

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

Кафедра ТАМ

Магістерська кваліфікаційна робота  
за спеціальністю 131 – «Прикладна механіка»  
на тему:

***Удосконалення технологічного процесу механічної  
обробки заготовки деталі типу «Корпус підшипників»***

***Виконав: ст. гр. 1ПМ-17м***

***Железняк О. Є.***

***Керівник: к.т.н., професор каф. ТАМ***

***Дерібо О. В.***

## Мета і завдання дослідження

**Метою магістерської кваліфікаційної роботи** є удосконалення технологічного процесу механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус підшипників» та порівняльний аналіз можливості фінішної обробки лезовим інструментом точних отворів та токарних верстатах з ЧПК підвищеної точності і високої точності, а також виявлення факторів, які найсуттєвіше впливають на точність і продуктивність лезової фінішної механічної обробки.

Для досягнення поставленої мети повинні бути виконані такі **завдання**:

- техніко-економічне обґрунтування доцільності удосконалення технологічного процесу механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус підшипників»;
- варіантний вибір способу виготовлення заготовки;
- розробка варіантів маршруту механічної обробки з використанням сучасних верстатів з ЧПК та вибір кращого з них;
- розмірно-точнісне моделювання удосконаленого технологічного процесу механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус підшипників»;
- призначення режимів різання;
- визначення технічних норм часу;
- порівняльний аналіз можливості фінішної обробки лезовим інструментом точних отворів та токарних верстатах з ЧПК підвищеної точності і високої точності;
- розрахунок кількості обладнання та працівників дільниці;
- проектування елементів дільниці механічної обробки;
- розрахунок економічної доцільності впровадження удосконаленого ТП;
- розробка заходів з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

**Об'єкт дослідження** – технологічний процес виготовлення деталей типу «Тіло обертання».

**Предмет дослідження** – удосконалений технологічний процес механічної обробки заготовки деталі «Корпус підшипників».

## Наукова новизна, практичне значення одержаних результатів

### Наукова новизна одержаних результатів:

- отримав подальший розвиток метод аналізу точності, що забезпечується тонким розточуванням головних отворів в заготовках з алюмінієвих сплавів на токарних верстатах з ЧПК.

**Практичне значення одержаних результатів** полягає в удосконаленні технологічного процесу механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус підшипників» та дільниці для його реалізації. При цьому запропоновані такі нові рішення:

- обґрунтовано оптимальний варіант виготовлення заготовки деталі «Корпус підшипників»;
- розроблено технологічний процес механічної обробки, економічні розрахунки підтвердили доцільність впровадження удосконаленого технологічного процесу;
- для удосконаленого технологічного процесу встановлено кількість необхідного обладнання та працюючих.

**Особистий внесок.** Результати досліджень отримані магістрантом самостійно. Постановка мети, задач та аналіз виконані під керівництвом керівника роботи.

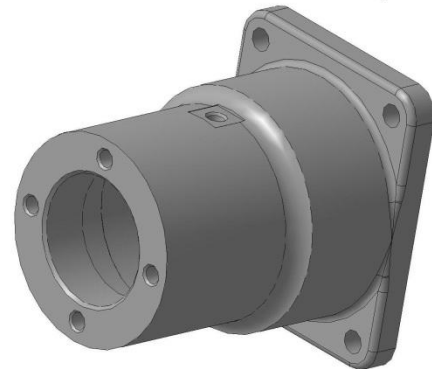
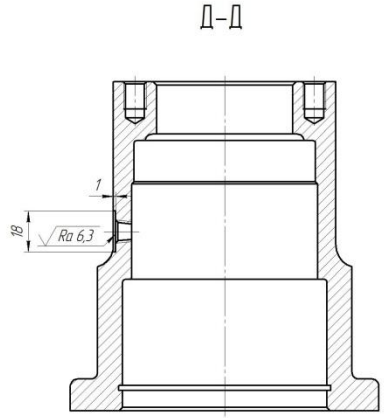
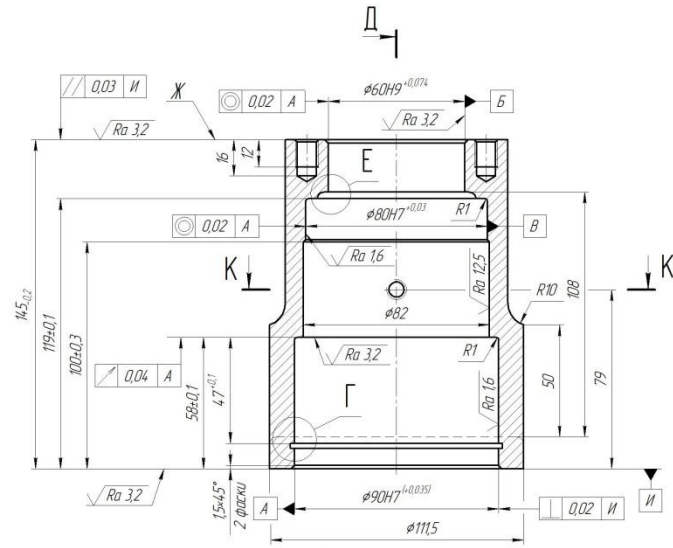
**Апробація результатів роботи.** Основні положення й результати роботи доповідалися й обговорювалися на XLVI науково-технічній конференції підрозділів ВНТУ (м. Вінниця, ВНТУ, 22-24 березня 2017 р.)

**Публікації.** Оpubлікована теза доповіді:

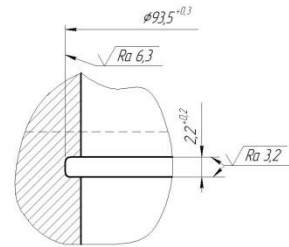
Визначення коефіцієнта уточнення, що забезпечується тонким розточуванням головних отворів корпусних деталей [Електронний ресурс] / О. В. Дерібо, Ж. П. Дусанюк, Ю. М. Перебейніс, О. Е. Железняк // Матеріали XLVI науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 22-24 березня 2017 р. – Електрон. текст. дані. – 2017. – Режим доступу : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2017/paper/view/2987>.

08-26.МКР.011.00.001

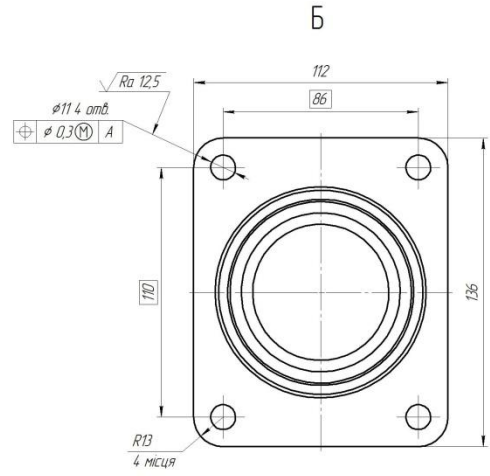
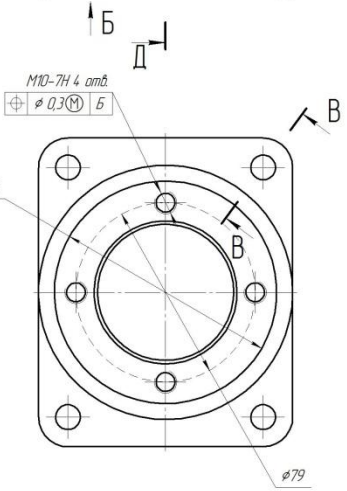
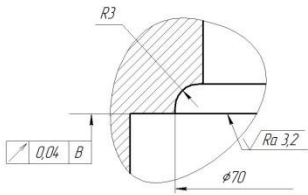
√ Ra 6,3 √ I



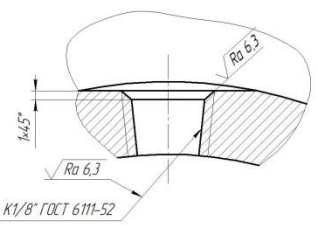
Г (4:1)



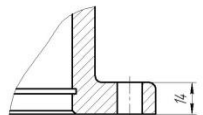
Е (4:1)



К-К (4:1)



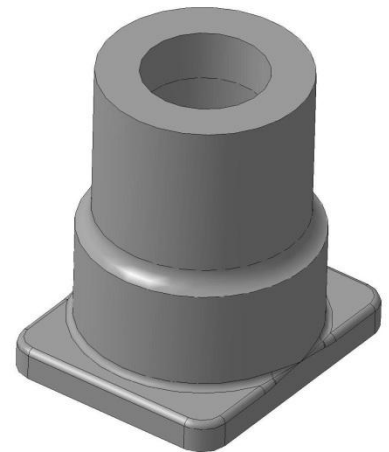
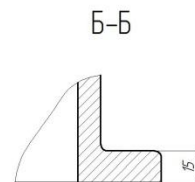
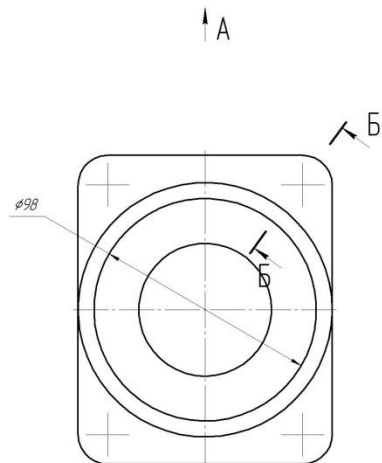
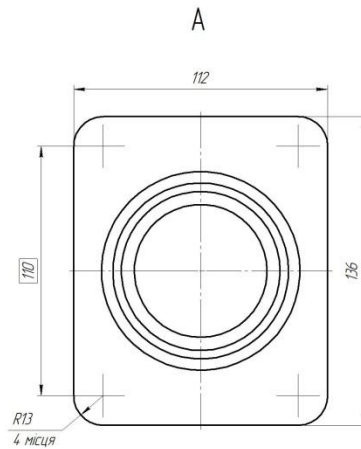
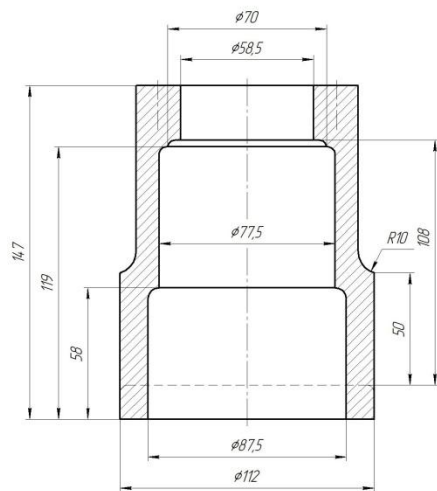
В-В



- \*Размер для доводки.
- H14, h14, z-H14/2
- Непоказаны фаски 14,5°.

08-26.МКР.011.00.001				Лист	Масса	Увеличение
Корпус подшипников				Лист	1,85	1:1
AK7 ГОСТ 1583-93				Лист	Листов	7
Инженер: Соловьев В.В.				ВНТЧ		
Черт.: Козлов В.Г.				ст. гр. 11М-17н		
Копировать				Формат А1		

08-26.МКР.01100.002



- 1 Точність вилка 5-3-6-5 ГОСТ26645-85.
- 2 Маса 185-0,19-0,91-2.124.
- 3 Неказані тиларні радіуси 3.5 мм, неказані формальні нахили до 3°.
4. Допускається раковини, пустоти  $\phi 0,8$  мм на глибини 1,8 мм.

08-26.МКР.01100.002		Лист	Маса	Масштаб
Мат. група	М. Фабрика	Відп.	Лист	
Розроб	Металознав. ЦД	Викон.	2.124	1:1
Вірв.	Легкоал. ЦД	Лист		
Інженер		Лист		
Провер.	Соборняк В.В.	Лист		
Контр.	Козлов І.	Лист		
Карпус підшипників (вилвак)		ВНТУ, ст. гр. ППМ-17м		
AK7 ГОСТ 1583-93		Формат А1		
Копія				

# Маршрут механічної обробки

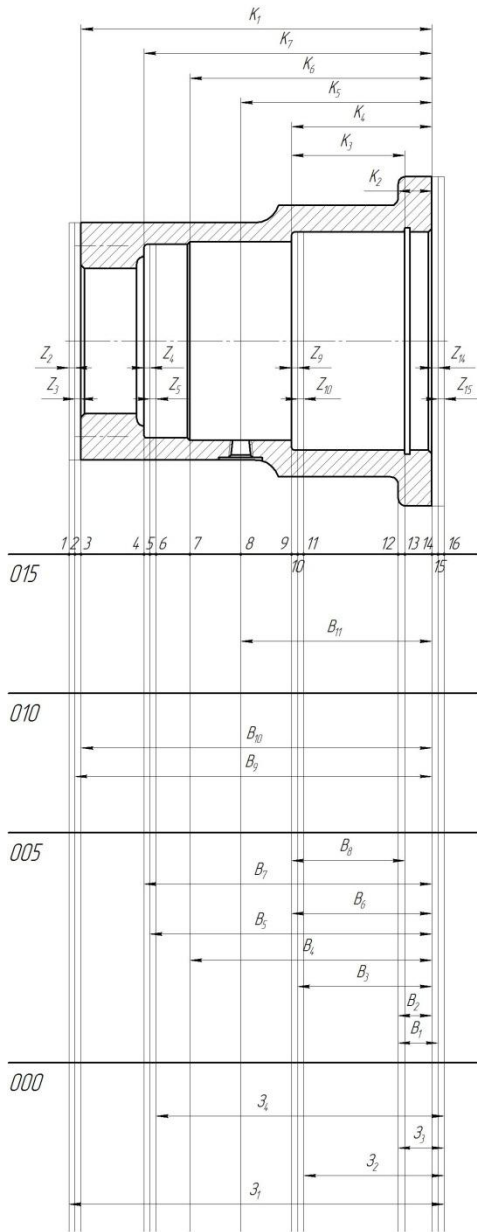
№ опер.	Назва операції, переходи	Ескіз обробки, схема установки	Моделі верстатів
005	<p><b>Комбінована з ЧПК</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити заготовку, закріпити.</li> <li>2. Точити торець 1 попередньо в розмір 146,7 мм.</li> <li>3. Точити торець 1 остаточно.</li> <li>4. Розточити пов. 2, торець 3 попередньо в розмір <math>\phi 86,6</math> мм, пов. 4 і торець 5 однакратно, пов. 6 і торець 7 попередньо в розмір <math>\phi 78,5</math> мм.</li> <li>5. Розточити фаску 8 однакратно, пов. 2 попередньо в розмір <math>\phi 88,6</math> мм, торець 3 остаточно, фаску 9 однакратно, пов. 6 попередньо в розмір <math>\phi 79,9</math> мм, торець 7 остаточно.</li> <li>6. Розточити канавку 10 однакратно.</li> <li>7. Розточити пов. 2 і 6 остаточно.</li> <li>8. Центрувати 4 отв. 11 в розмірі <math>\phi 6</math> мм, <math>l=4</math> мм.</li> <li>9. Свердлити 4 отв. 11.</li> <li>10. Зняти заготовку.</li> </ol>	<p style="text-align: right;">НЧ, hЧ, зТЧ/2</p>	<p>Багатопрохідний токарний верстат з ЧПК ПМ-20ПФ40</p>

010	<p><b>Комбінована з ЧПК</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити заготовку, закріпити.</li> <li>2. Точити торець 1 попередньо в розмір 145,7 мм.</li> <li>3. Точити торець 1 остаточно.</li> <li>4. Розточити пов. 2 попередньо в розмір <math>\phi 59,9</math> мм.</li> <li>5. Розточити пов. 2 остаточно.</li> <li>6. Розточити фаску 3 однакратно.</li> <li>7. Центрувати 4 отв. 4 в розмірі <math>\phi 6</math> мм, <math>l=4</math> мм.</li> <li>8. Свердлити 4 отв. 4.</li> <li>9. Зенкувати 4 фаски 5.</li> <li>10. Нарізати різьбу в 4 отв. 4.</li> <li>11. Зняти заготовку.</li> </ol>	<p style="text-align: right;">НЧ, hЧ, зТЧ/2</p>	<p>Багатопрохідний токарний верстат з ЧПК ПМ-20ПФ40</p>
-----	---	---	---

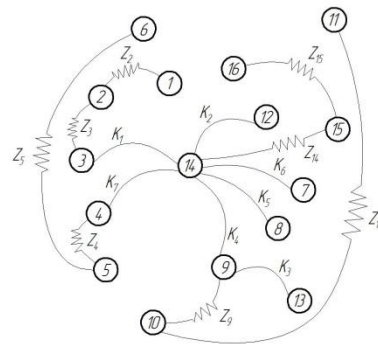
# Маршрут механічної обробки (продовження)

№ опер.	Назва операції, переходи	Ескіз обробки, схема установки	Моделі верстатів
015	<p><b>Вертикально-свердильна з ЧПК</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити заготовку, закріпити.</li> <li>2. Фрезерувати лиску 1 однакратно.</li> <li>3. Центрувати отв. 2 в розмірі <math>\phi 6</math> мм, <math>l=4</math> мм.</li> <li>4. Свердлити отв. 2.</li> <li>5. Зенкувати фаску 3.</li> <li>6. Нарізати різь в отв. 2.</li> <li>7. Зняти деталь.</li> </ol>	<p style="text-align: right;">НЧ, hЧ, зТЧ/2</p>	<p>Вертикально-свердильний верстат з ЧПК 2Р135Ф2</p>

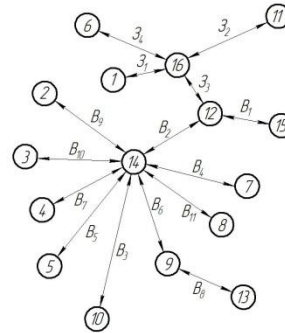
# Розмірний аналіз технологічного процесу



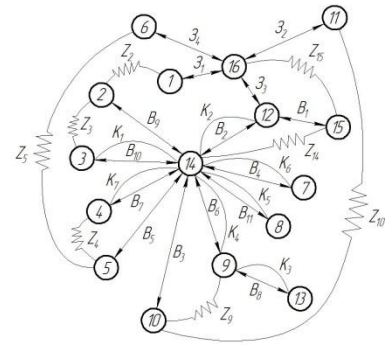
$K_1 = 145_{-0,2}^{0,2}$  мм  
 $K_2 = 14_{-0,43}^{0,43}$  мм  
 $K_3 = 47_{-0,1}^{0,1}$  мм  
 $K_4 = 58 \pm 0,1$  мм  
 $K_5 = 79 \pm 0,37$  мм  
 $K_6 = 100 \pm 0,3$  мм  
 $K_7 = 119 \pm 0,1$  мм



Вихідний граф-дерево



Похідний граф-дерево



Сумщений граф-дерево

Значення технологічних розмірів, розмірів вихідної заготовки та їх допуски, мм

Позначення розміру	Граничні значення розміру тип розмір	тип розмір	Допуск	Номинальний розмір	Значення розміру у технологічному документі	Значення розміру на кресленні вихідної заготовки
$B_1$	14,25	14,68	0,43	14,68	$14,68_{-0,43}$	
$B_2$	13,57	14	0,43	14	$14_{-0,43}$	
$B_3$	56,91	57,65	0,74	57,3	$57,3 \pm 0,37$	
$B_4$	99,7	100,3	0,6	100	$100 \pm 0,3$	
$B_5$	116,77	117,23	0,46	117	$117 \pm 0,23$	
$B_6$	57,9	58,1	0,2	58	$58 \pm 0,1$	
$B_7$	118,9	119,2	0,2	119	$119 \pm 0,1$	
$B_8$	46,9	47,1	0,1	47	$47_{-0,1}$	
$B_9$	145,27	145,9	0,63	145,9	$145,9_{-0,63}$	
$B_{10}$	144,8	145	0,2	145	$145_{-0,2}$	
$B_{11}$	78,63	79,37	0,74	79	$79 \pm 0,37$	
$Z_1$	149,2	150	0,8	149,6	-	$149,6 \pm 0,4$
$Z_3$	56,9	57,6	0,7	57,25	-	$57,25 \pm 0,35$
$Z_4$	15,55	16,5	0,5	15,8	-	$15,8 \pm 0,25$
$Z_6$	116,77	117,23	0,46	117	-	$117 \pm 0,23$

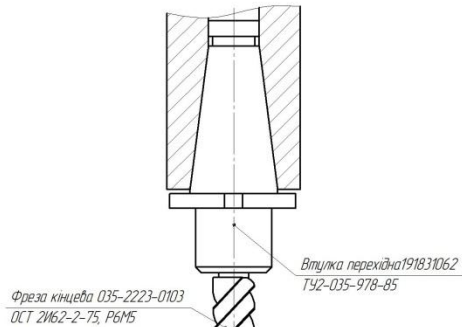
Значення припусків, мм

Граничні значення	Припуски		$Z_2$	$Z_3$	$Z_4$	$Z_5$	$Z_9$	$Z_{10}$	$Z_{14}$	$Z_{15}$
	$Z_{тип}$	$Z_{ток}$	0,85	0,25	0,85	0,25	0,25	0,85	0,25	0,85
			3,22	0,45	2,36	2,46	1,19	3,21	1,11	1,78

Розмірна схема технологічного процесу

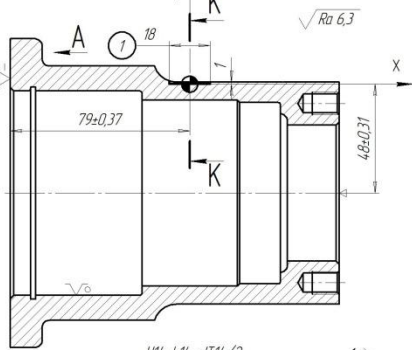
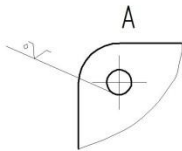
08-26.МКР.01.00.300

Перехід 2



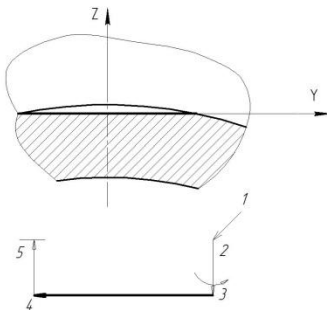
Фреза кінцева 035-2223-0103  
ОСТ 2162-2-75, Р6М5

Втулка перехідна 191831062  
ТУ 2-035-978-85



H14, h14, ±IT14/2

K-K (4:1)

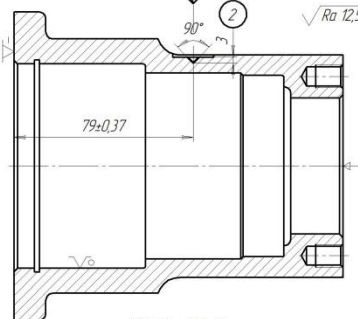


Перехід 3



Патрон цанговий 19113040  
ТУ 2-035-986-85

Свердло центральне 035-2317-0103  
ОСТ 120-5-80, Р6М5



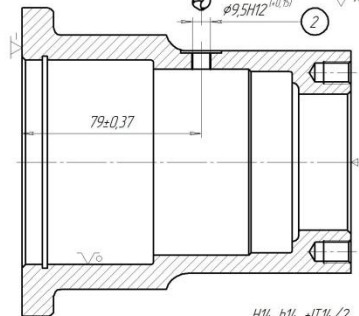
H14, h14, ±IT14/2

Перехід 4



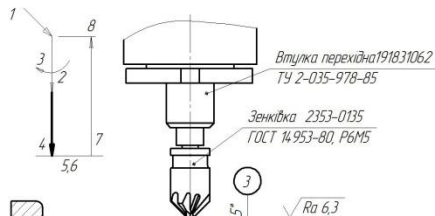
Втулка перехідна 191831062  
ТУ 2-035-978-85

Свердло спіральне 035-2301-1015  
ОСТ 120-2-80, Р6М5



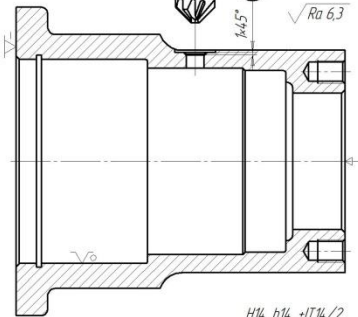
H14, h14, ±IT14/2

Перехід 5



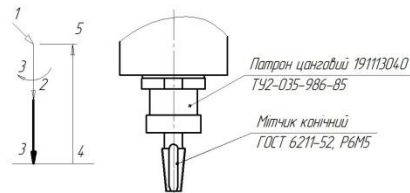
Втулка перехідна 191831062  
ТУ 2-035-978-85

Зенковка 2353-0135  
ГОСТ 14953-80, Р6М5



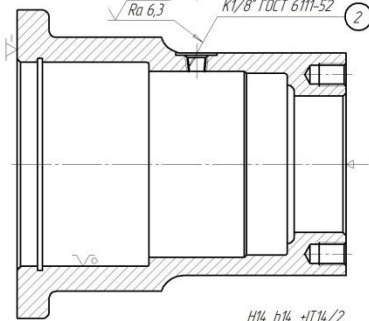
H14, h14, ±IT14/2

Перехід 6



Патрон цанговий 19113040  
ТУ 2-035-986-85

Мітчик кінцевий  
ГОСТ 6211-52, Р6М5



H14, h14, ±IT14/2

015	6	Нарізати різь в отв. 2	10,16	-	315	0,941
	5	Зенкувати фаску 3	15,7	1,0	200	0,34
	4	Свердлити отв. 2	18,79	4,75	630	0,315
	3	Центрувати отв. 2	314	2,5	2000	0,11
	2	Фрезерувати лиску 1 однократно	157	1,0	1000	0,011
№ операції	№	Вертикально-свердлильно з ЧПК	2P135Ф2	V, м/хв	f, мм	a, мм/хв
	Обладнання	Режими різання				
08-26.МКР.01.00.300						
Мен. Діляч		М. Федюк	Ліст. 1	Лист	Маса	Укриття
Розроб.		Мезенчук О.В.			-	11
Перев.		Деріда О.В.				
Лікватор						
Розробити		Соловйов В.В.				
Контр.		Ковалев Д.Г.				
Карта налагоджень					Лист	Листів 1
-					ВНТЧ	
-					ст. оп. ПМ-17м	
-					Формат А1	



# ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ ОБРОБКИ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЄТЬСЯ РОЗТОЧУВАННЯМ НА ТОКАРНИХ ВЕРСТАТАХ З ЧПК ЗАГОТОВОК ДЕТАЛЕЙ З АЛЮМІНІЄВИХ СПЛАВІВ

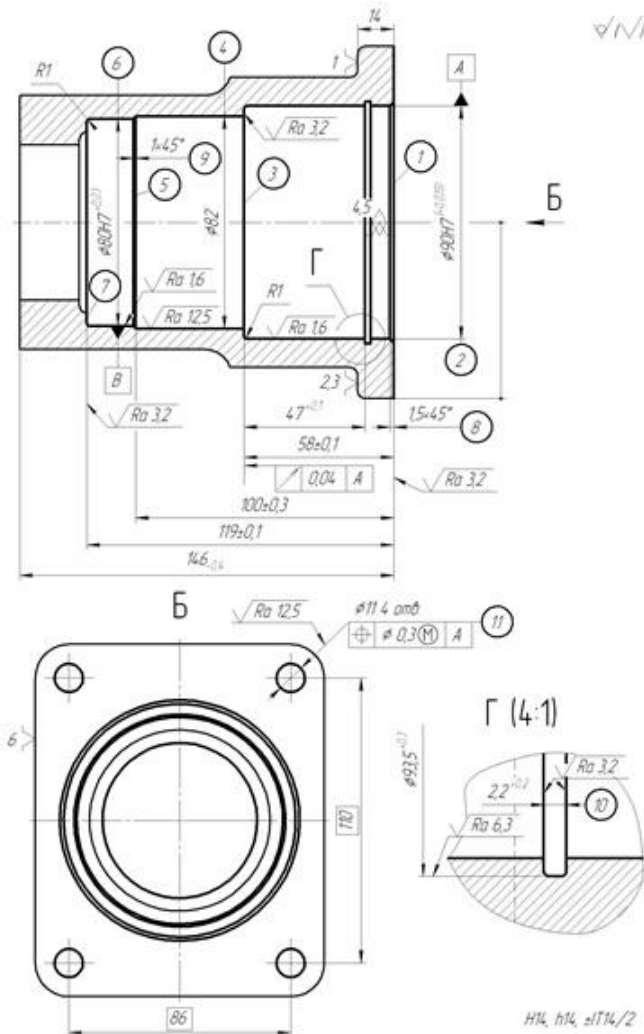


Рисунок 1 – Ескіз обробки

Метою роботи є виявлення впливу елементарних похибок на сумарну похибку обробки розточуванням на токарних верстатах з ЧПК і визначення коефіцієнта уточнення, який досягається такою обробкою.

Сумарна похибка обробки на діаметральний розмір  $\varnothing 80H7^{(+0,030)}$ , що отримуються обробкою на токарному верстаті з ЧПК (модель 1П420ПФ40, клас точності верстата – В)

$$\varepsilon_{\Sigma} = \frac{2}{K} \sqrt{(K_1 \varepsilon_{\text{пд}})^2 + (K_2 \varepsilon_{\text{н}})^2 + (K_3 \varepsilon_{\text{п.р.г}})^2 + (K_4 \varepsilon_i)^2 + (K_5 \varepsilon_{\text{в}})^2 + (K_6 \varepsilon_{\text{т}})^2} \quad [\text{МКМ}]. \quad (1)$$

## Елементарні похибки

Похибка, що зумовлена пружними деформаціями елементів технологічної системи під дією сили різання

$$\varepsilon_{\text{пд}} = \omega_{\Sigma} (P_{y_{\text{max}}} - P_{y_{\text{min}}}) \quad [\text{МКМ}], \quad (2)$$

$$\varepsilon_{\text{пд}} = 2 \text{ МКМ}.$$

## Похибка настроєння

$$\varepsilon_{\text{н}} = 1,2 \sqrt{\varepsilon_{\text{р}}^2 + \left(\frac{\varepsilon_{\text{вм}}}{2}\right)^2 + \varepsilon_{\text{зм}}^2} \quad [\text{МКМ}], \quad (3)$$

$$\varepsilon_{\text{р}} = 10 \text{ МКМ}; \quad \varepsilon_{\text{вм}} = 1 \text{ МКМ}; \quad \varepsilon_{\text{зм}} = 1 \text{ МКМ};$$

$$\varepsilon_{\text{н}} = 12 \text{ МКМ}.$$

Похибка позиціювання  $\varepsilon_{\text{п.р.г}} = 7 \text{ МКМ}.$

Похибка, що спричиняється розмірним зносом різця

$$\varepsilon_i = \varepsilon_{\text{к}} = 10 \text{ МКМ}.$$

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ ОБРОБКИ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЄТЬСЯ РОЗТОЧУВАННЯМ НА ТОКАРНИХ ВЕРСТАТАХ З ЧПК ЗАГОТОВОК ДЕТАЛЕЙ З АЛЮМНІЄВИХ СПЛАВІВ (продовження)

**Похибка, що спричиняється геометричною неточністю верстата**

$$\varepsilon_B = \frac{Cl}{L_6} \text{ [мкм]}, \quad (4)$$

$$\varepsilon_B = 0,3 \text{ мкм.}$$

**Похибка, яка спричиняється температурними деформаціями технологічної системи**

$$\varepsilon_T = 0,15(\varepsilon_{\text{пц}} + \varepsilon_H + \varepsilon_i + \varepsilon_{\text{п.р.г}} + \varepsilon_B) \text{ [мкм]}, \quad (5)$$

$$\varepsilon_T = 3 \text{ мкм.}$$

**Сумарна похибка обробки**  $\varepsilon_{\Sigma} = 35 \text{ мкм.}$

Тоді величина **коефіцієнта уточнення** складає

$$K_y = \frac{\varepsilon_{\Sigma_{i-1}}}{\varepsilon_{\Sigma_i}} = \frac{74}{35} = 2,1. \quad (6)$$

### Висновки

1. На прикладі остаточної обробки точного отвору в заготовці деталі типу «Корпус підшипників» проведений аналіз з виявленням елементарних похибок, які мають вплив на сумарну похибку.

2. Під час токарної обробки отворів похибка, що спричиняється розмірним зносом різця, в процесі обробки заготовок партії на настроєному верстаті з ЧПК може майже повністю компенсуватися введенням корекції, тобто регламентованим програмованим зміщенням вершини різця в радіальному напрямі.

4. Отримана величина коефіцієнта уточнення для тонкого розточування на верстаті високої точності показує, що під час розробки маршруту обробки можна зменшити кількість переходів. Але для прийняття остаточного рішення з цього питання потрібно визначити значення  $K_y$  для чорнової і напівчистої обробки.

5. Результати роботи можуть бути використані під час проектування нових технологічних процесів механічної обробки у машинобудівному виробництві і у навчальному процесі.

Для зменшення сумарної похибки обробки запропоновано використати для виконання операції, що розглядається, багатоцільовий токарний верстат з ЧПК моделі ST15 фірми HAAS Automation (США).

Тоді величини елементарних похибок:

$$\varepsilon_{\text{пц}} = 2 \text{ мкм}; \quad \varepsilon_H = 3 \text{ мкм}; \quad \varepsilon_{\text{п.р.г}} = 4 \text{ мкм}; \quad \varepsilon_i = 2 \text{ мкм};$$

$$\varepsilon_B = 0,3 \text{ мкм}; \quad \varepsilon_T = 2 \text{ мкм};$$

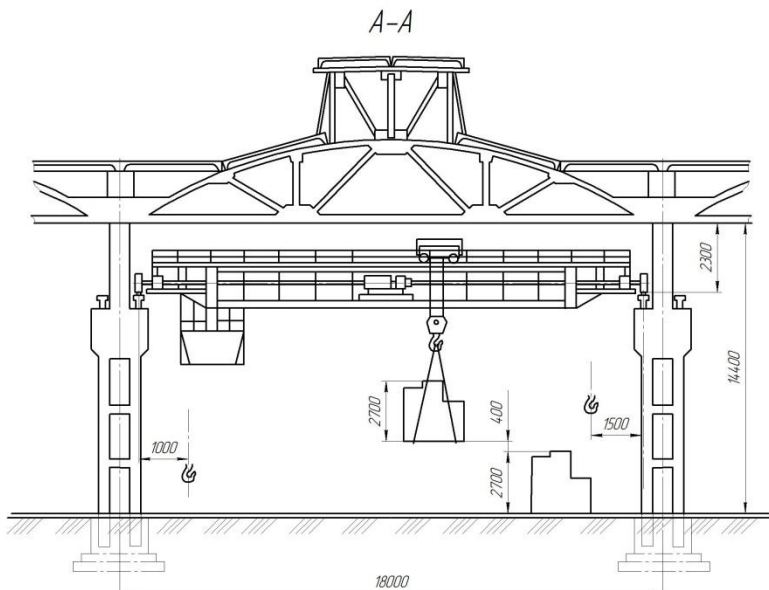
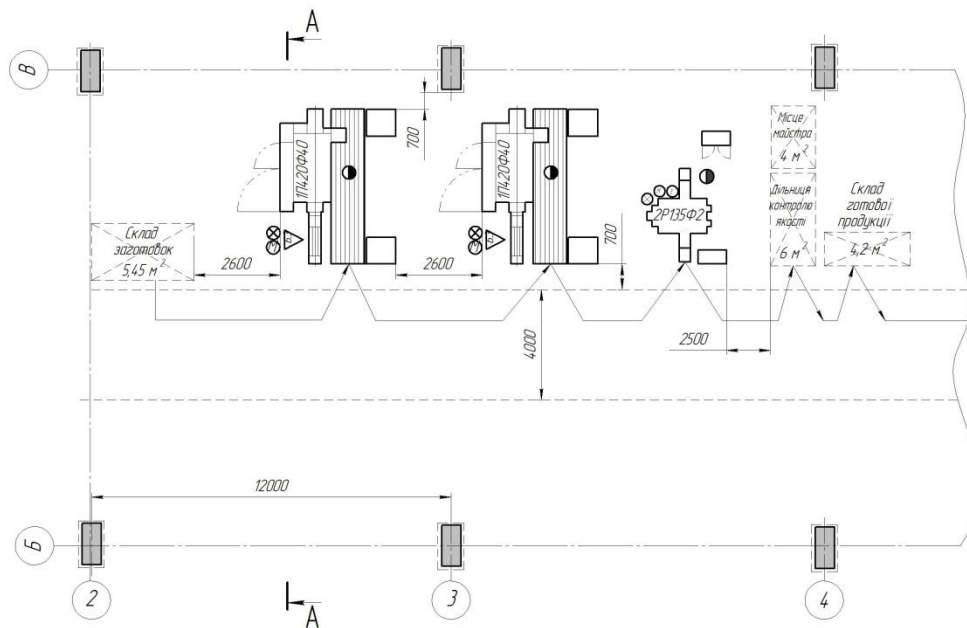
**Сумарна похибка обробки** складе

$$\varepsilon_{\Sigma} = 15 \text{ мкм.}$$

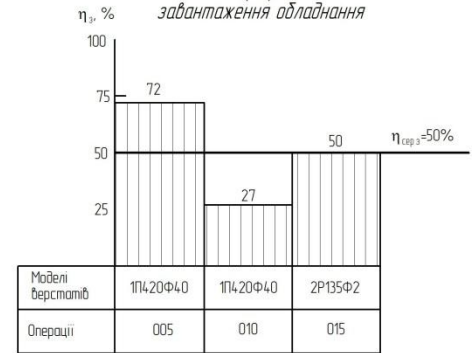
Величина **коефіцієнта уточнення**

$$K_y = \frac{74}{15} = 4,9.$$

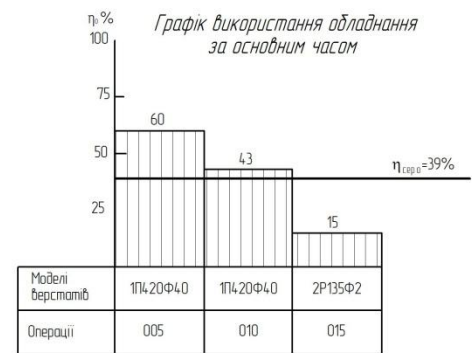
08-26.МКР.01.00.500 В3



Графік завантаження обладнання



Графік використання обладнання за основним часом



Технічна характеристика дільниці

- Площа дільниці, м<sup>2</sup>
  - загальна - 160
  - виробнича - 28,44
  - допоміжна - 19,6
- Кількість працюючих, чол.
  - робітників основних - 3
  - допоміжних - 1
  - ІТР - 1
  - службовців - 1
  - МОП - 1
- Верстатів, шт. - 3

08-26.МКР.01.00.500 В3				Лист	Масштаб
План дільниці механічної обробки				-	1:75
Лист	1	Листов	1	ВНТУ	
-				ст. гр. ППМ-17м	
Копіювати				Формат А1	

<i>Базовий технологічний процес</i>	<i>Удосконалений технологічний процес</i>
<i>Техніко-економічні показники</i>	
<i>Матеріал</i>	
<i>AK7</i>	<i>AK7</i>
<i>Спосіб виготовлення заготовки</i>	
<i>Лиття в піщано-глинисті форми</i>	<i>Лиття під тиском</i>
<i>Собівартість заготовки</i>	
<i>694,38 грн.</i>	<i>297,4 грн.</i>
<i>Коефіцієнт точності маси заготовки</i>	
<i>0,774</i>	<i>0,871</i>
<i>Кількість операцій</i>	
<i>4 операції</i>	<i>3 операції</i>
<i>Кількість верстатів</i>	
<i>4 верстати</i>	<i>3 верстати</i>
<i>Кількість працюючих</i>	
<i>4 основних робітники</i>	<i>3 основних робітники</i>
<i>Виробнича площа ділянки, м<sup>2</sup></i>	
<i>39,94</i>	<i>28,44</i>
<i>Виробнича собівартість одиниці продукції</i>	
<i>514,15 грн.</i>	<i>357,05 грн.</i>
<i>Капітальні вкладення</i>	
<i>-</i>	<i>604579,22 грн.</i>
<i>Економічний ефект</i>	
<i>-</i>	<i>1250578,11 грн.</i>
<i>Термін окупності</i>	
<i>-</i>	<i>0,48 року</i>

## Висновки

В магістерській кваліфікаційній роботі удосконалено технологічний процес механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус підшипників» та виконано порівняльний аналіз можливості фінішної обробки лезовим інструментом точних отворів та токарних верстатах з ЧПК підвищеної точності і високої точності, а також виявлено фактори, які найсуттєвіше впливають на точність і продуктивність лезової фінішної механічної обробки.

В розділі техніко-економічного обґрунтування доцільності удосконалення технологічного процесу механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус підшипників» проведено аналіз типових технологічних процесів, базового технологічного процесу, оцінені їх позитивні сторони, внесені пропозиції щодо удосконалення технологічного процесу механічної обробки розглядуваної заготовки деталі.

Запропоновано два варіанта виготовлення заготовки деталі «Корпус підшипників», а саме лиття в піщано-глинисті форми та лиття під тиском. Техніко-економічні розрахунки показали, що економічно доцільніше виготовляти заготовку литтям під тиском, оскільки вартість заготовки при цьому складає 39,17 грн., що менше у порівнянні з литтям в піщано-глинисті форми – 221,26 грн.

Розроблено два варіанта удосконаленого технологічного процесу механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус підшипників» з використанням високопродуктивних верстатів з ЧПК. Проведено їх техніко-економічне порівняння, вибрано за мінімумом приведених витрат кращий варіант. Проведені розрахунки припусків, режимів, різання, норм часу на операції.

На прикладі остаточної обробки точного отвору в заготовці деталі типу «Корпус підшипників» проведений аналіз з виявленням елементарних похибок, які мають вплив на сумарну похибку. Під час токарної обробки отворів похибка, що спричиняється розмірним зносом різця, в процесі обробки заготовок партії на настроєному верстаті з ЧПК може майже повністю компенсуватися введенням корекції, тобто регламентованим програмованим зміщенням вершини різця в радіальному напрямі. Отримана величина коефіцієнта уточнення для тонкого розточування на верстаті високої точності показує, що під час розробки маршруту обробки можна зменшити кількість переходів. Але для прийняття остаточного рішення з цього питання потрібно визначити значення для чорнової і напівчистої обробки.

Для удосконаленого маршруту механічної обробки розраховано елементи дільниці механічної обробки; розраховано приведену програму для роботи дільниці в серійному виробництві, яка складає 17887 шт.; на дільниці механічної обробки використано 3 верстати, кількість основних робітників, що її обслуговують – 3 чол., всього працюючих на дільниці – 4 чол.

Проведені економічні розрахунки, які підтвердили доцільність впровадження удосконаленого технологічного процесу механічної обробки заготовки деталі «Корпус підшипників», визначені капітальні вкладення – 604579,22 грн., одержаний прибуток – 1250578,11 грн., термін окупності вкладень – 0,48 року.

В роботі також розроблені заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях на дільниці механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус підшипників».

**Дякую за увагу!**