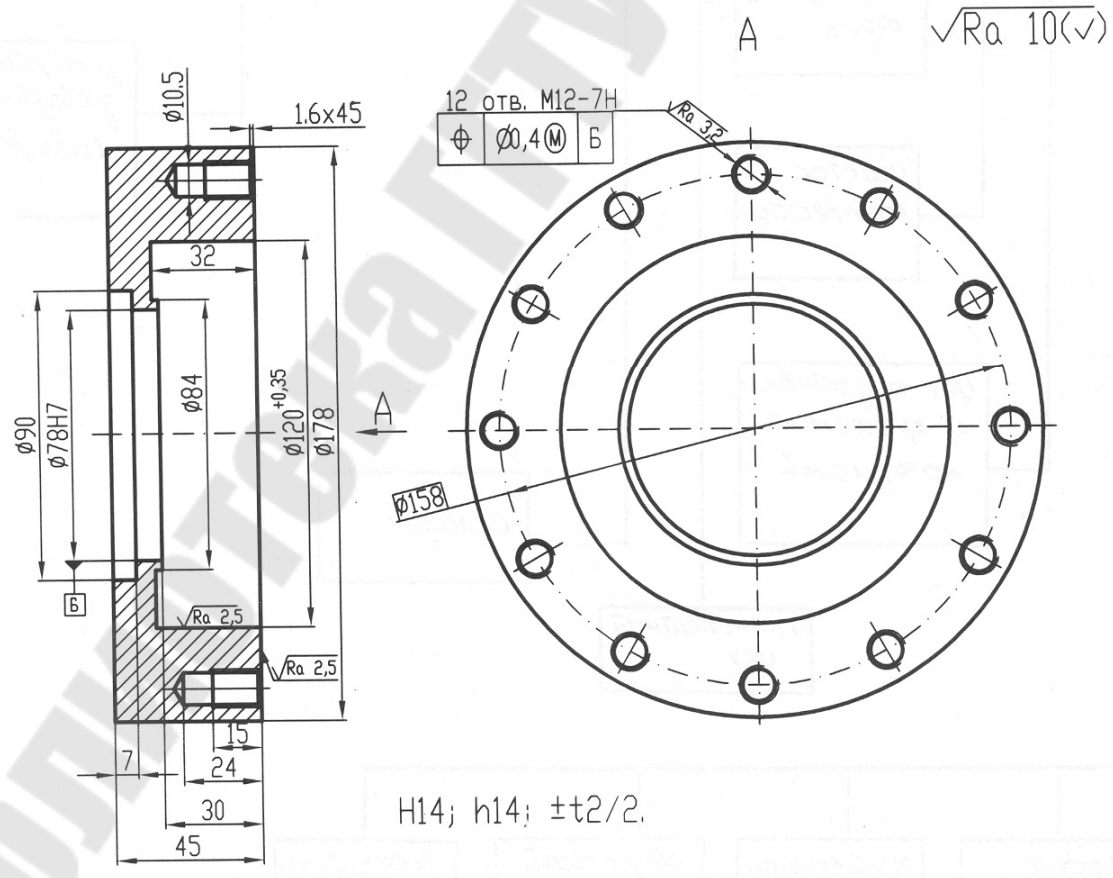




$\sqrt{Ra\ 6,3(\checkmark)}$

H14; h14;  $\pm 2/2$ .

Рис. П.19. Корпус маховика. Сталь 35 ГОСТ 1050-74.



$\sqrt{Ra\ 10(\checkmark)}$

H14; h14;  $\pm 2/2$ .

Рис. П.20. Корпус. Чугун Сч20 ГОСТ 1412-85.

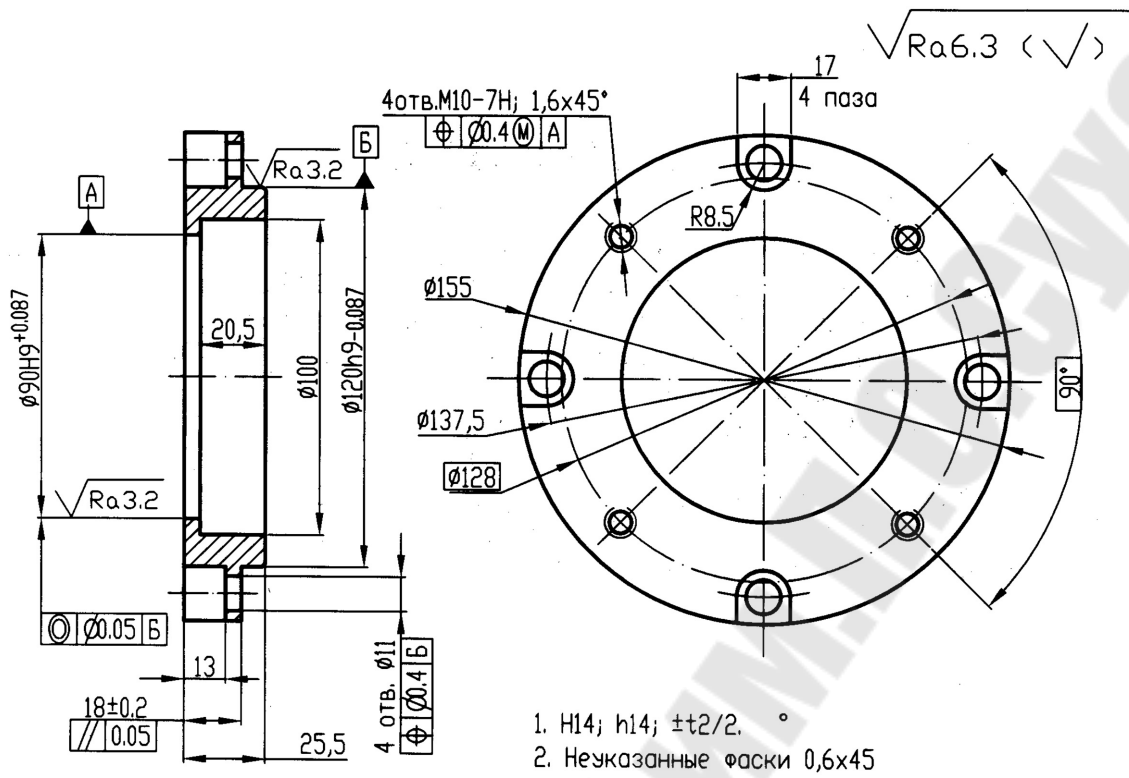


Рис. П.21. Фланец. Сталь 45 ГОСТ 1050-74.

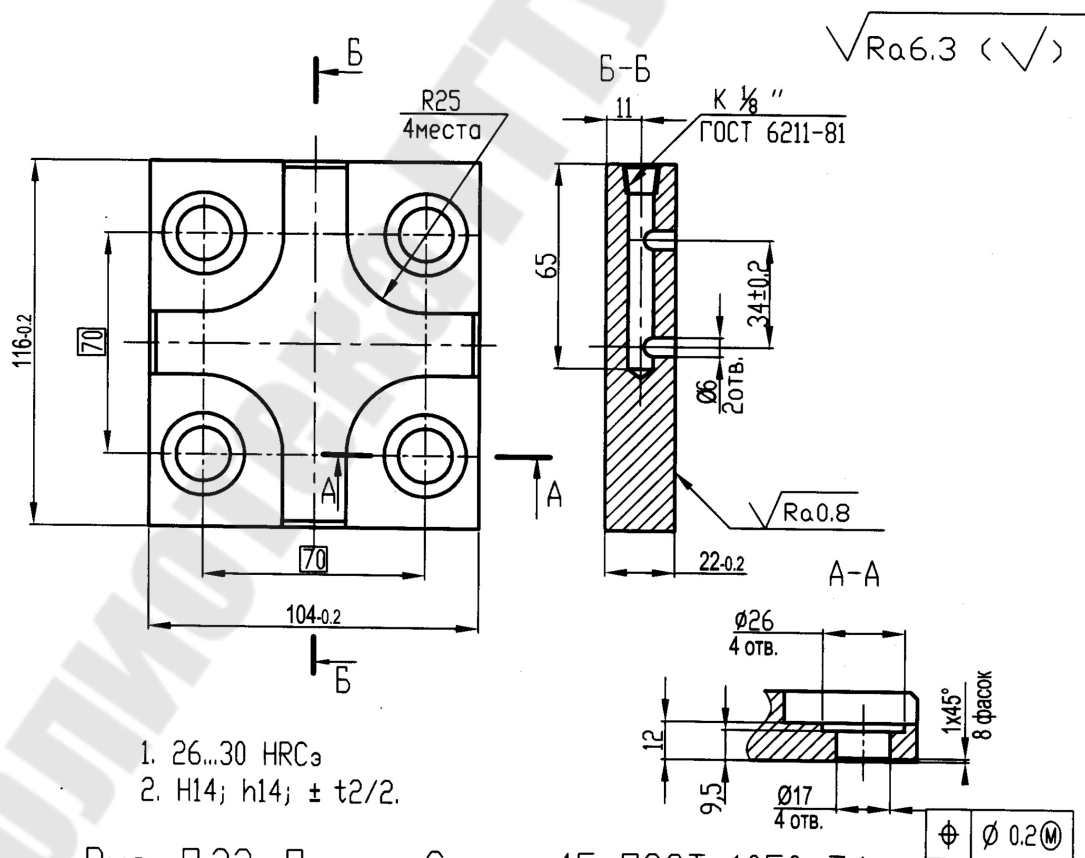


Рис. П.22. Плита. Сталь 45 ГОСТ 1050-74.

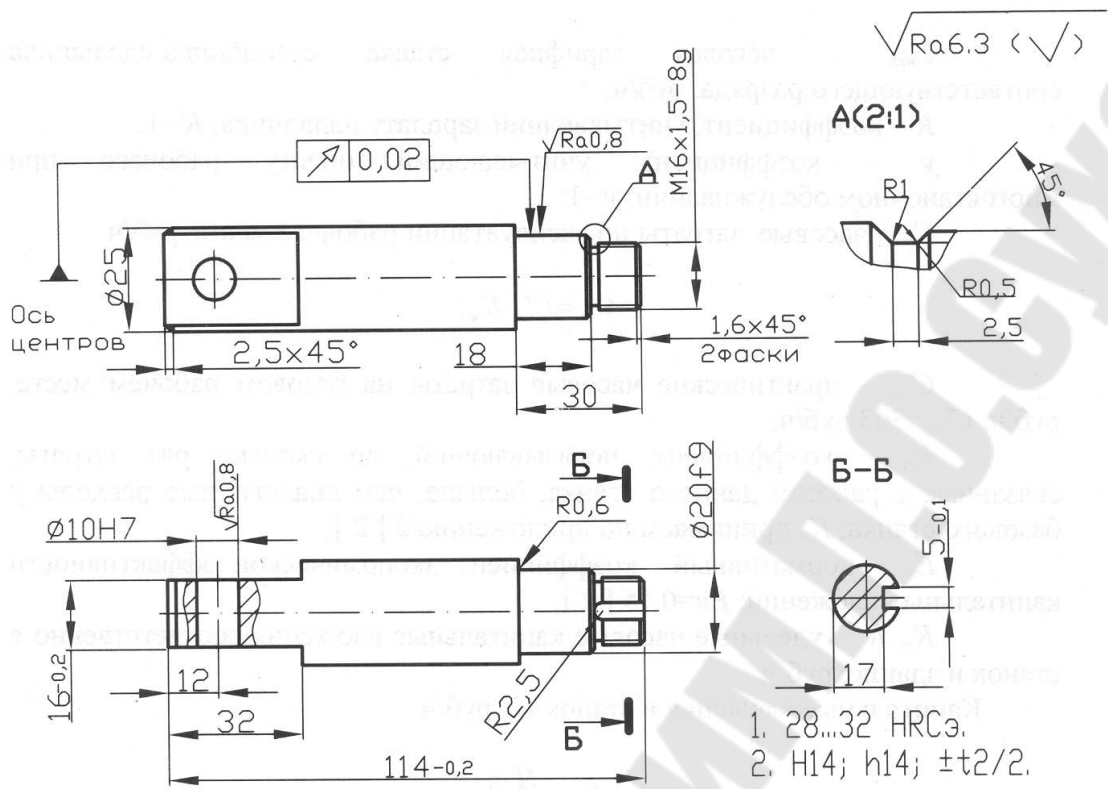


Рис. П.23. Вал. Сталь 40ХН ГОСТ 4543-71.

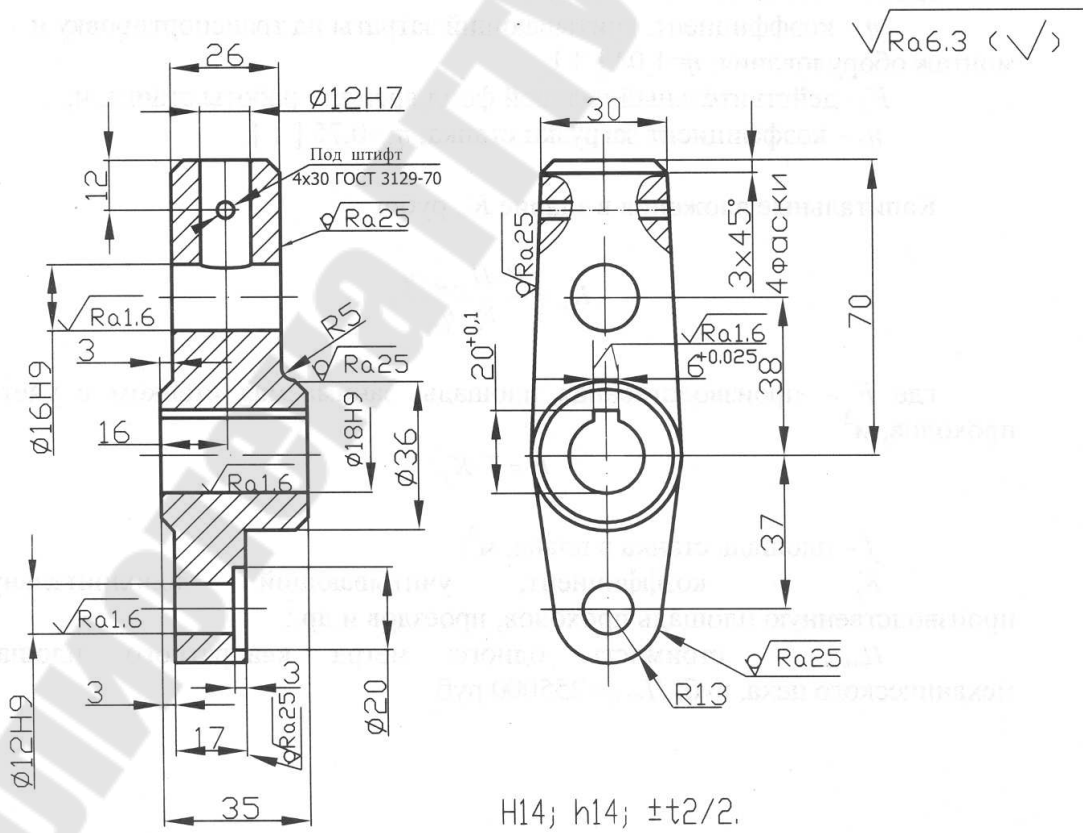


Рис. П.24. Рычаг чугуна СЧ 20 ГОСТ 1412-85

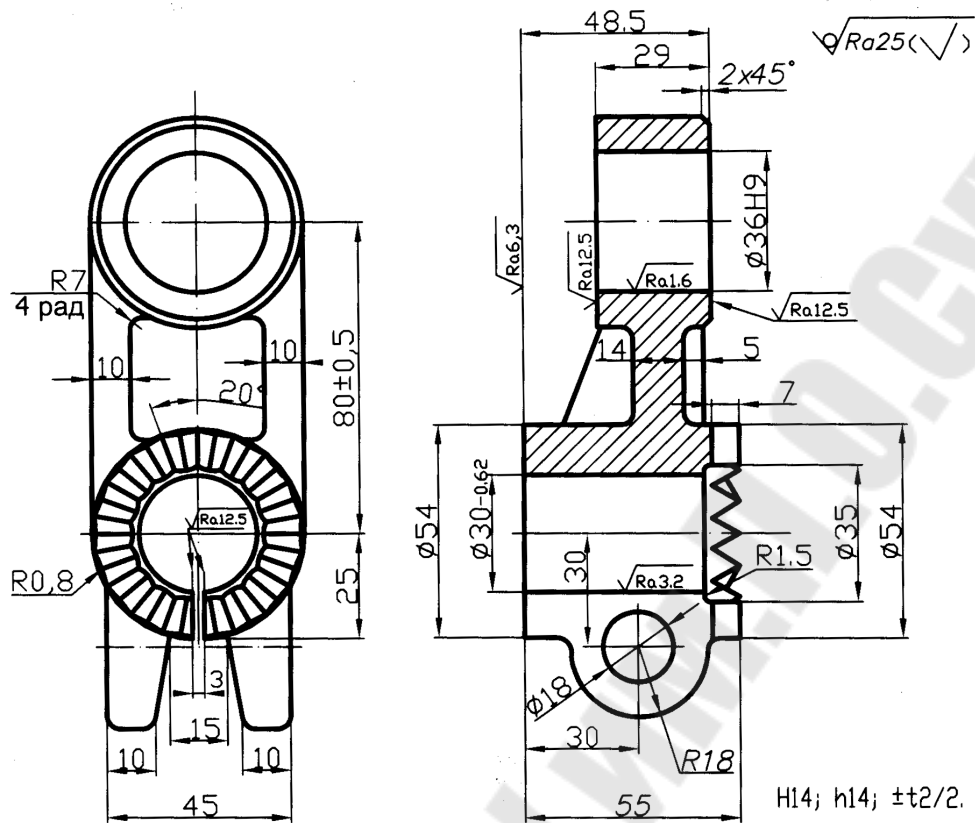
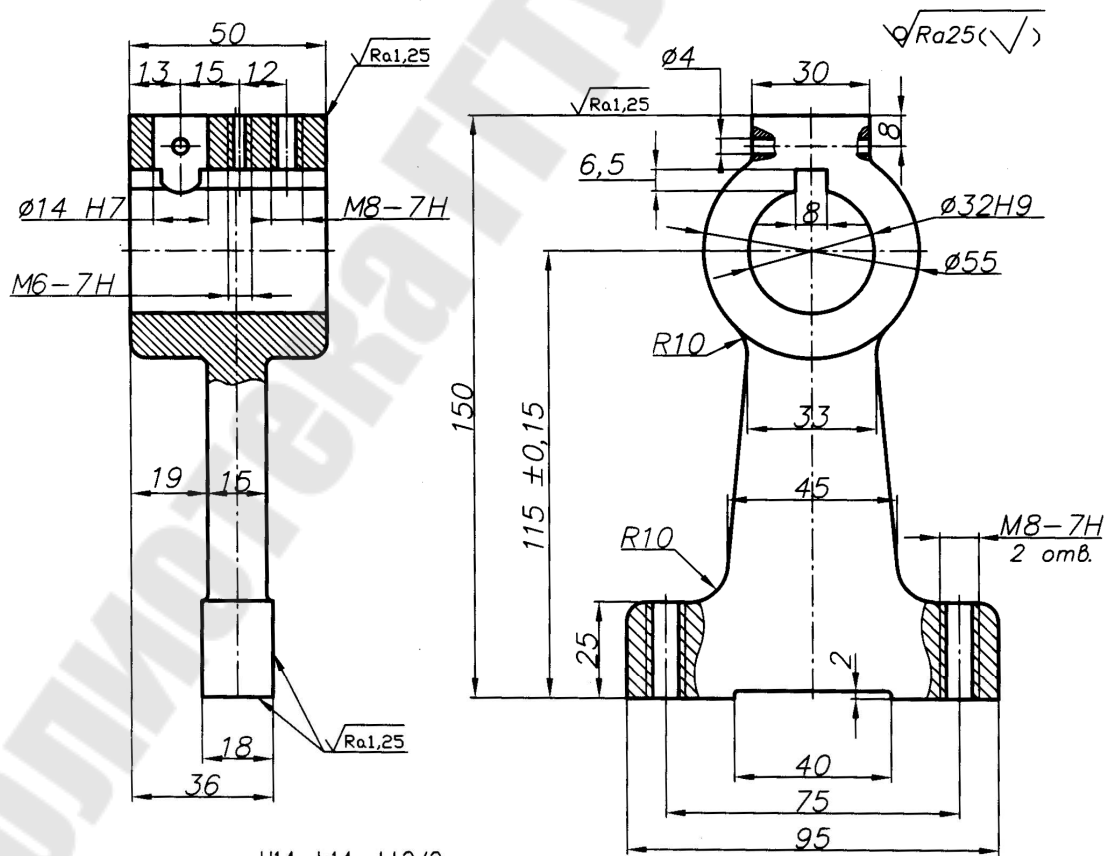


Рис. П.25. Кронштейн чугу́н СЧ 20 ГОСТ 1412-85



H14; h14;  $\pm t/2$ .

Рис. П.26. Рычаг чугу́н СЧ20 ГОСТ 1412-85

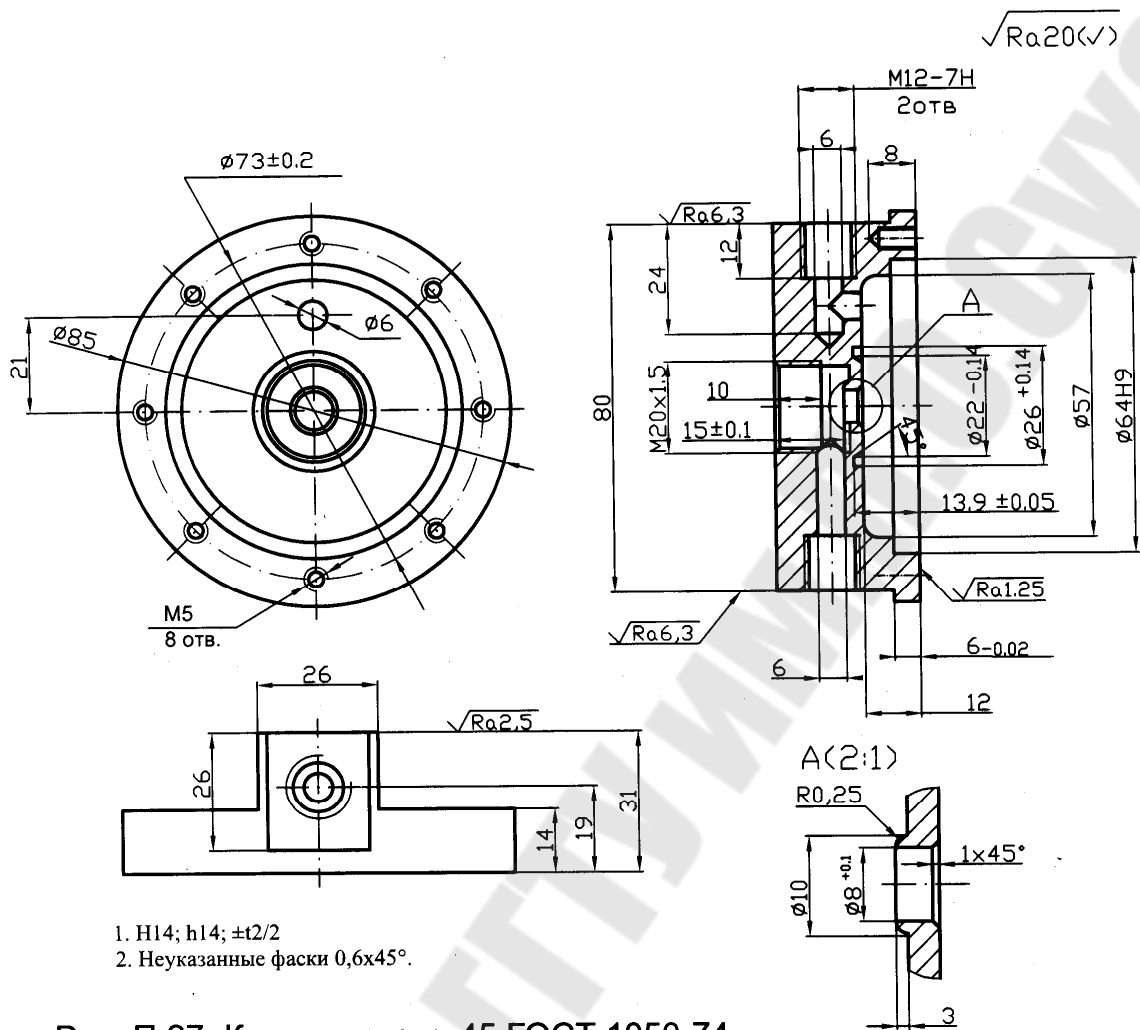


Рис. П.27. Крышка сталь 45 ГОСТ 1050-74.

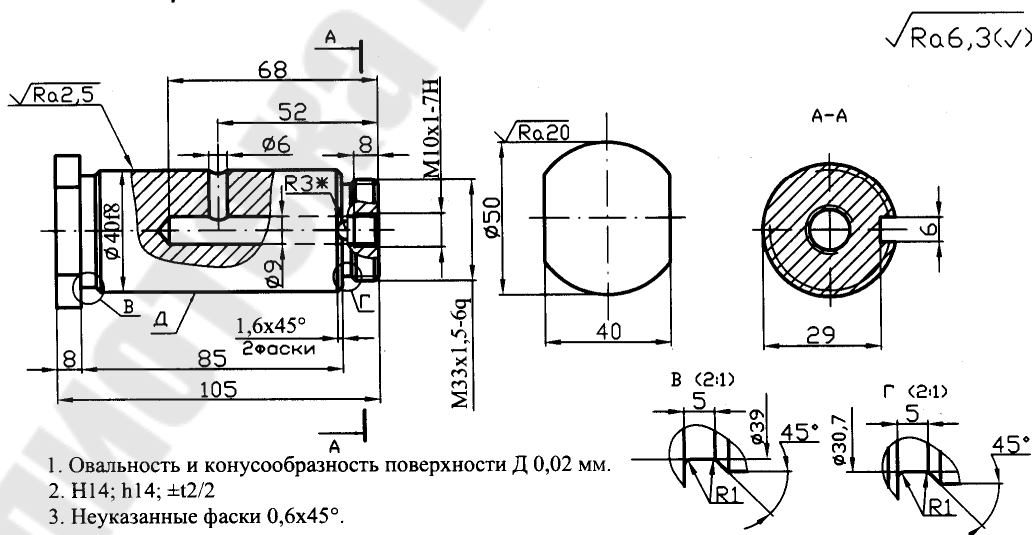


Рис. П.28. Вал. Сталь 45 ГОСТ 1050-74.



**Щербаков Сергей Александрович**

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА**

**Практикум  
по одноименному курсу  
для студентов специальности 1-36 01 01  
«Технология машиностроения»**

Подписано в печать 01.07.09.

Формат 60x84/8. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Ризография. Усл. печ. л. 6,51. Уч.-изд. л. 2,66.

Изд. № 185.

E-mail: [ic@gstu.gomel.by](mailto:ic@gstu.gomel.by)

<http://www.gstu.gomel.by>

Отпечатано на цифровом дуплекаторе  
с макета оригинала авторского для внутреннего использования.

Учреждение образования «Гомельский государственный  
технический университет имени П. О. Сухого».

246746, г. Гомель, пр. Октября, 48.