

Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет  
Інститут машинобудування та транспорту

Кафедра ТАМ

Роздатковий матеріал до дипломного проекту  
на тему:

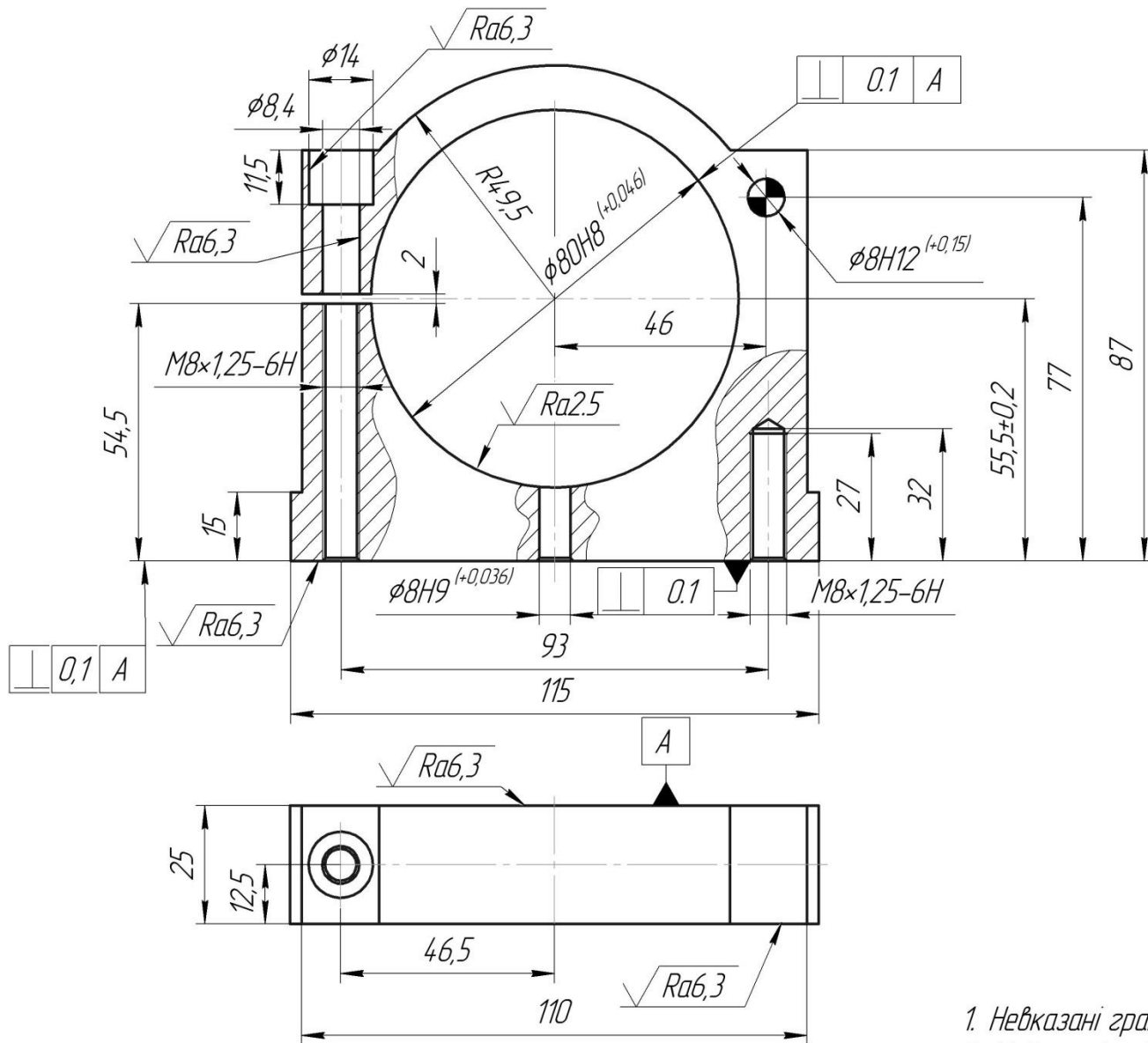
АВТОМАТИЗОВАНЕ РОБОЧЕ МІСЦЕ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ «ХОМУТ ХМ-01»

08-26.ДП.004.00.000

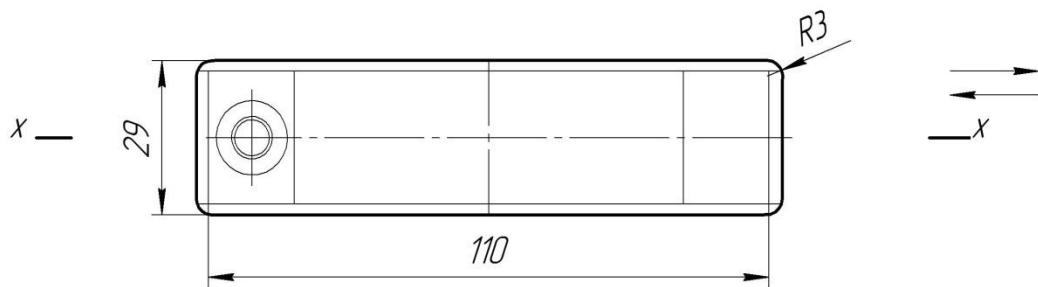
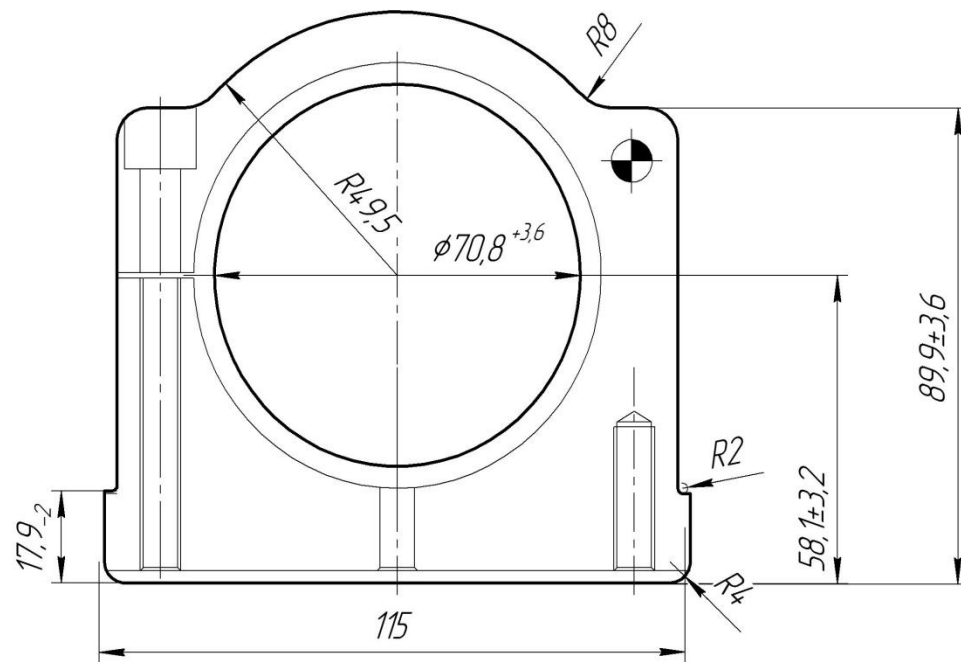
Керівник проекту: к.т.н., доц.  
\_\_\_\_\_ Лозінський Д.О.

Розробив: ст. гр. 1ТМ-14сп  
\_\_\_\_\_ Голуб Ю.О.

Вінниця 2015

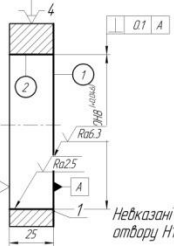
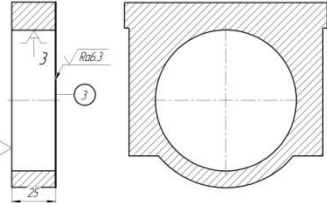
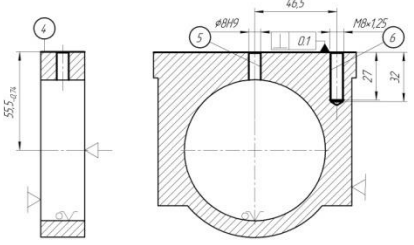
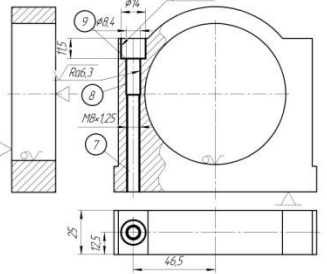


1. Невказані граничні відхилення розмірів  $H14$ ,  $h14$ ,  $\pm \frac{IT14}{2}$
2. Невказані ливарні радіуси  $2 \dots 5$  мм.

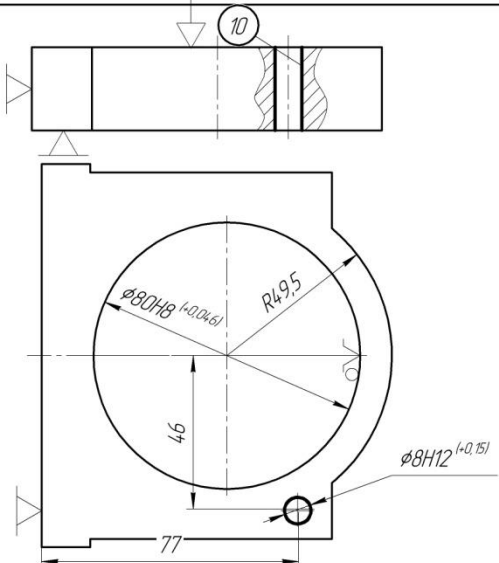
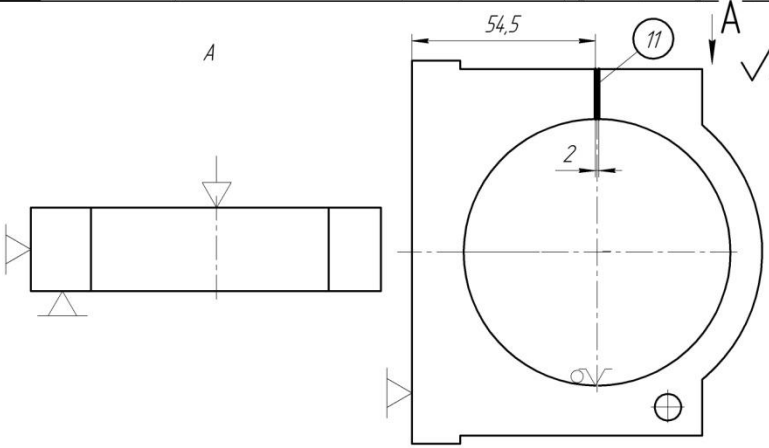


1. Точність вилівка 10-5-14-10 Зм. 1,8 ГОСТ 26645-85.
2. Маса 1,056-0,098-0,423-1,577
3. Невказані радіуси 6мм.
4. Допускаються пустоти і раковини  $\phi 0,7$ мм на глибині 0,8мм

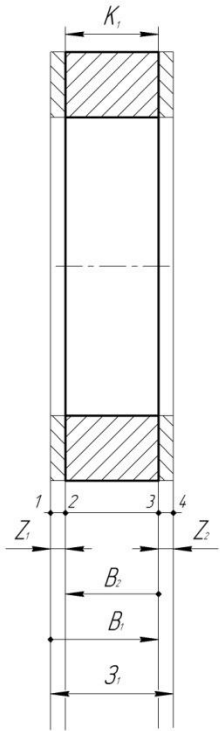
Маршрут механічної обробки

| № п.п | Назва операції:<br>зміст переходу  | Схема установки   | Обладнання                                    |
|-------|--|---|---|
| 005   | <p><u>Токарна з ЧПК</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити та закріпити заготовку</li> <li>2. Точити поверхню 1 однократно в р-р вказаний на ескізі</li> <li>3. Розточити поверхню 2 попередньо <math>\varnothing 79,95^{+0,014}</math> мм</li> <li>4. Розточити поверхню 2 попередньо <math>\varnothing 79,823^{+0,025}</math> мм</li> <li>5. Розточити поверхню 2 остаточно в р-р вказаний на ескізі</li> <li>6. Зняти заготовку</li> </ol>  |  <p>Невказані граничні відхилення розмірів отвору Н14, валу h14, інших IT14/2</p>  | Токарно-револьверний верстат з ЧПК 1В34.0Ф3   |
| 010   | <p><u>Токарна з ЧПК</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити та закріпити заготовку</li> <li>2. Точити поверхню 3 однократно в р-р вказаний на ескізі</li> <li>3. Зняти заготовку</li> </ol>   |  <p>Невказані граничні відхилення розмірів отвору Н14, валу h14, інших IT14/2</p>   | Токарно-револьверний верстат з ЧПК 1В34.0Ф3   |
| 015   | <p><u>Вертикально-фрезерна з ЧПК</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити та закріпити заготовку</li> <li>2. Фрезерувати поверхню 4 в р-р <math>55,5^{+0,016}</math> мм</li> <li>3. Центрувати отвори 5, 6 в <math>\varnothing 4^{+0,014}</math> мм l=4 мм</li> <li>4. Свердлити отвір 5 в р-р <math>\varnothing 7,8^{+0,036}</math> мм l=15 мм</li> <li>5. Свердлити отвір 6 в р-р <math>\varnothing 7,8^{+0,036}</math> мм l=32 мм</li> <li>6. Розвернути отвір 5 в р-р вказаний на ескізі</li> <li>7. Нарізати різь в отворі 5 а однократно в р-р вказаний на ескізі</li> <li>7. Зняти заготовку</li> </ol> |  <p>Невказані граничні відхилення розмірів отвору Н14, валу h14, інших IT14/2</p>   | Вертикально-фрезерний верстат з ЧПК 6Р13РФ3   |
| 020   | <p><u>Вертикально-свердильна з ЧПК</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити та закріпити заготовку</li> <li>2. Центрувати отвір 7 в р-р <math>\varnothing 4^{+0,014}</math> мм l=4 мм</li> <li>3. Свердлити отвір 7 в р-р <math>\varnothing 6,8^{+0,036}</math> мм l=87 мм</li> <li>4. Зенкерувати отвір 8 в р-р вказаний на ескізі</li> <li>5. Цекувати отвір 9 в р-р вказаний на ескізі</li> <li>6. Нарізати різь в отворі 7 в р-р вказаний на ескізі</li> <li>7. Зняти заготовку</li> </ol>   |  <p>Невказані граничні відхилення розмірів отвору Н14, валу h14, інших IT14/2</p> | Вертикально-свердильний верстат з ЧПК 2Р1В5Ф2 |

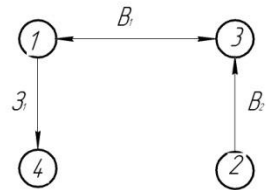
## Маршрут механічної обробки

| №<br>п.п | Назва операції:<br>зміст переходу   | Схема установки  | Обладна-<br>ння  |
|----------|---|--|--|
| 025      | <p><u>Вертикально-свердлильна з ЧПК</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити та закріпити заготовку</li> <li>2. Центрувати отвір 10 в р-р <math>\phi 4^{+0,31}</math> мм <math>l=4</math> мм</li> <li>3. Свердлити отвір 10 в р-р вказаний на креслені</li> <li>4. Зняти заготовку</li> </ol> | <p style="text-align: right;"><math>\sqrt{Ra\ 12,5(\checkmark)}</math></p>  <p style="text-align: center;">Невказані граничні відхилення розмірів: отвору H14, валу h14, інших IT14/2</p>  | <p>Вертикально-свердильний<br/>верстат з ЧПК<br/>2P135Ф2</p> |
| 030      | <p><u>Горизонтально-фрезерна</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити та закріпити заготовку</li> <li>2. Фрезерувати паз 11 в р-р вказаний на креслені</li> <li>3. Зняти деталь</li> </ol>  | <p style="text-align: right;"><math>\sqrt{Ra\ 12,5(\checkmark)}</math></p>  <p style="text-align: center;">Невказані граничні відхилення розмірів: отвору H14, валу h14, інших IT14/2</p> | <p>Горизонтально-фрезерний<br/>верстат 6P82Г</p>             |

# Розмірний аналіз технологічного процесу



Розмірна схема



Похідне граф-дерево



Вихідне граф-дерево

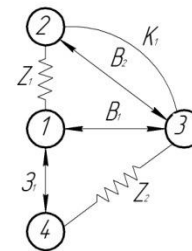
## Граничні припуски

| Припуски | Z1   | Z2   |
|----------|------|------|
| Zmin     | 2,0  | 2,0  |
| Zmax     | 3,04 | 3,87 |

| B1          | B2          | 31          |
|-------------|-------------|-------------|
| min = 27,52 | min = 25    | min = 30,09 |
| max = 28,04 | max = 25,52 | max = 31,39 |

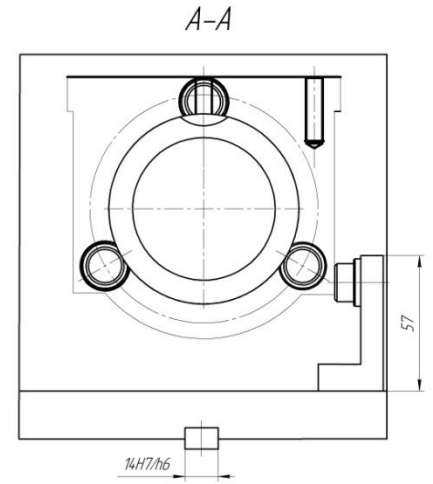
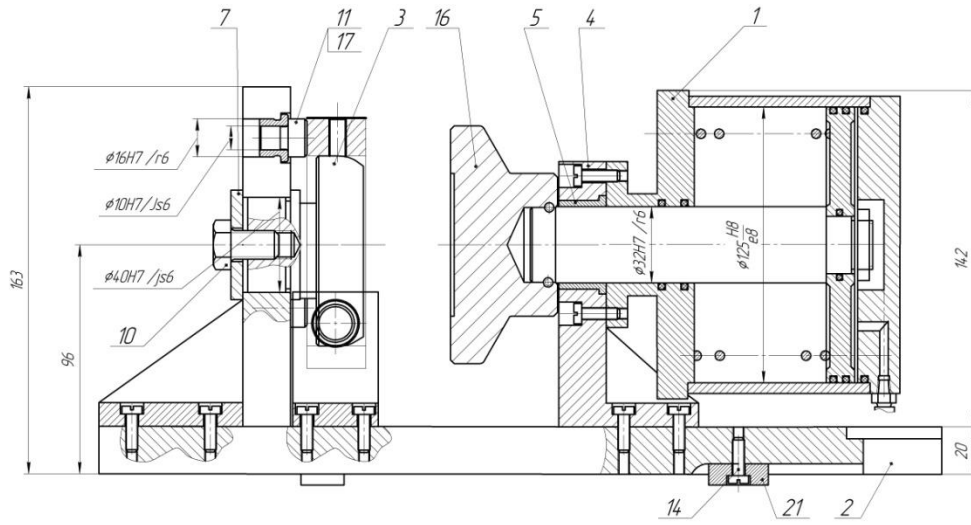
## Рівняння технологічних розмірних ланцюгів

| № | Розрахункові рівняння | Вихідні рівняння  | Невідомий розмір |
|---|-----------------------|-------------------|------------------|
| 1 | $B_2 + K_1 = 0$       | $B_2 = K_1$       | $B_2$            |
| 2 | $B_1 - B_2 - Z_1 = 0$ | $B_1 = B_2 + Z_1$ | $B_1$            |
| 3 | $31 - B_1 - Z_2 = 0$  | $31 = B_1 + Z_2$  | $31$             |

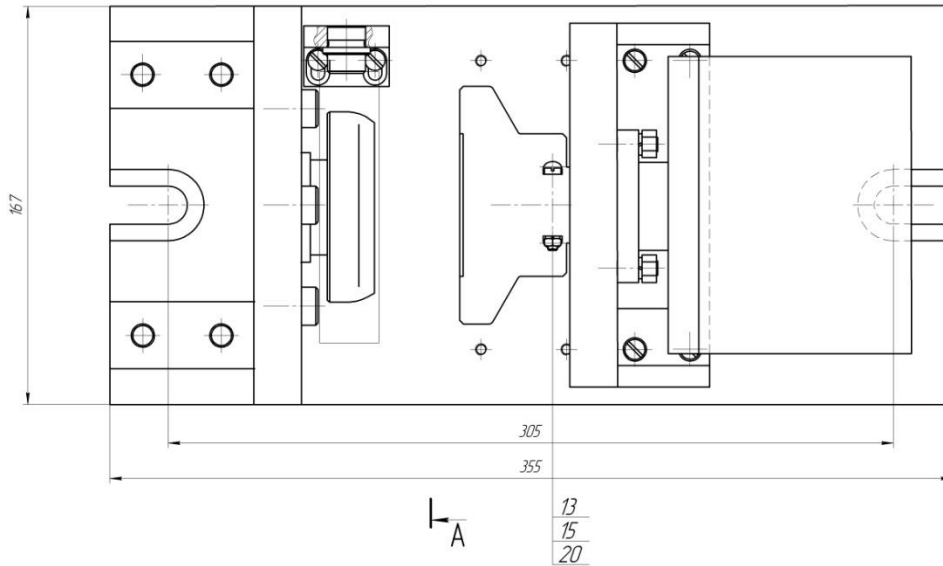


Суміщене граф-дерево



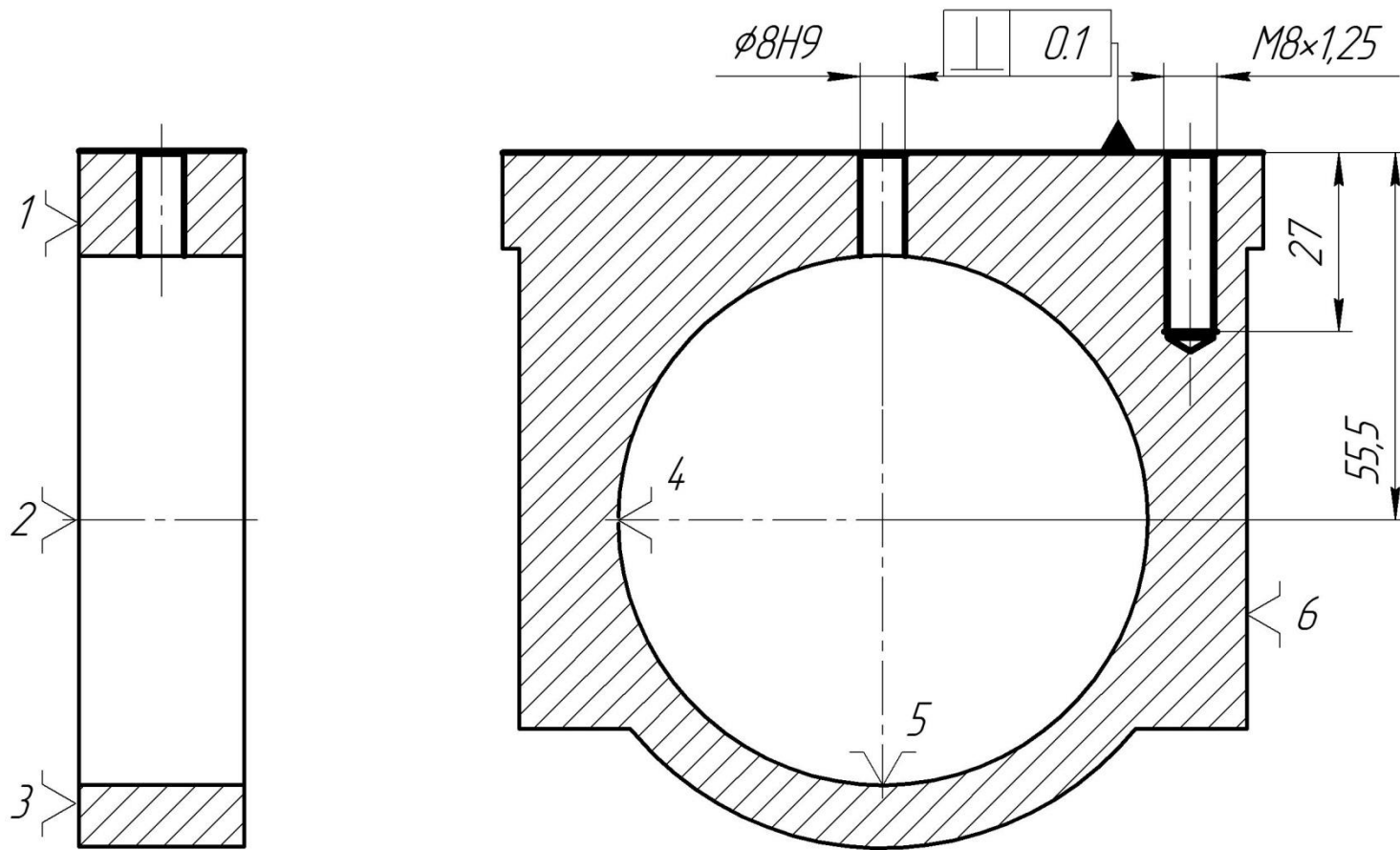


A



1. H14; h14;  $\pm IT \frac{14}{2}$
2. Сила закріплення 5985 Н.
3. Точність пристосування - не менше 20,2 мкм





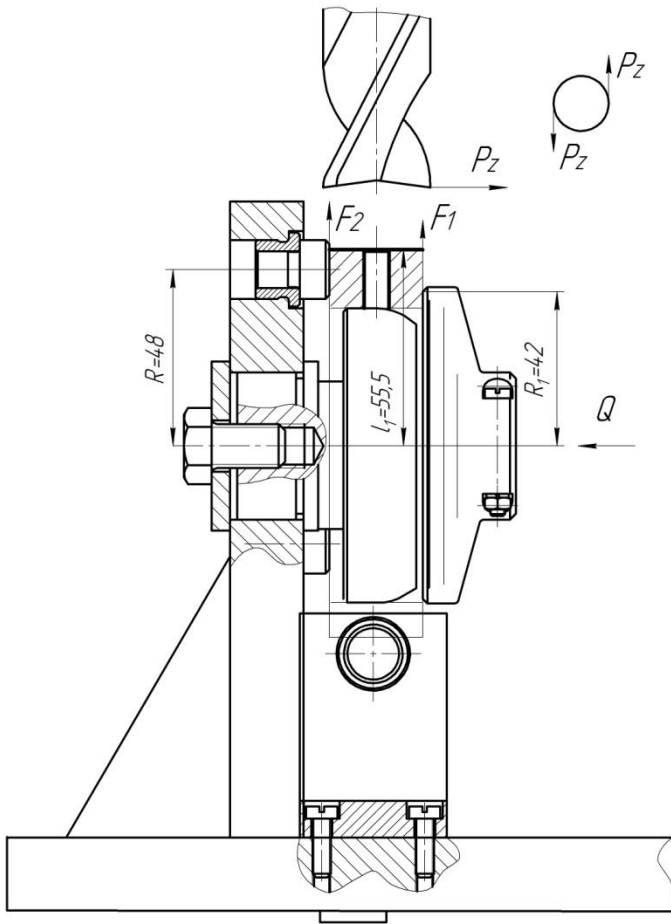
$\epsilon_{\delta \phi 8} = 0$  – обробка виконується мірним інструментом;

$\epsilon_{\delta 27} = 0$  – обробка виконується з одного установка;

$\epsilon_{\delta 55,5} = 0$  – принцип суміщення технологічної і вимірювальної баз;

$\epsilon_{\delta \perp 0,1} = 0$  – обробка виконується з одного установка.

## Розрахункова схема визначення сили закріплення



$$P_z \cdot l_1 = F_1 R_1 + 3F_2 R$$

$$Q_1 = \frac{P_z \cdot l_1}{(3R + R_1) \cdot f}$$

$$P_z = 10 \cdot P_z \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_p, [H]$$

$$P_z = 10 \cdot 82,5 \cdot 2,0^{0,15} \cdot 0,5^{0,8} \cdot 170^{0,2} \cdot 1,37 = 1984,3 \text{ (H)}$$

$$Q_1 = \frac{1984,3 \cdot 0,0555}{(3 \cdot 0,048 + 0,042) \cdot 0,25} = 2394 \text{ (H)}$$

$$P_{\text{закр}} = 2,5 \cdot 2394 = 5985 \text{ (H)}$$

де  $F_1 = Qf_1$  та  $F_2 = Qf_2$  – сили тертя між упором і деталю і між деталю і опорою відповідно;

$f = f_1 = f_2 = 0,2$  – коефіцієнт тертя;

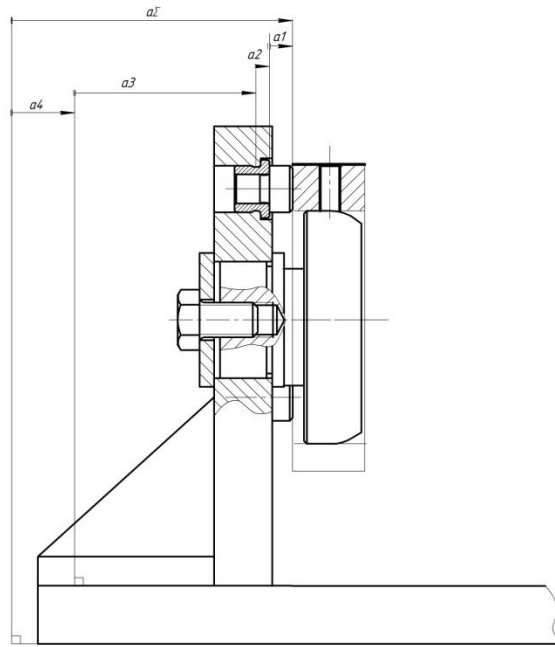
$R_1 = 4,2$  мм – відстань від вісі деталі до точки прикладання сил закріплення;

$R = 48$  мм – відстань від вісі деталі до найбільш віддаленої точки контакту деталі з опорою;

$l_1 = 55,5$  мм – відстань від вісі деталі до точки прикладання сил;

$k = 2,5$  – коефіцієнт запасу.

Размірний розрахунок пристосувань на точність



Припускаємо, що економічно доцільні допуски непаралельності деталей відповідають 6-ому ступеню точності.

$$\delta\alpha_1 = 0,009/72; \delta\alpha_2 = 0,006/72; \\ \delta\alpha_3 = 0,019/72; \delta\alpha_4 = 0,022/81;$$

Допуски ланок в кутівій мірі складають (градуси):

$$\delta\kappa(\alpha_1) = \operatorname{arctg} 0,009/72 = 0,007; \\ \delta\kappa(\alpha_2) = \operatorname{arctg} 0,006/72 = 0,005; \\ \delta\kappa(\alpha_3) = \operatorname{arctg} 0,019/72 = 0,017; \\ \delta\kappa(\alpha_4) = \operatorname{arctg} 0,022/81 = 0,01; \\ \delta\kappa(\alpha_{\Sigma}) = 0,007 + 0,005 + 0,01 + 0,01 = 0,04.$$

де  $\alpha_1$  – зміщення циліндрів відносно втулок;  
 $\alpha_2$  – зміщення втулок відносно опори;  
 $\alpha_3$  – зміщення місць під втулки відносно посадочної плити;  
 $\alpha_4$  – зміщення плити відносно основи;  
 $\alpha_{\Sigma}$  – зміщення плити відносно втулок.

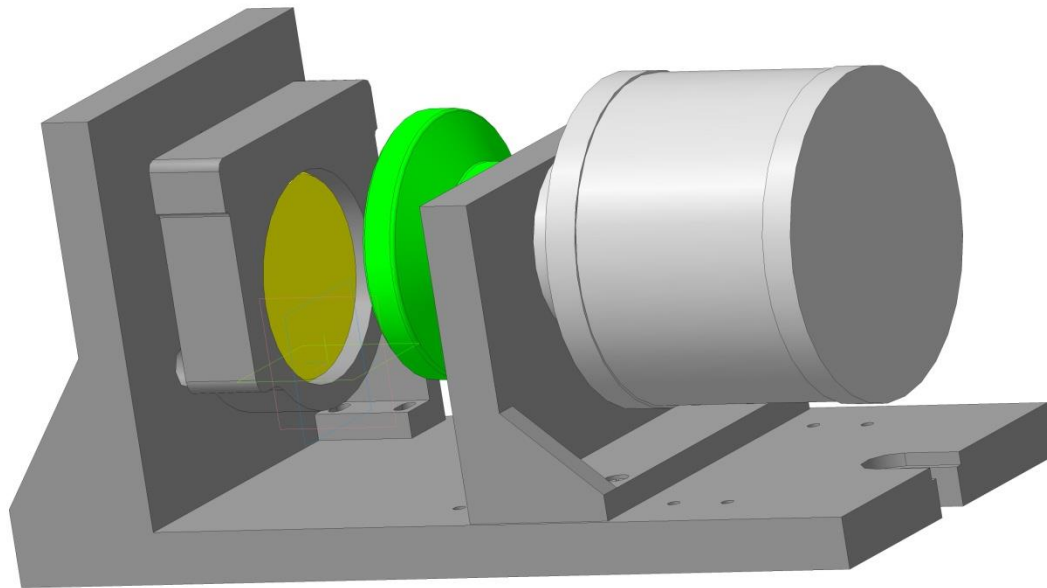
$$T\kappa(\alpha_{\Sigma}) = 0,1$$

$$\delta\kappa(\alpha_{\Sigma}) \leq T\kappa(\alpha_{\Sigma})$$

$$0,04 \leq 0,1$$

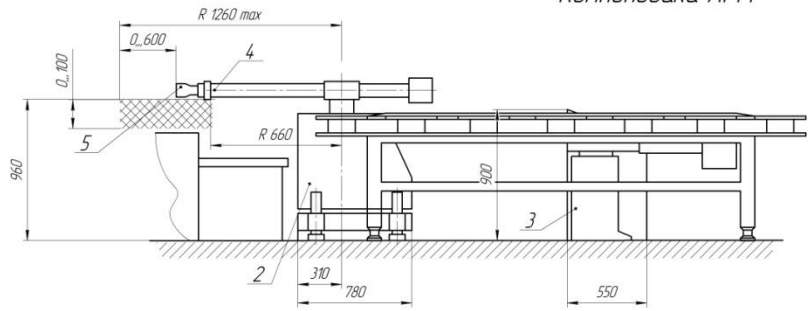
Умови по точності пристосування виконуються.

*Тривимірна модель верстатного пристосування*

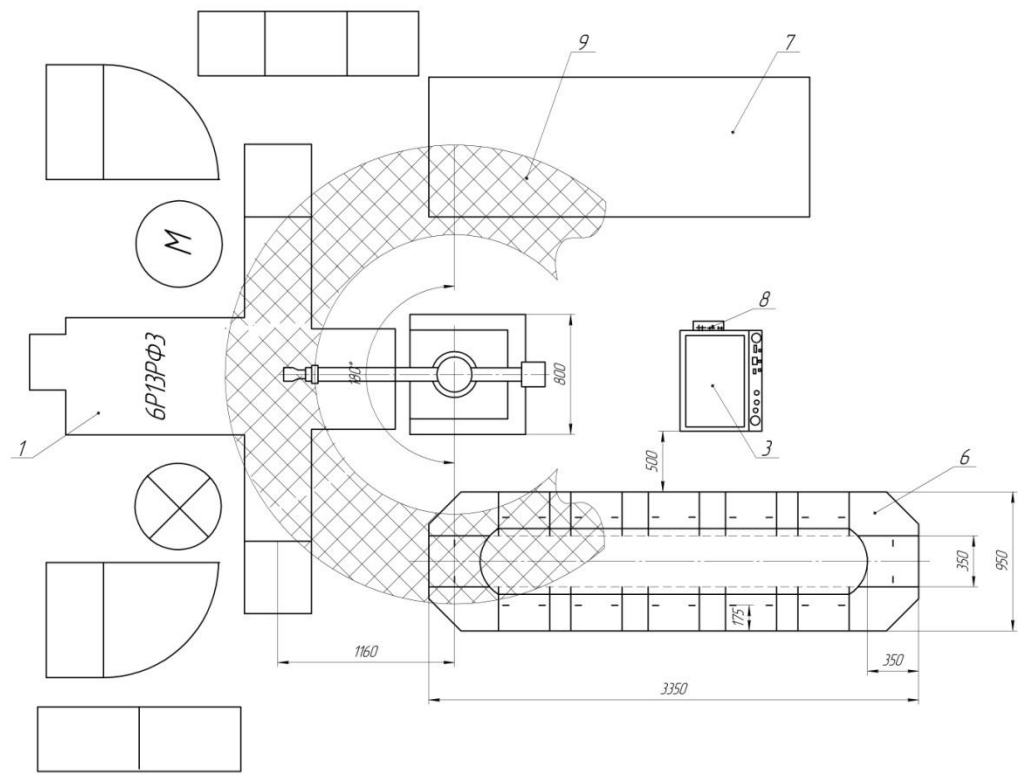




Компоновка АРМ



1. Верстат моделі 6Р13РФ3
2. ПР моделі Бриг-10
3. Пристрій керування
4. Виконавчий орган
5. Захватний пристрій
6. Тактовий стіл СТ 350
7. Місце складування оброблених деталей
8. Пульт
9. Робоча зона ПР



Технічні характеристики ПР

- вантажопідйомність - 10 кг;
- число ступенів рухливості - 5;
- число рук - 1;
- число захватних пристроїв на одній руці - 1;
- привод основних рухів - пневматичний;
- система керування - циклова;
- число програмованих координат - 4;
- засіб програмовання переміщень - по упорам;
- ємність пам'яті системи, число кроків - 28;
- похибка позиціонування - ±0,3 мм;
- найбільший діаметр руки - 1260 мм;
- лінійні переміщення, мм/швидкість, м/с;
- $r = 600/0,8$ ;
- $z = 100/0,3$ ;
- $x = 100/0,3$ ;
- кутові переміщення, °/кутова швидкість, °/с;
- $\alpha = 180/120$ ;
- $\phi = 180/180$ ;
- габаритні розміри, мм - 800x780x620;
- маса, кг - 300.

Характеристика робочого місця

- 1 Циклова продуктивність,  $Q_c$  0,007
- 2 Коефіцієнт відносного навантаження,  $K_2$  0,16
- 3 Режим роботи ПР легкий

|                |          |      |        |                        |        |      |        |
|----------------|----------|------|--------|------------------------|--------|------|--------|
|                |          |      |        | 08-26.ДП.004.01.000 ВЗ |        |      |        |
| Мет. лист      | № докум. | Лист | Всього | Лист                   | Всього | Лист | Всього |
| Рисунки        | Листів   | №    | Всього | Лист                   | Всього | Лист | Всього |
| 1              | 1        | 1    | 1      | 1                      | 1      | 1    | 1      |
| Компоновка АРМ |          |      |        | 115                    |        |      |        |
| Лист           |          |      |        | Листовий               |        |      |        |
| ВНТУ, ІТМ-14сн |          |      |        | ВНТУ, ІТМ-14сн         |        |      |        |
| Копія          |          |      |        | Формат А1              |        |      |        |

Лист 1 з 1  
 Верстат 6Р13РФ3  
 ПР моделі Бриг-10  
 Пристрій керування  
 Виконавчий орган  
 Захватний пристрій  
 Тактовий стіл СТ 350  
 Місце складування оброблених деталей  
 Пульт  
 Робоча зона ПР

*Техніко-економічне порівняння варіантів технологічного процесу*

|   |  |
|---|--|
| <i>Базовий технологічний процес</i>             | <i>Модернізований технологічний процес</i> |
| <i>Техніко-економічні показники</i>             |  |
| <i>Матеріал</i>                                 |  |
| <i>Ст 20Л ГОСТ 977-88</i>                       | <i>Ст 20Л ГОСТ 977-88</i>                  |
| <i>Спосіб одержання заготовки</i>               |  |
| <i>Лиття в оболонковій формі</i>                | <i>Лиття в піщано-глинисті форми</i>       |
| <i>Собівартість заготовки</i>                   |  |
| <i>65 грн.</i>                                  | <i>36,53 грн.</i>                          |
| <i>Коефіцієнт використання матеріалу</i>        |  |
| <i>71%</i>                                      | <i>60%</i>                                 |
| <i>Кількість операцій</i>                       |  |
| <i>5 операцій</i>                               | <i>6 операцій</i>                          |
| <i>Кількість верстатів</i>                      |  |
| <i>11 верстатів</i>                             | <i>10 верстатів</i>                        |
| <i>Кількість працюючих</i>                      |  |
| <i>16 основних робітників</i>                   | <i>13 основних робітників</i>              |
| <i>Капітальні вкладення</i>                     |  |
| <i>-</i>  | <i>1058609,48 грн.</i>                     |
| <i>Трудоємність</i>                             |  |
| <i>22,3</i>                                     | <i>21,1</i>                                |
| <i>Наявність автоматизації</i>                  |  |
| <i>-</i>  | <i>+</i>                                   |
| <i>Виробнича собівартість одиниці продукції</i> |  |
| <i>110 грн.</i>                                 | <i>76,75 грн.</i>                          |
| <i>Економічний ефект</i>                        |  |
| <i>-</i>  | <i>232750 грн.</i>                         |
| <i>Термін окупності</i>                         |  |
| <i>-</i>  | <i>4,5 роки</i>                            |