

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 технології механічної обробки заготовки  
деталі типу «Втулка опорна»***

***Виконав: ст. гр. 1ПМ-17м***

***Олексій М. С.***

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

***Буренніков Ю. А.***

## Мета і завдання дослідження

**Мета і завдання дослідження.** Метою магістерської кваліфікаційної роботи (МКР) є зниження технологічної собівартості та підвищення продуктивності праці шляхом удосконалення технології механічної обробки заготовки деталі типу «Втулка опорна» з врахуванням сучасних технологій обробки та способів виготовлення заготовки.

При цьому повинні бути вирішені такі **завдання**:

- техніко-економічне обґрунтування доцільності удосконалення технології механічної обробки заготовки деталі типу «Втулка опорна»;
- варіантний вибір способу виготовлення заготовки;
- дослідження впливу точності виготовлення заготовки деталі типу «Втулка опорна» на технологічну собівартість обробки найбільш точних поверхонь;
- проектування варіантів маршруту механічної обробки з використанням сучасних верстатів з ЧПК та вибір кращого з них за мінімумом приведених витрат;
- розмірно-точнісне моделювання технологічного процесу механічної обробки;
- призначення режимів різання;
- встановлення технічних норм часу на операції;
- розрахунок кількості обладнання та працівників;
- розрахунок економічної доцільності впровадження удосконаленої технології механічної обробки;
- розробка заходів з охорони праці та безпеки життєдіяльності.

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

**Предмет дослідження** – технологічний процес механічної обробки заготовки деталі типу «Втулка опорна».

## Наукова новизна, практичне значення одержаних результатів

**Наукова новизна одержаних результатів.** Отримав подальший розвиток метод порівняльного аналізу впливу точності виготовлення заготовки деталі на технологічну собівартість обробки найбільш точних поверхонь деталі «Втулка опорна».

**Практичне значення одержаних результатів** полягає в удосконаленні технології механічної обробки заготовки деталі типу «Втулка опорна»; при цьому запропоновані такі рішення:

- для найбільш доцільних способів виготовлення заготовки – лиття в кокіль і лиття в піщано-глинисті форми спроектовано заготовки та техніко-економічним порівнянням встановлено, що економічно доцільнішим варіантом є виготовлення заготовки литтям в кокіль, оскільки вартість заготовки при цьому складає 116,24 грн., що менше у порівнянні з литтям в піщано-глинисті форми – 116,85 грн.;
- розроблений оригінальний технологічний процес механічної обробки заготовки деталі типу «Втулка опорна»;
- для удосконаленого ТП розроблено план ділянки механічної обробки, яка по ходу технологічної обробки містить 4 верстати, що обслуговуються 5 основними і 4 допоміжними працівниками.

**Апробація результатів роботи.** Основні положення й результати роботи доповідалися й обговорювалися на III-ій Міжнародній науково-технічній конференції «Гідро- та пневмоприводи машин – сучасні досягнення та застосування» (м. Вінниця, ВНТУ, 17-18 грудня 2018 р.)

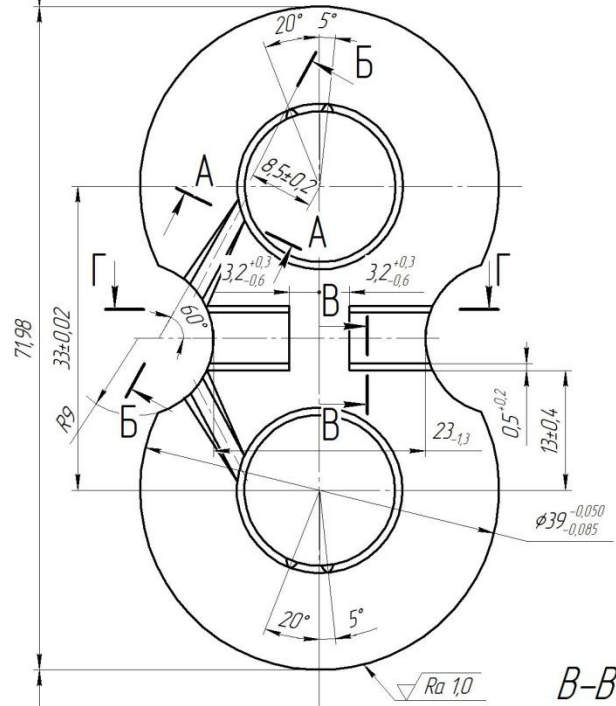
**Публікації.** Оpubлікована теза доповіді:

- Вплив точності виготовлення заготовки деталі типу «Втулка опорна» на технологічну собівартість обробки поверхонь / Ю. А. Бурєнніков, Ж. П. Дусанюк, С. В. Репінський, М. С. Олексій // Матеріали III-ої Міжнародної науково-технічної конференції «Гідро- та пневмоприводи машин – сучасні досягнення та застосування», м. Вінниця, 17-18 грудня 2018 р. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – Режим доступу : <http://tam.vntu.edu.ua>.

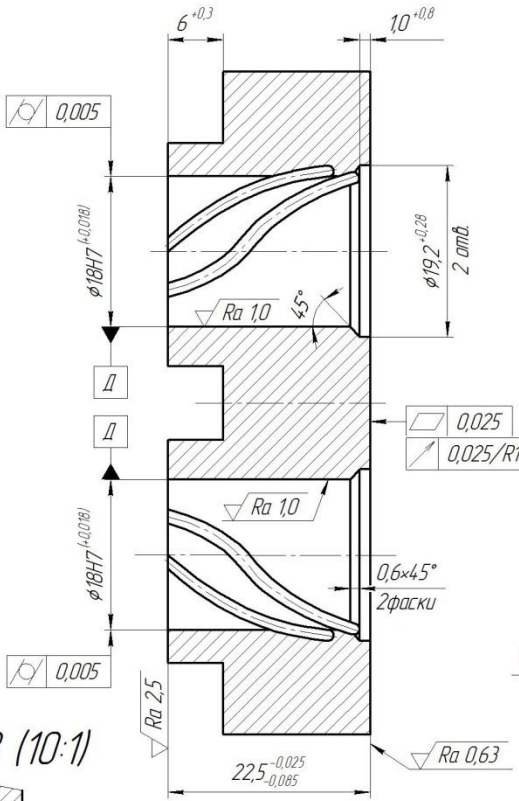
08-26.МКР.021.00.001

✓ Ra 10,0 (✓)

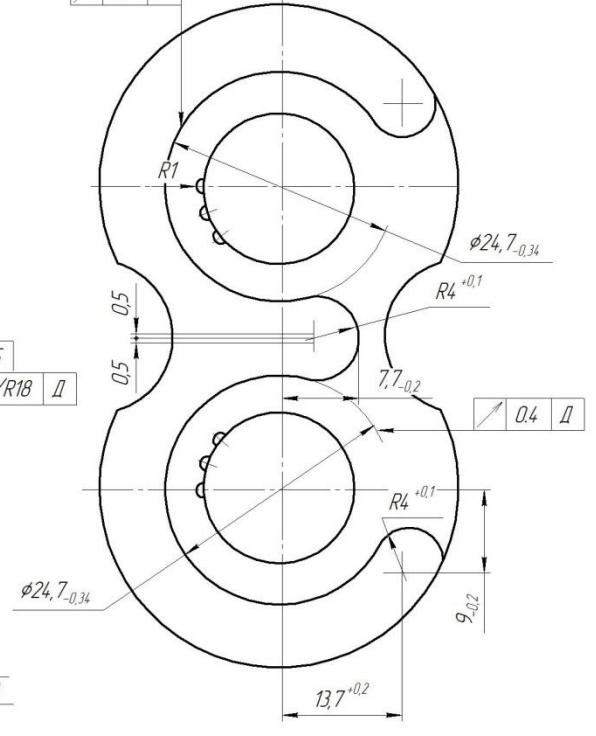
0,02	Δ
0,016	Δ



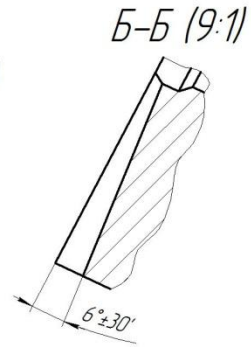
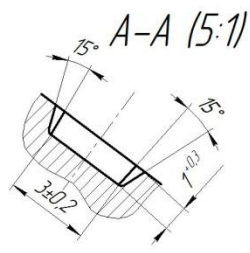
0,02	Δ
0,016	Δ



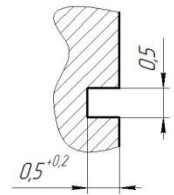
0,4	Δ
-----	---



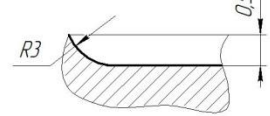
0,4	Δ
-----	---



B-B (10:1)



Г-Г (10:1)



3D-модель деталі



1. Невказані граничні відхилення розмірів: отворів по Н14, валів h14, решту ±IT14/2.

				08-26.МКР.021.00.001		
Лист	№ докум.	Лист	Листа	Лист	Масса	Максимум
Разраб	Олексій П.С.				0,291	11
Проб	Буренко Ю.А.					
Техпр.						
Нормпр.	Содилук В.В.					
Стр.	Козлов Л.Г.					
				Втулка опорна		
				Бр. 05115С5		
				ГОСТ 613-79		
				ВНТУ		
				ст. зр. 11М-17М		
				Формат А2		

Лист 1

Лист 1

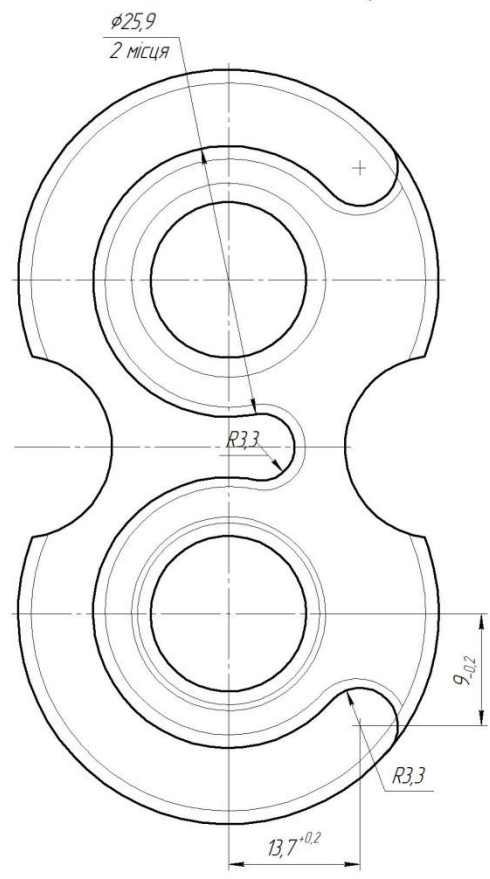
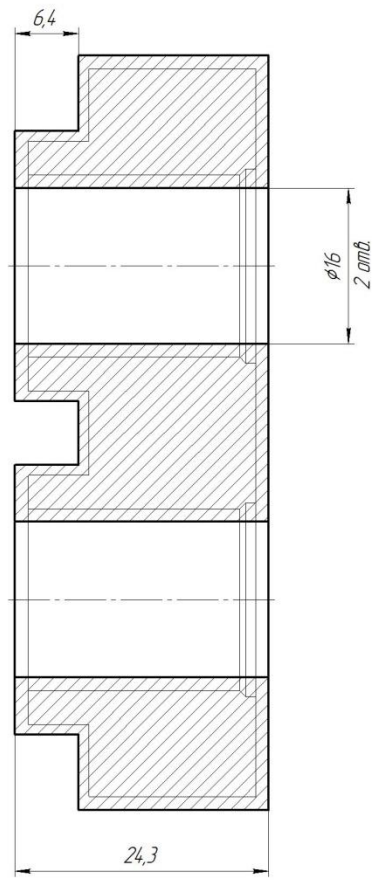
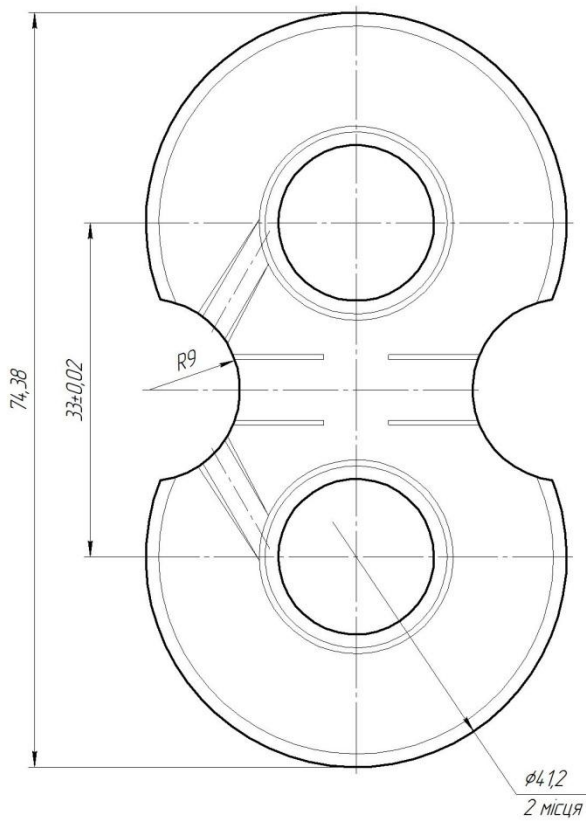
Лист 1

Лист 1

Лист 1

08-26.МКР.021.00.001

✓ Ra 16



3D-модель заготовки



1. Клас точності 6, ступінь жолоблення 4, ступінь точності поверхонь 6, клас точності маси 6, допуск зміщення 0,24.
2. Неказані на кресленні радіуси заокруглень 2-3 мм.
3. Неказані на кресленні формувальні нахили 0° 57'.
4. Твердість матеріалу заготовки 288 НВ.

Лист № документа  
Сторінка №  
Лист № змін  
Лист № документа  
Лист № змін  
Лист № документа  
Лист № змін

				08-26.МКР.021.00.001		
Мат. лист	№ документа	Лист	Лист	Лист	Масса	Масштаб
Разработ	Олександр М.С.				0,291	2:1
Проект	Будьничко В.А.					
Технік						
Норматив	Собольов В.В.					Листов 1
Уста	Козлов Л.Г.					ВНТУ ст. гр. 11М-17М
				08-26.МКР.021.00.001		
				Втулка опорна (лиття в кокиль)		
				Бр.05Ц5С5 ГОСТ 613-79		
				Катуран		
				Формат А2		

## Точність заготовки при різних способах її виготовлення

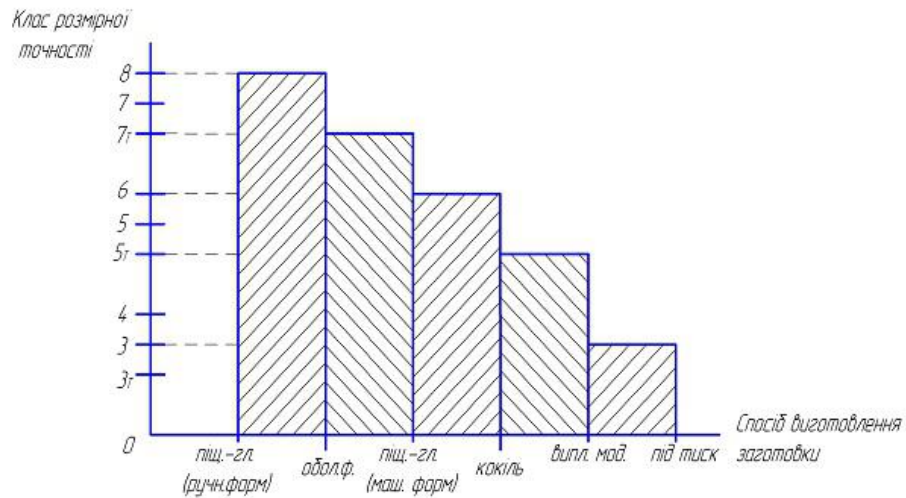


Рисунок 1 – Розподіл класів розмірної точності від способу виготовлення заготовки

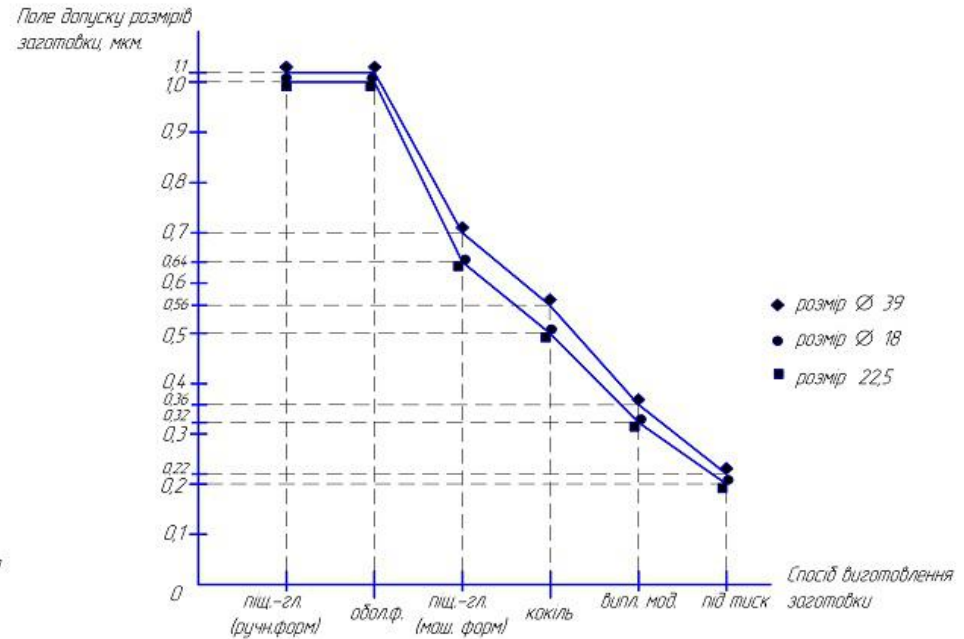


Рисунок 2 – Розподіл полів допусків від способу виготовлення заготовки



## Кількість переходів механічної обробки в залежності від способу виготовлення заготовки

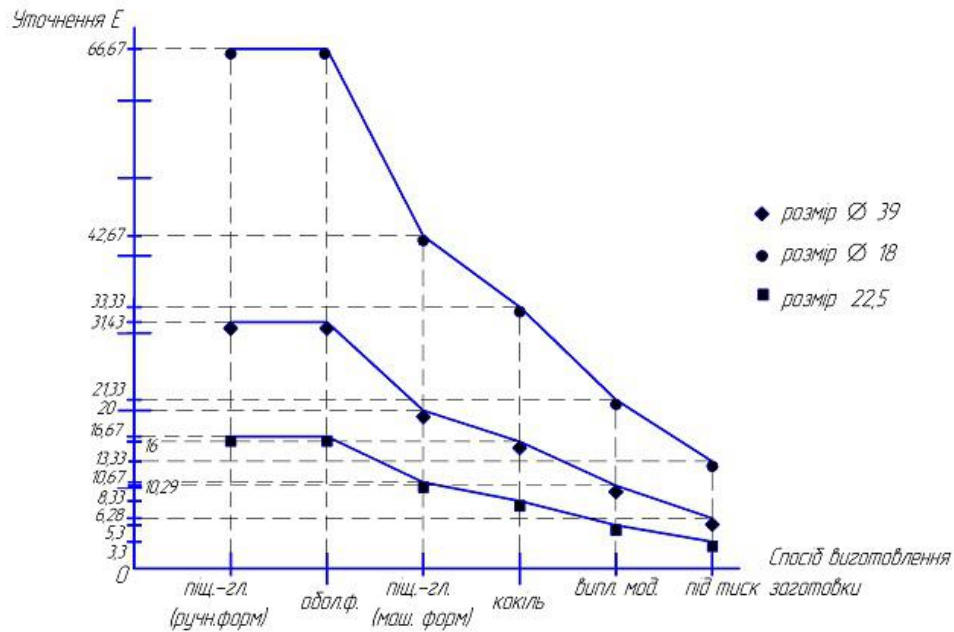


Рисунок 3 – Графік залежності коефіцієнта уточнення від способу виготовлення заготовки

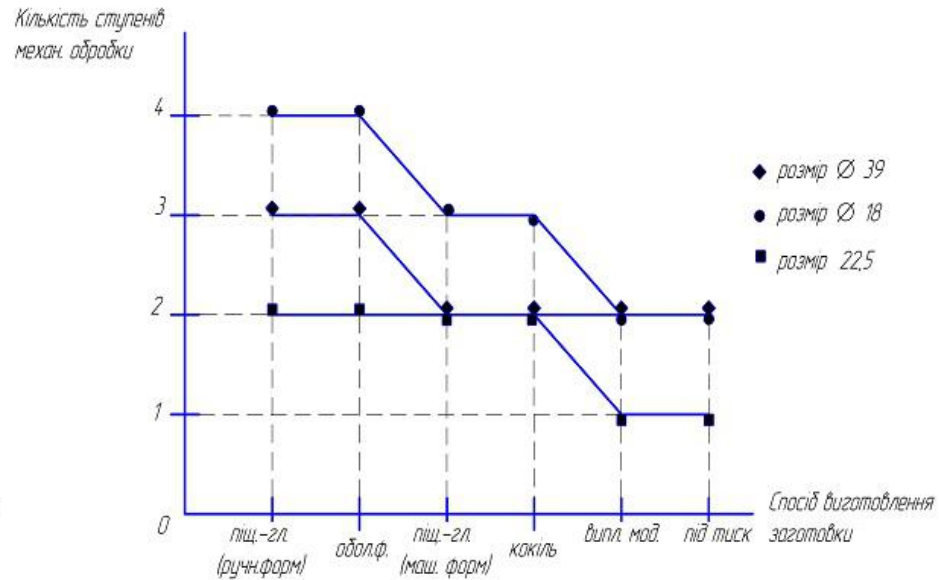


Рисунок 4 – Графік залежності кількості переходів від способу виготовлення заготовки

## Штучно-калькуляційний час, технологічна собівартість обробки при різних способах виготовлення заготовки

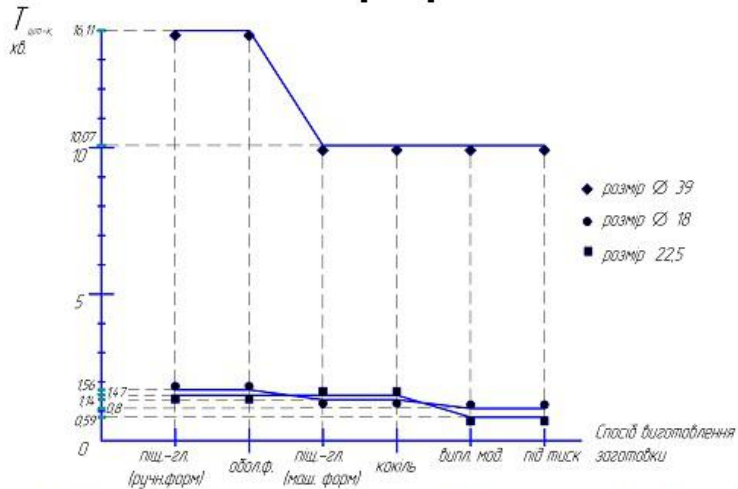


Рисунок 5 – Залежність штучно-калькуляційного часу обробки від способу виготовлення заготовки

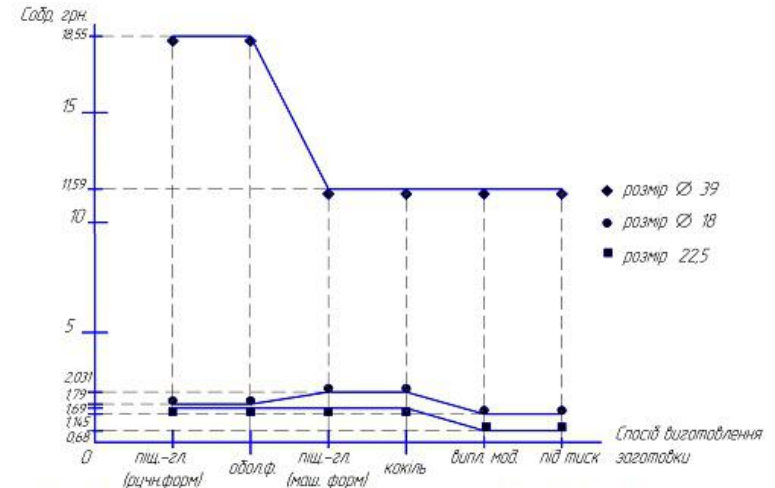


Рисунок 6 – Технологічна собівартість механічної обробки поверхонь

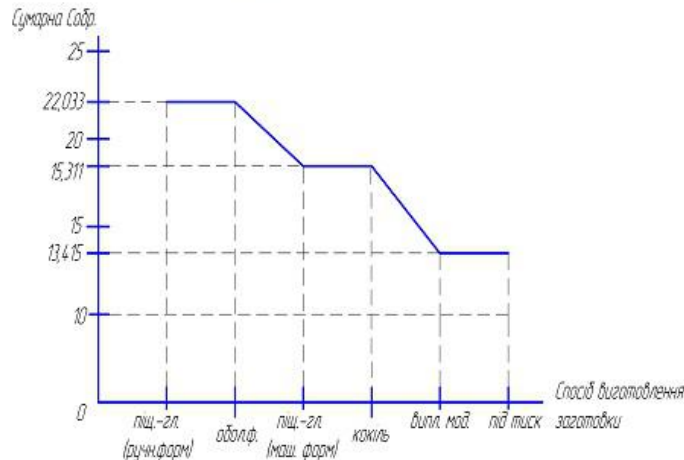


Рисунок 7 – Сумарна технологічна собівартість механічної обробки

### Висновки.

- Найвищу точність виготовлення заготовки деталі «Втулка опорна» забезпечує лиття під тиском та лиття за виплавними моделями.

- Для вказаних 2 способів лиття найменшою є кількість ступенів механічної обробки для розміру  $\varnothing 39_{-0,085}^{-0,05}$  – 2, для розміру  $\varnothing 18H7^{(+0,018)}$  – 2, для розміру  $22,5_{-0,085}^{-0,025}$  – 1, а відповідно і собівартість виконання операцій для розміру  $\varnothing 39_{-0,085}^{-0,05}$  – 11,59 грн., для розміру  $\varnothing 18H7^{(+0,018)}$  – 1,145 грн., для розміру  $22,5_{-0,085}^{-0,025}$  – 0,68 грн.

- Найгірші показники по вказаних параметрах одержано при литті в піщано-глинисті форми (при ручному формуванні суміші) та при литті в оболонкові форми.

- Оптимальним способом лиття в разові форми є лиття за виплавними моделями, в постійні – лиття під тиском.

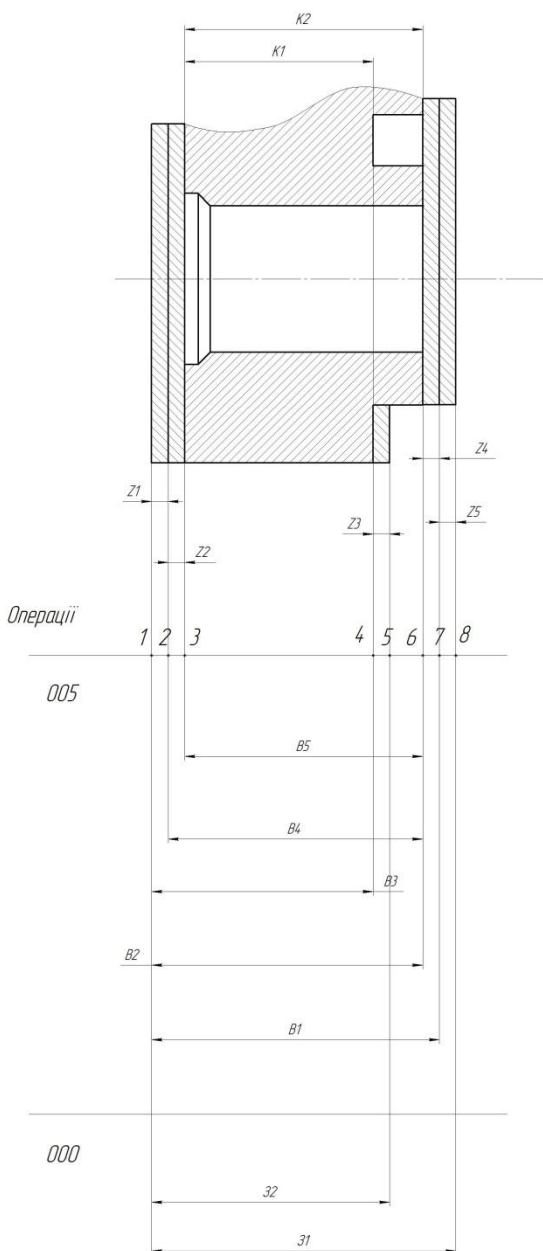


№ оп-ції	Операції і переходи	Ескізи обробки та схеми установки	Обладнання
005	<p><b>Фрезерна з ЧПК</b></p> <p>Установ 1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити і закріпити заготовку.</li> <li>2. Фрезерувати поверхню 1 попередньо в розмір 23,8.</li> <li>3. Фрезерувати поверхню 1 попередньо в розмір згідно ескіза.</li> <li>4. Зенкерувати 2 отвори 2 однократно в розмір згідно ескіза.</li> <li>5. Фрезерувати по контуру 3 однократно, витримуючи розміри згідно ескіза.</li> </ol> <p>Установ 2</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>6. Переустановити заготовку.</li> <li>7. Фрезерувати поверхню 4 попередньо в розмір 22,8.</li> <li>8. Фрезерувати поверхню 4 остаточно витримуючи розмір згідно ескіза.</li> <li>9. Зенкерувати 2 виточки 5 однокр. в розмір згідно ескіза.</li> <li>10. Фрезерувати контур 6 попередньо витримуючи розмір <math>\phi 39,72</math>.</li> <li>11. Фрезерувати контур 6 остат. в розмір згідно ескіза.</li> <li>12. Фрезерувати масляні канавки 7 однократно, витримуючи розміри згідно ескіза.</li> <li>13. Зняти заготовку.</li> </ol>		Вертикально-фрезерний з ЧПК ПТ260ФЗ

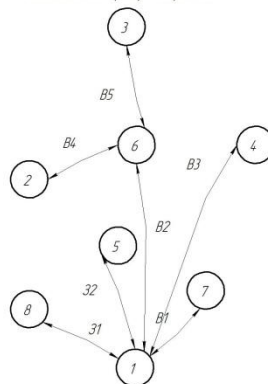
010	<p><b>Фрезерна з ЧПК</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити і закріпити заготовку.</li> <li>2. Фрезерувати масляні канавки 1 однократно витримуючи розміри згідно ескіза.</li> <li>3. Зняти заготовку.</li> </ol>		Фрезерний з ЧПК ГФ2171
-----	---	--	------------------------

№ оп-ції	Операції і переходи	Ескізи обробки та схеми установки	Обладнання
015	<p><b>Розточувальна</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити і закріпити заготовку.</li> <li>2. Розточити 2 отвори 1 попередньо в розмір <math>\phi 17,78</math>.</li> <li>3. Розточити 2 отвори 9 остат. в розмір згідно ескіза.</li> <li>4. Зняти заготовку.</li> </ol>		АІмаго-розточний ОС-2267
020	<p><b>Протягувальна</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити і закріпити заготовку.</li> <li>2. Протягнути одночасно 2 гвинтові канавки 1 однократно, витримуючи розміри згідно ескіза.</li> <li>3. Зняти заготовку.</li> </ol>		Протягувальний НОШ-36
025	<p><b>Протягувальна</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити і закріпити заготовку.</li> <li>2. Протягнути одночасно 2 гвинтові канавки 1 однократно, витримуючи розміри згідно ескіза.</li> <li>3. Зняти деталь.</li> </ol>		Протягувальний НОШ-36

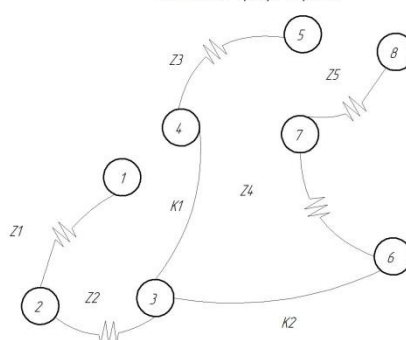
Розмірна схема технологічного процесу



Похідний граф-дерево



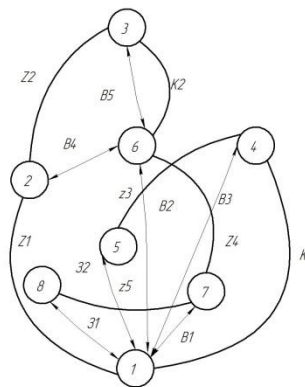
Вихідний граф-дерево



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

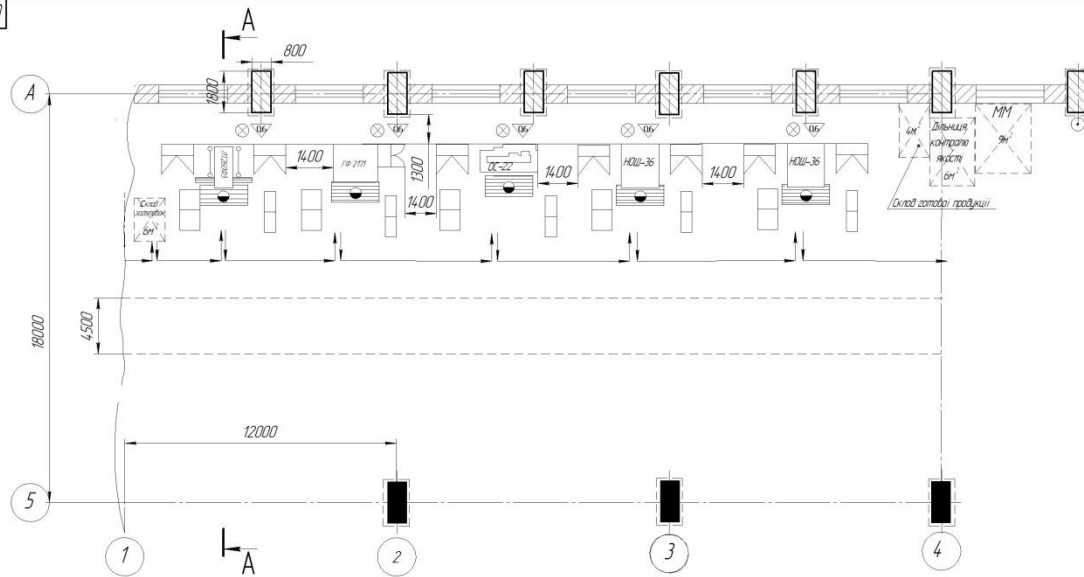
Розмір, мм	$Z_1$	$Z_2$	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	$B_5$
Min	26,35	18,03	24,69	23,88	16,5	22,22	22,47
Max	26,91	18,53	25,25	24,44	16,93	22,78	22,49
Номінальне значення з врахуванням допусків	$26,63 \pm 0,28$	$18,28 \pm 0,25$	$24,97 \pm 0,28$	$24,16 \pm 0,28$	$16^{+0,4}$	$22,5 \pm 0,28$	$22,5^{+0,005}$
Допуски, мм	$Z_5$	$Z_3$	$Z_4$	$Z_1$	$Z_2$		
Min	1,1	1,1	0,25	1,1	0,25		
Max	2,22	2,03	1,37	2,22	0,27		

Суміщений граф

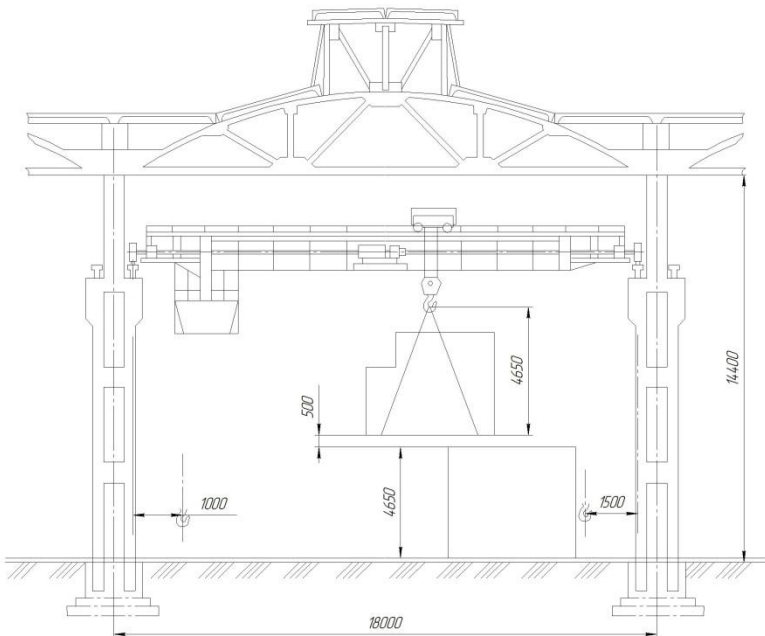




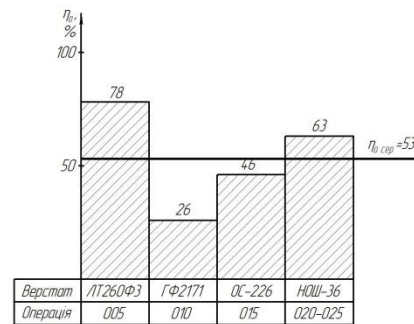
08-26.МКР.021.00.500 В3



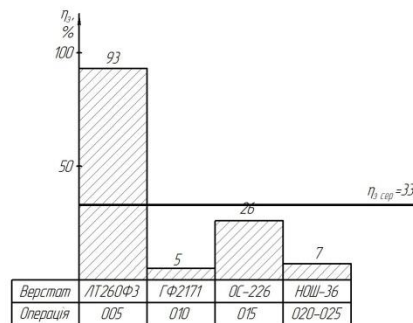
A-A



Графік використання обладнання за основним часом



Графік завантаження обладнання



Технічна характеристика дільниці

- Площа дільниці (м<sup>2</sup>)
  - загальна - 162
  - виробнича - 108
  - допоміжна - 54
- Кількість працюючих (чол.)
  - робітників основних - 5
  - допоміжних - 1
  - і т р - 1
  - МОП - 1
  - службовців - 1
- Верстатів - 5
- Транспортні засоби:
  - мостовий кран
  - вантажопідйомність 10 т - 1
  - візки гідравлічні - 1

08-26.МКР.021.00.500 В3				Лист	Тираж	Масштаб
Мет. Ділянка	М. Факультет	Лист	Масштаб	1/100		
Розроб. Інженер М.С.	Перевір. Інженер П.С.	Проєкт. Інженер П.С.	Ділянка механічної обробки			
Накреслює В.В.	Скоротив В.В.	Коректор Л.Л.				
				ВНТУ	ст. гр. ПМ-17м	
				Київ	Формат А1	



## *Техніко-економічне порівняння*

<i>Техніко-економічні показники</i>	<i>Базовий варіант</i>	<i>Модернізований варіант</i>
<i>Маса деталі "Втулка опорна", кг</i>	<i>0,291</i>	<i>0,291</i>
<i>Маса заготовки, кг</i>	<i>0,444</i>	<i>0,424</i>
<i>Коефіцієнт точності маси заготовки</i>	<i>0,655</i>	<i>0,685</i>
<i>Собівартість заготовки, грн.</i>	<i>116,85</i>	<i>116,24</i>
<i>Економічний ефект при виборі варіанту виготовлення заготовки, грн.</i>	<i>–</i>	<i>6100</i>
<i>Кількість операцій механічної обробки деталі, шт.</i>	<i>6</i>	<i>5</i>
<i>Тривалість обробки, хв.</i>	<i>23,4</i>	<i>15,99</i>
<i>Кількість верстатів на ділянці механічної обробки, шт.</i>	<i>6</i>	<i>5</i>
<i>Кількість працюючих на ділянці механічної обробки, чол.</i>	<i>16</i>	<i>9</i>
<i>Кількість основних робітників на ділянці механічної обробки, чол.</i>	<i>12</i>	<i>5</i>
<i>Середній розряд робітників</i>	<i>6</i>	<i>4,8</i>
<i>Площа ділянки, м<sup>2</sup>:</i>		
<i>– виробнича</i>	<i>140</i>	<i>108</i>
<i>– загальна</i>	<i>185</i>	<i>162</i>
<i>Капітальні вкладення, грн.</i>	<i>308,4</i>	<i>1235629,2</i>
<i>Собівартість деталі, грн.</i>		<i>209,73</i>
<i>Прибуток, грн./рік</i>		<i>628294,66</i>
<i>Термін окупності, років</i>		<i>1,97</i>



## Висновки

В магістерській кваліфікаційній роботі удосконалено технологію механічної обробки заготовки деталі типу «Втулка опорна» з урахуванням сучасних досягнень, передових технологій та нових методів обробки подібних заготовок, що забезпечує зниження технологічної собівартості та підвищення продуктивності праці. При цьому поставлено і виконано такі завдання.

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

2. Запропоновано два варіанта виготовлення заготовки деталі «Втулка опорна», а саме лиття в кокіль та лиття в піщано-глинисті форми. Техніко-економічні розрахунки показали, що економічно доцільніше виготовляти заготовку литтям в кокіль, оскільки вартість заготовки при цьому складає 116,24 грн., що менше у порівнянні з литтям в піщано-глинисті форми – 116,85 грн. Досліджено вплив точності виготовлення заготовки деталі типу «Втулка опорна» на технологічну собівартість обробки найбільш точних поверхонь.

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

4. Для удосконаленого маршруту механічної обробки розраховано елементи ділянки механічної обробки; розраховано приведену програму для роботи ділянки в серійному виробництві, яка складає 19000 шт.; ділянка механічної обробки повинна містити 4 верстати, кількість основних робітників, що її обслуговують – 5 чол., кількість допоміжних працівників – 4 чол.

5. Проведено економічні розрахунки, які підтвердили доцільність впровадження удосконаленої технології механічної обробки заготовки деталі «Втулка опорна», визначені капітальні вкладення, одержаний прибуток, термін окупності вкладень.

6. Розроблені заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях на ділянці механічної обробки заготовки деталі типу «Втулка опорна».

**Дякую  
за  
увагу!**