

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

***Удосконалення технології механічної обробки  
заготовки деталі типу «Кришка задня 01.005»***

***Виконав: ст. гр. 1ПМ-17м***

***Андрусишен В. Ю.***

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

***Репінський С. В.***

## Мета і задачі дослідження

**Мета і завдання дослідження.** Метою магістерської кваліфікаційної роботи (МКР) є удосконалення технології механічної обробки заготовки деталі типу «Кришка задня 01.005» з урахуванням сучасних досягнень, передових технологій та сучасних методів обробки подібних заготовок, що забезпечує необхідну якість та знижує вартість продукції.

Для досягнення поставленої мети повинні бути вирішені наступні **завдання**:

- провести техніко-економічне обґрунтування удосконалення технології механічної обробки заготовки деталі типу «Кришка задня 01.005», що входить до конструкції гідромотора шестеренного типу ГМШМР-10Г;
- на основі робочого креслення деталі виконати якісний та кількісний аналіз технологічності конструкції деталі;
- встановити тип виробництва та форму організації роботи;
- вибрати метод та оптимальний спосіб виготовлення заготовки, виконавши відповідне техніко-економічне обґрунтування;
- вибрати методи обробки поверхонь деталі «Кришка задня 01.005»;
- обґрунтувати вибір чистових та чорнових технологічних баз;
- розробити удосконалені варіанти маршруту механічної обробки заготовки деталі типу «Кришка задня 01.005»;
- вибрати кращий з розроблених маршрутів механічної обробки за мінімумом приведених витрат;
- провести розмірний аналіз технологічного процесу (ТП) механічної обробки деталі;
- розрахувати аналітичним способом припуски на вказану поверхню;
- розрахувати режими різання;
- виконати нормування операцій технологічного процесу;
- встановити приведену програму виробів;
- розрахувати кількість обладнання та працюючих, що необхідні для забезпечення механічної обробки деталі;
- розробити комп'ютерну програму, призначену для автоматизації розрахунку параметрів гідравлічного двигуна за заданими вхідними даними;
- провести розрахунок економічної доцільності впровадження удосконаленого ТП;
- розробити заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

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

**Предмет дослідження** – технологічний процес механічної обробки заготовки деталі типу «Кришка задня 01.005».

## Наукова новизна, практичне значення одержаних результатів

**Наукова новизна одержаних результатів.** Дістав подальший розвиток автоматизований алгоритм розрахунку основних параметрів гідравлічного двигуна, зокрема гідроциліндра або гідромотора, за заданими вхідними даними навантаження, робочого тиску в гідроприводі та коефіцієнтів, що враховують втрати тиску в гідросистемі та втрати на тертя в гідродвигуні.

**Практичне значення одержаних результатів** полягає в удосконаленні технології механічної обробки заготовки деталі типу «Кришка задня 01.005» з урахуванням сучасних досягнень, передових технологій та нових методів обробки подібних заготовок, що забезпечує необхідну якість та знижує вартість продукції. При цьому запропоновані такі рішення:

- варіантним вибором встановлено, що найбільш доцільними способами виготовлення заготовки є лиття під тиском та лиття в кокіль. Техніко-економічні розрахунки показали, що економічно доцільніше виготовляти заготовку литтям під тиском, оскільки вартість заготовки при цьому складає 48,5 грн., що менше у порівнянні з литтям в кокіль – 129,6 грн.;
- розроблено удосконалений технологічний процес механічної обробки заготовки деталі типу «Кришка задня 01.005» з використанням високопродуктивних верстатів з ЧПК високої точності; техніко-економічний аналіз показав, що впровадження удосконаленого технологічного процесу в виробництво є економічно доцільним;
- для удосконаленого маршруту механічної обробки розраховано елементи дільниці механічної обробки; розраховано приведену програму для роботи дільниці в серійному виробництві, яка складає 24644 шт.; дільниця механічної обробки повинна містити 2 верстати, кількість основних робітників, що її обслуговують – 3 чол., кількість допоміжних працівників – 4 чол.;
- розроблено комп'ютерну програму «Розрахунок параметрів гідродвигуна», яка призначена для розрахунку основних параметрів гідравлічного двигуна, зокрема гідроциліндра або гідромотора, за заданими вхідними даними навантаження, робочого тиску в гідроприводі та коефіцієнтів, що враховують втрати тиску в гідросистемі та втрати на тертя в гідродвигуні. Програма має зручний інтерфейс, містить набір довідникових даних і може бути корисна інженерам, студентам для розрахунків у сфері гідравліки та гідроприводу.

**Апробація результатів роботи.** Основні положення і результати роботи доповідалися й обговорювалися на конференції: XLVII науково-технічна конференція підрозділів ВНТУ (м. Вінниця, ВНТУ, 14-23 березня 2018 р.).

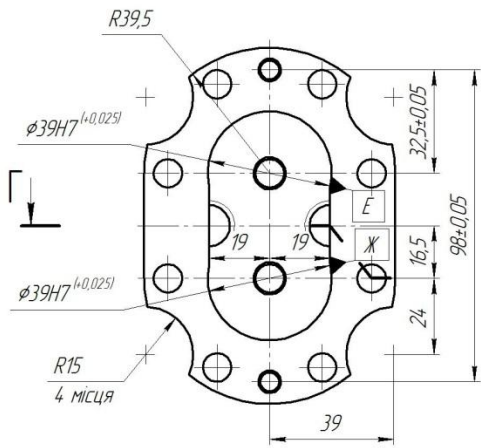
*Публікації.* Оpubліковано тезу доповіді: Автоматизація розрахунку параметрів гідродвигуна / Ю. А. Буренніков, С. В. Репінський, В. Ю. Андрусишен, А. О. Захарченко, М. В. Цекот // Матеріали XLVII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 14-23 березня 2018 р. – Електрон. текст. дані. – 2018. – Режим доступу : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2018/paper/view/5319>.

Подано документи до реєстрації авторського права на комп'ютерну програму: Комп'ютерна програма «Розрахунок параметрів гідродвигуна» / Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № ... // С. В. Репінський, О. В. Паславська, В. А. Подоляк, В. Ю. Андрусишен. – К. : Міністерство економічного розвитку і торгівлі України. – подано документи до реєстрації 2018 р.

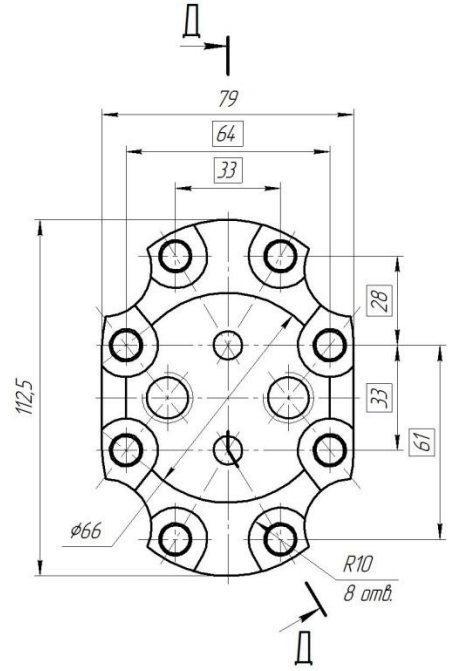
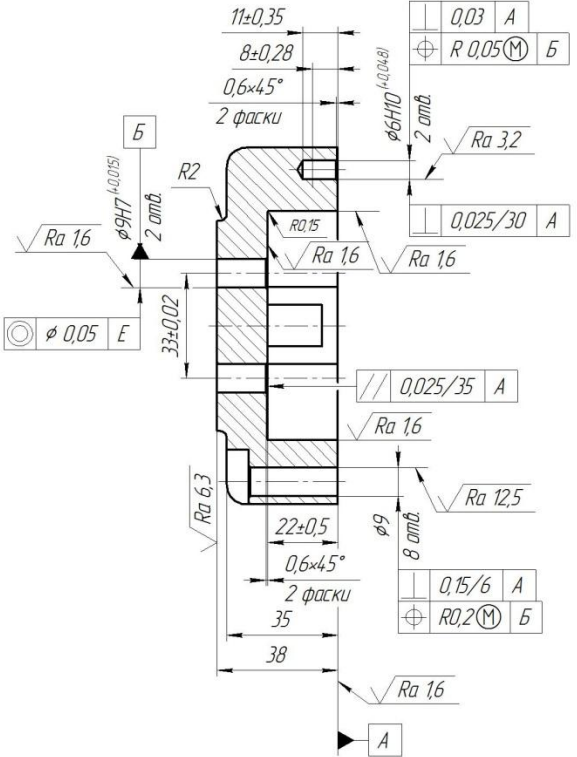
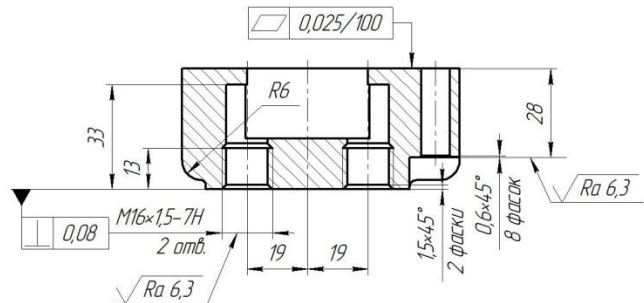
08-26.МКР.001.00.001

√ Ra 6,3 (√)

□-□



Г-Г



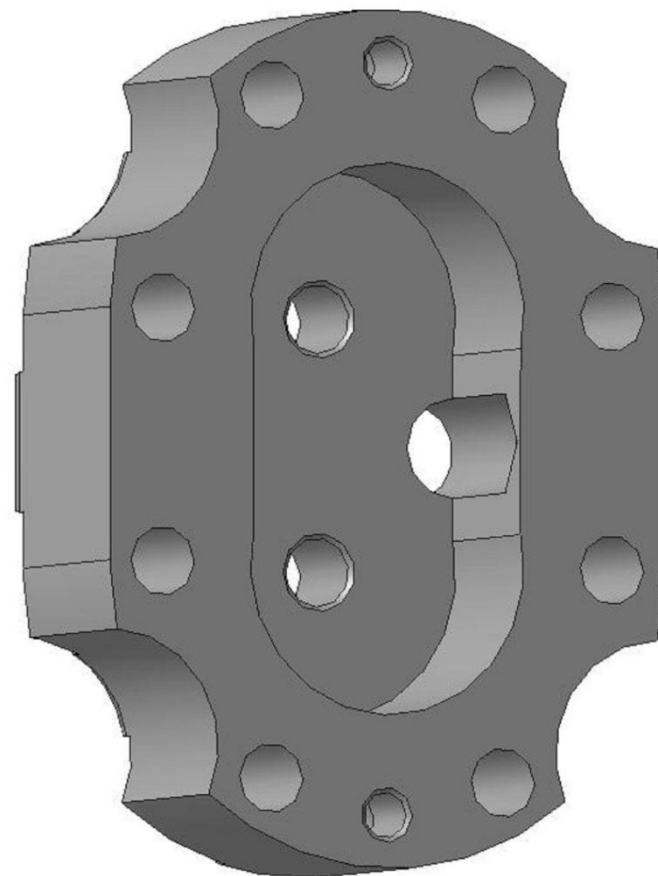
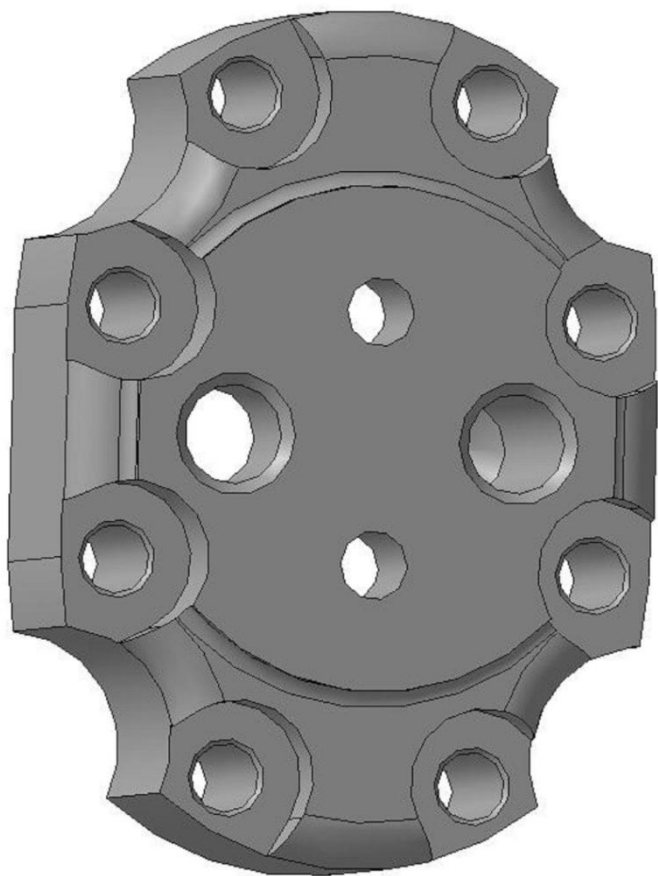
- Невказані граничні відхилення розмірів: отвори Н14, валів h14, інших ±IT14/2.
- Допуск овальності та конусоподібності поверхонь Е і Ж не більше 0,01 мм.
- Допуск паралельності утворюючих поверхонь Е і Ж не більше 0,025 мм на довжині 20 мм.
- Отв. φ9H7 і отв. φ39H7 виконати з одного установка.

Лист 1 з 1  
Стор. №  
Лист 1 з 1  
Лист 1 з 1  
Лист 1 з 1  
Лист 1 з 1  
Лист 1 з 1

				08-26.МКР.001.00.001		
				Кришка задня		
				01.005		
				Лист	Маса	Максимум
					0,425	1:1
				Лист	Листов	Т
				ВНТУ		
				ст. гр. 1ПМ-17м		
				Формат А2		

Копіювати

*3D-модель деталі "Кришка задня 01.005"*





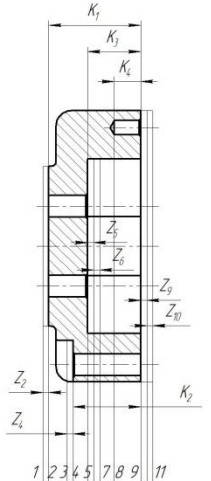
# Маршрут механічної обробки деталі "Кришка задня 01.005"

№ опер.	Назва операції, переходи	Ескіз обробки, схема установки	Моделі верстатів
005	<p style="text-align: center;"><b>Комбінована з ЧПК</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити заготовку, закріпити.</li> <li>2. Фрезерувати площину 1 поперейньо в розмір 39 мм.</li> <li>3. Фрезерувати площину 1 остаточно.</li> <li>4. Фрезерувати пов. 2 поперейньо в розмір <math>\phi 38,69</math> мм.</li> <li>5. Фрезерувати пов. 2 остаточно в розмір <math>\phi 38,905</math>.</li> <li>6. Розточити радіусні ділянки пов. 2 однократно.</li> <li>7. Центрувати 2 отв. 3 в розміри <math>\phi 6</math> мм, <math>l=3</math> мм.</li> <li>8. Свердлити 2 отв. 3.</li> <li>9. Зенкувати 2 фаски 4.</li> <li>10. Розвернути 2 отв. 3 поперейньо в розмір <math>\phi 8,8</math> мм.</li> <li>11. Розвернути 2 отв. 3 остаточно.</li> <li>12. Центрувати 2 отв. 5 в розміри <math>\phi 6</math> мм, <math>l=3</math> мм.</li> <li>13. Свердлити 2 отв. 5.</li> <li>14. Зенкувати 2 фаски 6.</li> <li>15. Розвернути 2 отв. 5 однократно.</li> <li>16. Зняти заготовку.</li> </ol>	<p style="text-align: right;"><math>\sqrt{Ra 12,5} (\sqrt{I})</math></p> <p style="text-align: right;">H14, h14, ±IT14/2</p>	<p>Вертикально-фрезерний з ЧПК ЛТ260МР3 з магазином на 14 інструментів</p>
010	<p style="text-align: center;"><b>Комбінована з ЧПК</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити заготовку, закріпити.</li> <li>2. Фрезерувати площину 1 однократно.</li> <li>3. Фрезерувати в заглиблень 2 однократно.</li> <li>4. Центрувати 8 отв. 3 в розміри <math>\phi 6</math> мм, <math>l=3</math> мм.</li> <li>5. Свердлити 8 отв. 3.</li> <li>6. Зенкувати 8 фасок 4.</li> <li>7. Зенкерувати 2 отв. 5.</li> <li>8. Зенкувати 2 фаски 6.</li> <li>9. Нарізати різьбу в 2 отв. 5.</li> <li>10. Зняти деталь.</li> </ol>	<p style="text-align: right;"><math>\sqrt{Ra 12,5} (\sqrt{I})</math></p> <p style="text-align: right;">H14, h14, ±IT14/2</p>	<p>Вертикально-фрезерний з ЧПК ЛТ260МР3 з магазином на 14 інструментів</p>

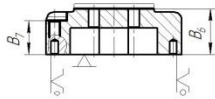
# Розмірний аналіз технологічного процесу

Розмірна схема технологічного процесу

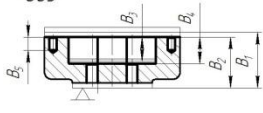
$K_1 = 38_{-0,62}^{MM}$   
 $K_2 = 28_{-0,52}^{MM}$   
 $K_3 = 22 \pm 0,5^{MM}$   
 $K_4 = 11 \pm 0,35^{MM}$



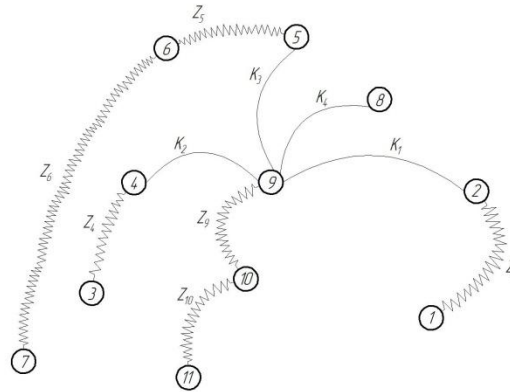
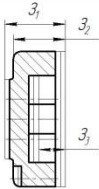
010



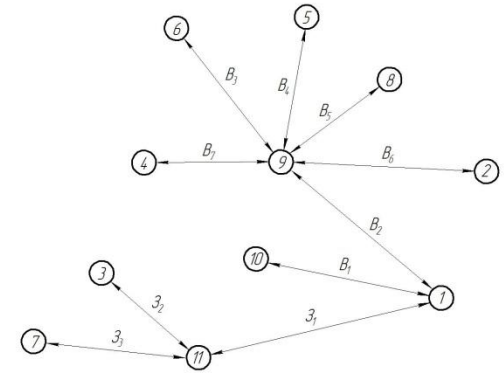
005



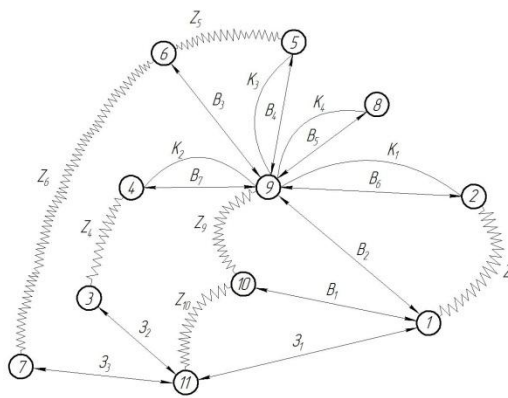
000



Вихідний граф-дерево



Похідний граф-дерево



Суміщений граф-дерево

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

Початковий розмір	Граничні значення розмірів		Допуск	Номинальний розмір	Значення розміру в технологічному документі	Значення розміру на кресленні вихідної заготовки
	тіл розмір	тох розмір				
$B_1$	37,94	38,56	0,62	38,56	$38,56_{-0,62}$	-
$B_2$	37,78	38,03	0,25	38,03	$38,03_{-0,25}$	-
$B_3$	21,82	22,34	0,52	22,08	$22,08 \pm 0,26$	-
$B_4$	21,5	22,5	1,0	22	$22 \pm 0,5$	-
$B_5$	10,65	11,35	0,7	11	$11 \pm 0,35$	-
$B_6$	37,38	38	0,62	38	$38_{-0,62}$	-
$B_7$	274,8	28	0,52	28	$28_{-0,52}$	-
$z_1$	38,34	38,7	0,36	38,52	-	$38,52 \pm 0,18$
$z_2$	28,19	28,55	0,36	28,37	-	$28,37 \pm 0,18$
$z_3$	22,54	22,86	0,32	22,7	-	$22,7 \pm 0,16$

Значення припусків, мм

Припуски		$Z_2$	$Z_4$	$Z_5$	$Z_6$	$Z_9$	$Z_{10}$
Граничні значення	$Z_{\text{нп}}$	0,4	0,4	0,16	0,4	0,16	0,4
	$Z_{\text{пк}}$	0,65	0,76	0,68	0,72	0,78	0,76







## АВТОМАТИЗАЦІЯ РОЗРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ ГІДРОДВИГУНА

**Метою роботи** є розробка комп'ютерної програми, призначеної для автоматизації розрахунку параметрів гідравлічного двигуна (гідроциліндра, гідромотора) за заданими вхідними даними і корисної для інженерів, студентів для розрахунків у сфері гідравліки та гідроприводу, зокрема при виконанні курсової роботи з дисципліни «Гідравліка, гідро- та пневмоприводи».

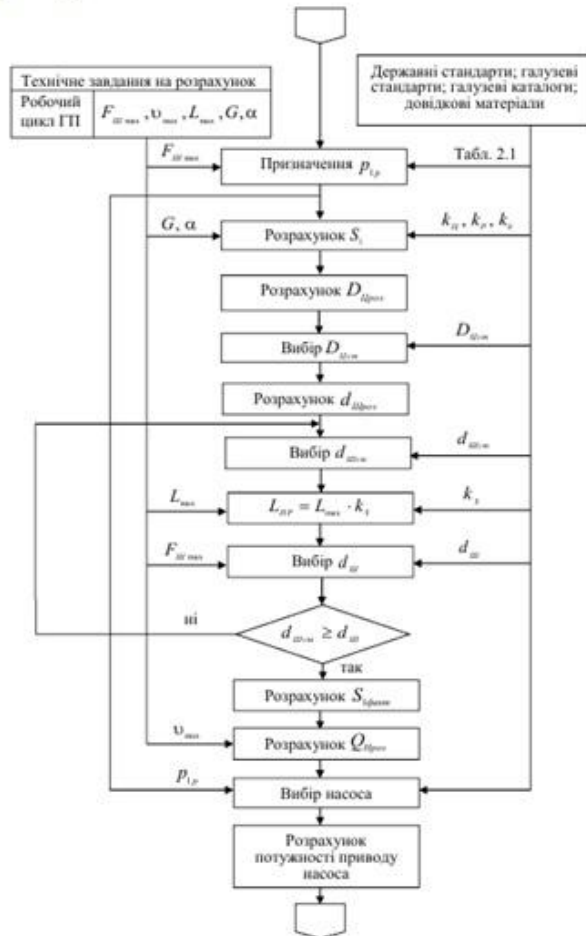


Рисунок 1 – Алгоритм розрахунку гідроприводу з гідроциліндром

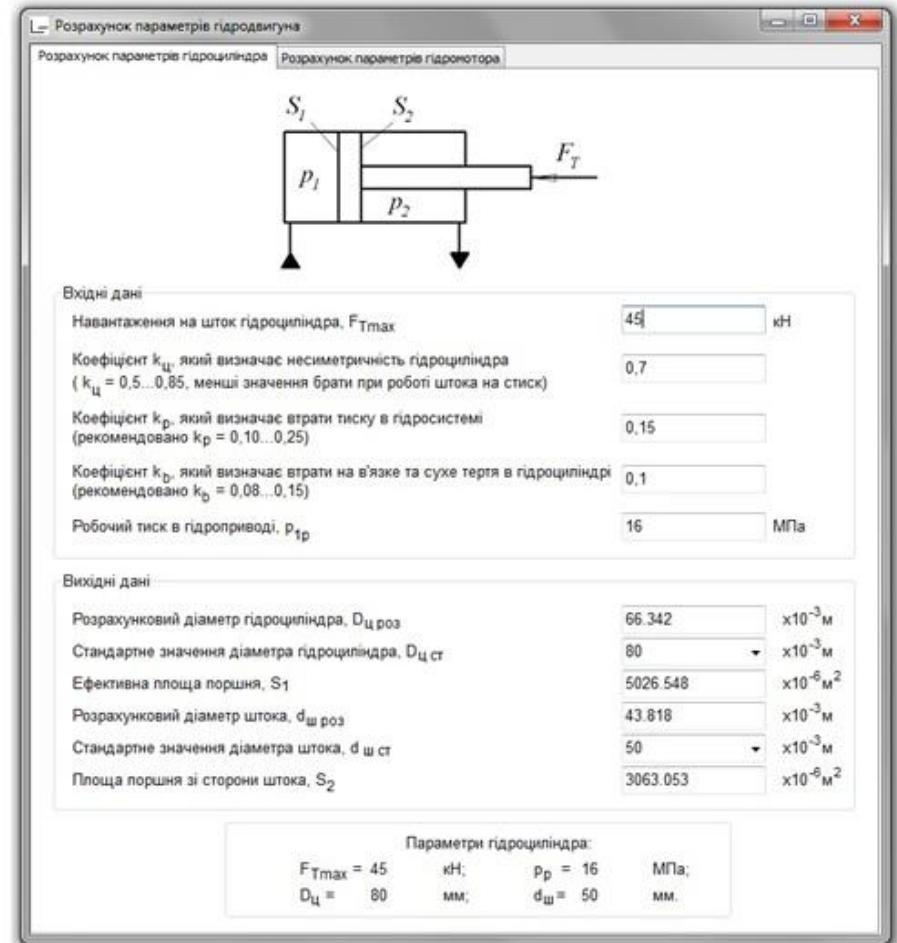


Рисунок 2 – Інтерфейс програми для розрахунку параметрів гідроциліндра

## АВТОМАТИЗАЦІЯ РОЗРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ ГІДРОДВИГУНА (продовження)

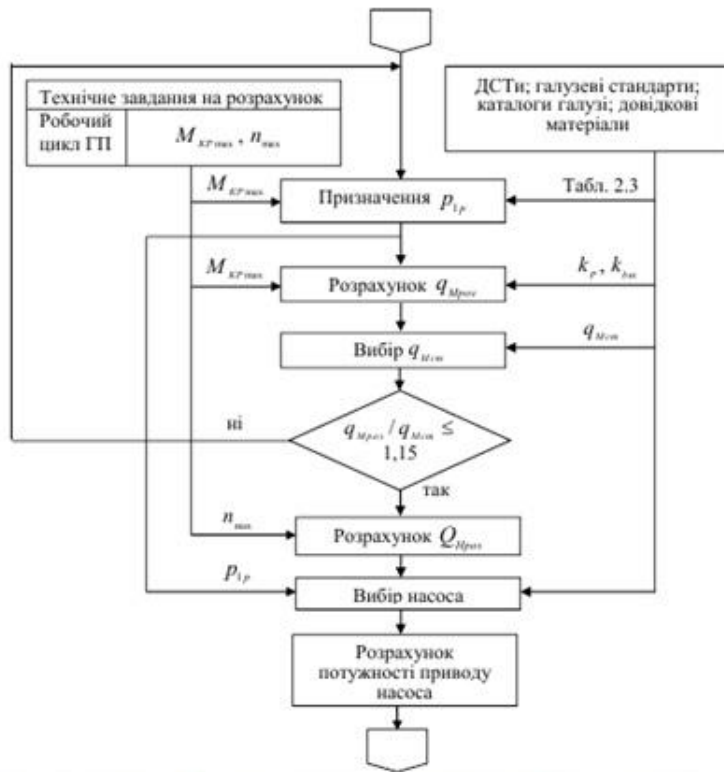
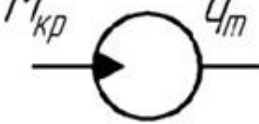


Рисунок 3 – Алгоритм розрахунку гідроприводу з гідромотором

$M_{кр}$    $q_m$

Вхідні дані

Крутий момент на валу гідромотора, $M_{кр\max}$	<input type="text" value="25"/>	Н*м
Коефіцієнт $k_p$ , який визначає втрати тиску в гідросистемі (рекомендовано $k_p = 0,10 \dots 0,25$ )	<input type="text" value="0,15"/>	
Коефіцієнт $k_{DM}$ , який визначає втрати на в'язке та сухе тертя в гідромоторі (рекомендовано $k_{DM} = 0,08 \dots 0,15$ )	<input type="text" value="0,1"/>	
Робочий тиск в гідроприводі, $p_{1p}$	<input type="text" value="6,3"/>	МПа

Вихідні дані

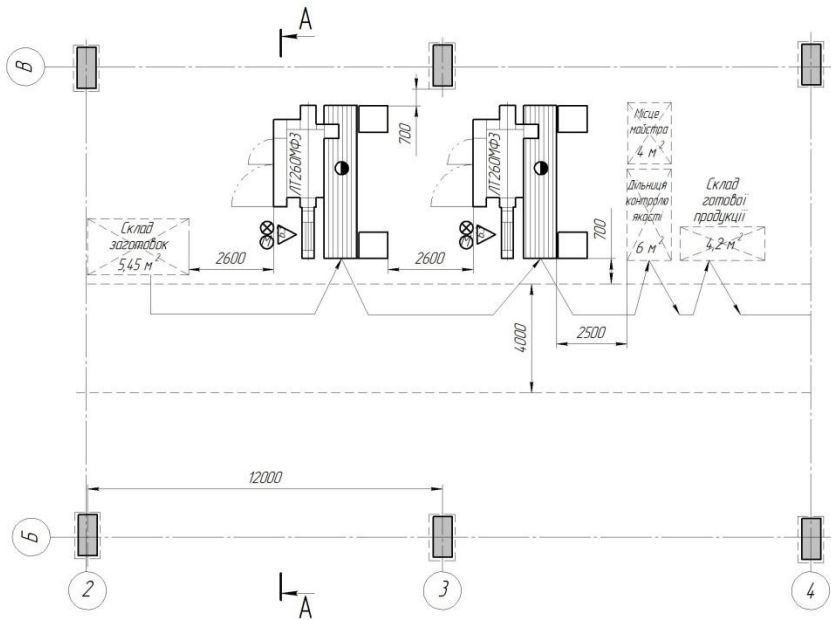
Розрахунковий робочий об'єм гідромотора, $q_m\text{ роз}$	<input type="text" value="32.267"/>	см <sup>3</sup>
---	-------------------------------------	-----------------

Параметри гідромотора:

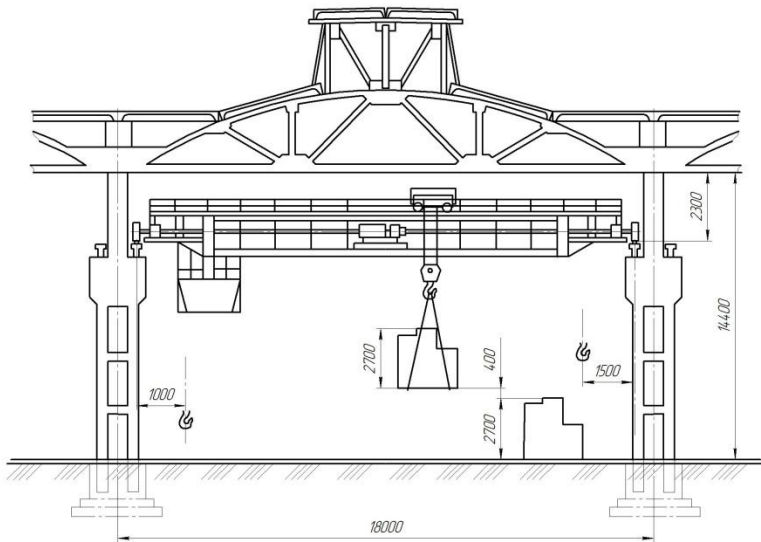
$M_{кр\max} = 25$  Н\*м;  
 $p_p = 6,3$  МПа;  
 $q_m\text{ роз} = 32.267$  см<sup>3</sup>.

Рисунок 4 – Інтерфейс програми для розрахунку параметрів гідромотора

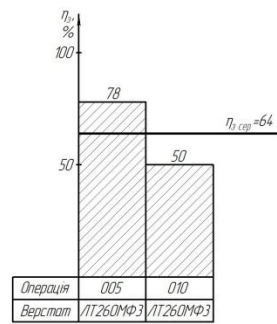
08-26.МКР.001.00.600 В3



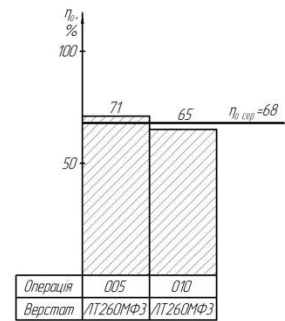
A-A



Графік завантаження обладнання



Графік використання обладнання за основним часом



Технічна характеристика дільниці

- Площа дільниці, м<sup>2</sup>  
загальна - 85  
виробнича - 65  
допоміжна - 19,6
- Кількість працюючих, чол.  
родітників основних - 3  
допоміжних - 1  
ІТР - 1  
службовців - 1  
МОП - 1
- Верстатів, шт. - 2

				08-26.МКР.001.00.600 В3			
				План дільниці механічної обробки			
Шк. Дир.	№ Висл.	Лист	Штук	Лист	№	Масштаб	1:75
Розроб.	Андрійський						
Вір.	Рибницький						
Фактор							
Нормув.	Соловйов						
Вір.	Козарко						
				ВНТУ			
				ст. гр. ППМ-17м			
				директор АТ			

<i>Базовий технологічний процес</i>	<i>Удосконалений технологічний процес</i>
<i>Техніко-економічні показники</i>	
<i>Матеріал</i>	
<i>AK7 (A19)</i>	<i>AK7 (A19)</i>
<i>Спосіб виготовлення заготовки</i>	
<i>Лиття в кокіль</i>	<i>Лиття під тиском</i>
<i>Собівартість заготовки</i>	
<i>129,6 грн.</i>	<i>48,5 грн.</i>
<i>Коефіцієнт точності маси заготовки</i>	
<i>0,8</i>	<i>0,86</i>
<i>Кількість операцій</i>	
<i>7 операцій</i>	<i>2 операції</i>
<i>Кількість верстатів</i>	
<i>7 верстатів</i>	<i>2 верстати</i>
<i>Кількість працюючих</i>	
<i>12 основних робітників</i>	<i>3 основних робітники</i>
<i>Виробнича площа ділянки, м<sup>2</sup></i>	
<i>199</i>	<i>65</i>
<i>Виробнича собівартість одиниці продукції</i>	
<i>123,51 грн.</i>	<i>86,07 грн.</i>
<i>Капітальні вкладення</i>	
<i>-</i>	<i>830669 грн.</i>
<i>Економічний ефект</i>	
<i>-</i>	<i>337131,4 грн.</i>
<i>Термін окупності</i>	
<i>-</i>	<i>2,46 року</i>

## Висновки

В магістерській кваліфікаційній роботі удосконалено технологію механічної обробки заготовки деталі типу «Кришка задня 01.005» з урахуванням сучасних досягнень, передових технологій та нових методів обробки подібних заготовок, що забезпечує необхідну якість та знижує вартість продукції.

1. В розділі техніко-економічного обґрунтування доцільності удосконалення технології механічної обробки заготовки деталі типу «Кришка задня 01.005» 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 «Кришка задня 01.005», а саме лиття під тиском та лиття в кокіль. Техніко-економічні розрахунки показали, що економічно доцільніше виготовляти заготовку литтям під тиском, оскільки вартість заготовки при цьому складає 48,5 грн., що менше у порівнянні з литтям в кокіль – 129,6 грн.

3. Розроблено два варіанта удосконаленого технологічного процесу механічної обробки заготовки деталі типу «Кришка задня 01.005» 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.

4. Для удосконаленого маршруту механічної обробки розраховано елементи дільниці механічної обробки; розраховано приведену програму для роботи дільниці в серійному виробництві, яка складає 24644 шт.; на дільниці механічної обробки використано 2 верстати, кількість основних робітників, що її обслуговують – 3 чол., всього працюючих на дільниці – 7 чол.

5. Удосконалено алгоритм та розроблено комп'ютерну програму «Розрахунок параметрів гідродвигуна» призначену для розрахунку основних параметрів гідравлічного двигуна, зокрема гідроциліндра або гідромотора, за заданими вхідними даними навантаження, робочого тиску в гідроприводі та коефіцієнтів, що враховують втрати тиску в гідросистемі та втрати на тертя в гідродвигуні. Програма має зручний інтерфейс, містить набір довідникових даних і може бути корисна інженерам, студентам для розрахунків у сфері гідравліки та гідроприводу.

6. Проведені економічні розрахунки, які підтвердили доцільність впровадження удосконаленого технологічного процесу механічної обробки заготовки деталі «Кришка задня 01.005», визначені капітальні вкладення – 830669 грн., одержаний прибуток – 337131 грн., термін окупності вкладень – 2,46 року.

7. В МКР також розроблені заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях на дільниці механічної обробки заготовки деталі типу «Кришка задня 01.005».

**Дякую за увагу!**