

Міністерство освіти і науки України

Вінницький національний технічний університет

*Магістерська кваліфікаційна робота
на тему:*

Модернізація технологічного процесу механічної обробки заготовки
деталі типу «Шків 07.06»

Керівник:

к. т. н. , доцент Дерібо О.В.

Виконав: ст. гр. 1ТМ-14м

Парадний А.О.

МЕТА РОБОТИ:

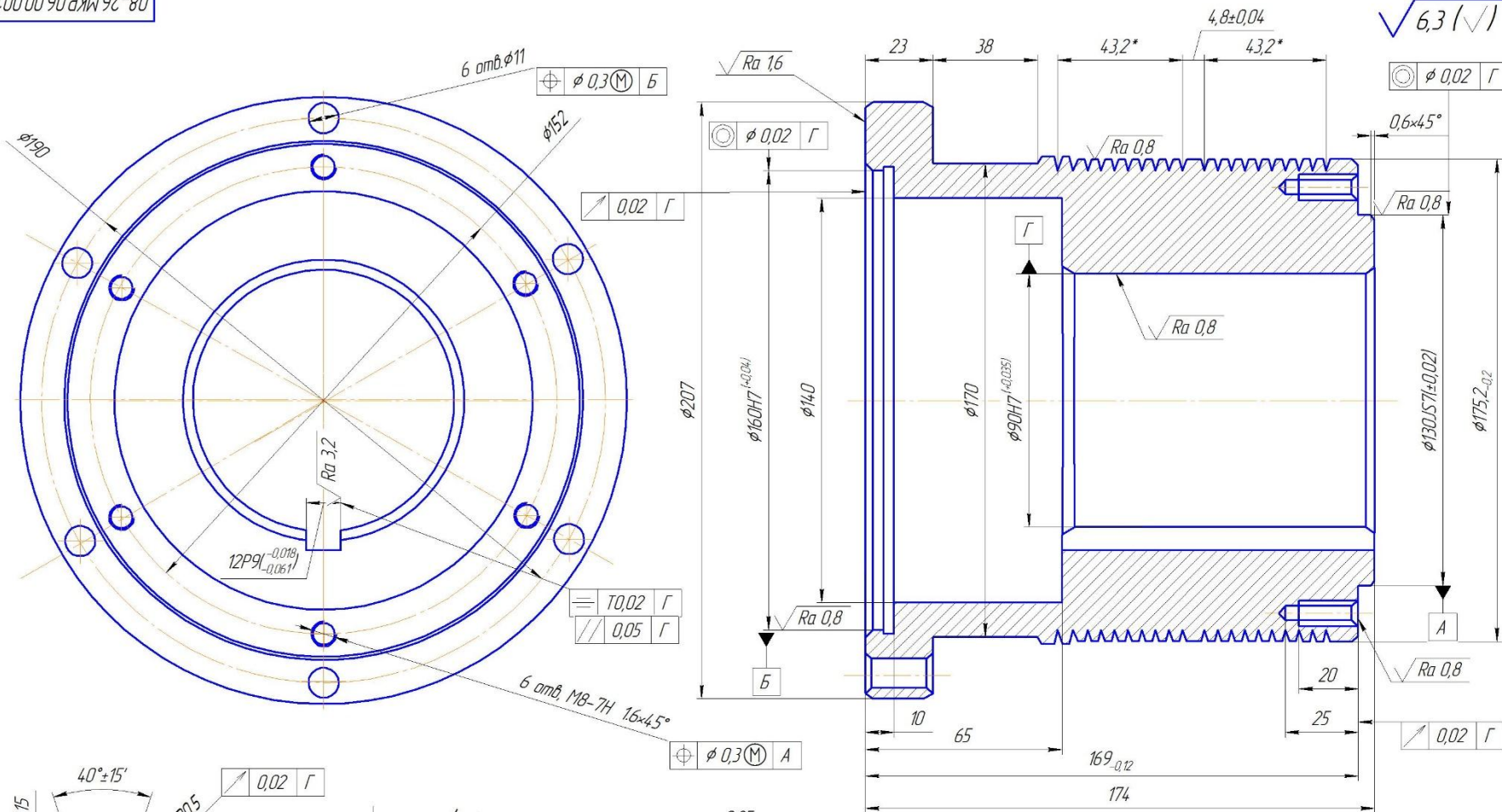
Метою магістерської кваліфікаційної роботи є модернізація технологічного процесу механічної обробки для зниження технологічної собівартості завдяки застосуванню сучасних технологій і нових методів обробки заготовок.

ЗАДАЧІ РОБОТИ:

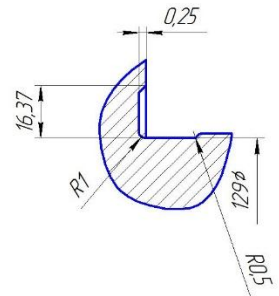
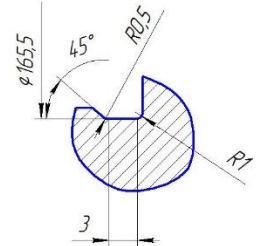
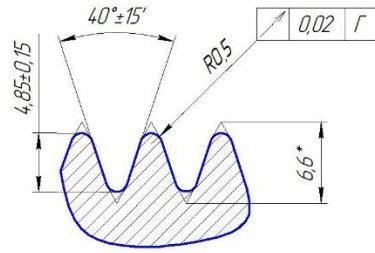
- варіантний вибір способу виготовлення заготовки;
- проектування маршруту механічної обробки з використанням сучасних верстатів з ЧПК;
- розмірно-точнісне моделювання технологічного процесу механічної обробки;
- визначення оптимальних режимів різання;
- розробка і дослідження характеристик пристрою для поверхневого пластичного деформування з електрогідравлічною системою керування;
- проектування технологічного оснащення;
- розрахунок економічних показників;
- виконання заходів з безпеки життєдіяльності та охорони праці.

08-26.MKP.06.00.001.KD

√ 6,3 (✓)



1. 240.280HB.
2. Неказані фаски 16x45.
3. +\ -IT 14 \ 2.
4. Покриття Хім. Окс.
5. Розміри для довідок



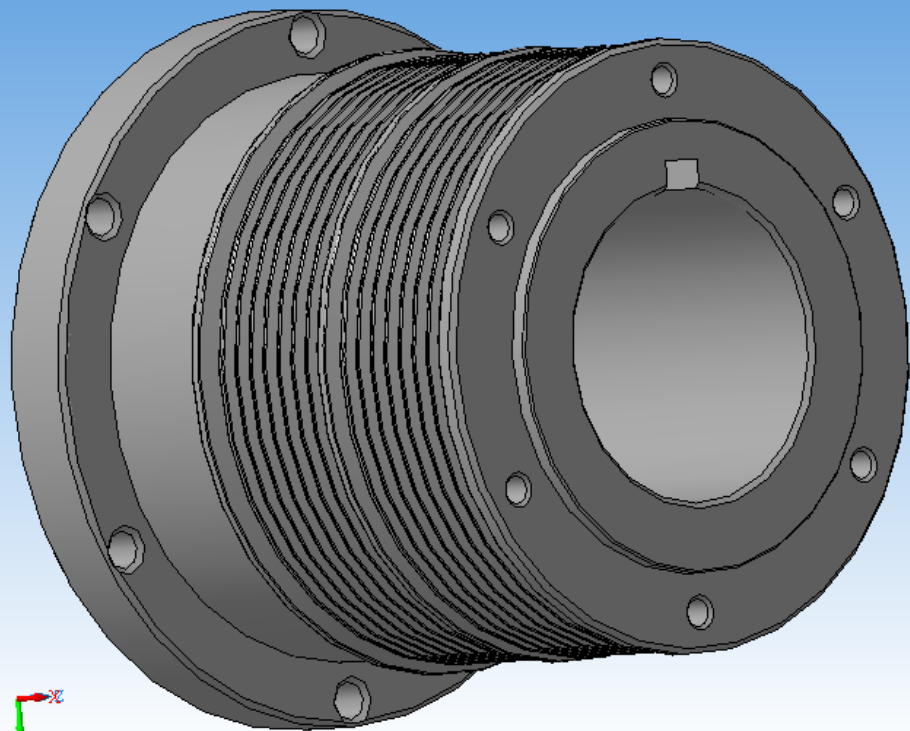
08-26.MKP.06.00.001.KD				Лист	Масса	Масштаб
Шків 07.06						1:1
Имя/Имя	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Листов	1
Разработ.	Исполнил А.В.					
Проб.	Лерда О.В.					
Уконтр.						
Иконтр.	Лерда О.В.					
Утв.	Субак І.О.					
Сталь 40Х ГОСТ 4543-84				ВНТУ 1ТМ-14М		

Копировал

Формат А2

Лист 1 из 1

Имя/Имя, № докум., Подп., Дата, Разработ., Исполнил А.В., Проб., Лерда О.В., Уконтр., Иконтр., Утв., Лерда О.В., Субак І.О.



Информация

Файл Редактор

Дата 27.10.2015
Документ Деталь F:\System Volume Information\4 курс ВНТУ\Цехи + зар

Деталь

Заданные параметры

Материал Сталь 40X ГОСТ 4543-71

Плотность материала $\rho = 0.007825$ г/мм³

Расчетные параметры

Масса $M = 8147.911960$ г

Площадь $S = 269352.958365$ мм²

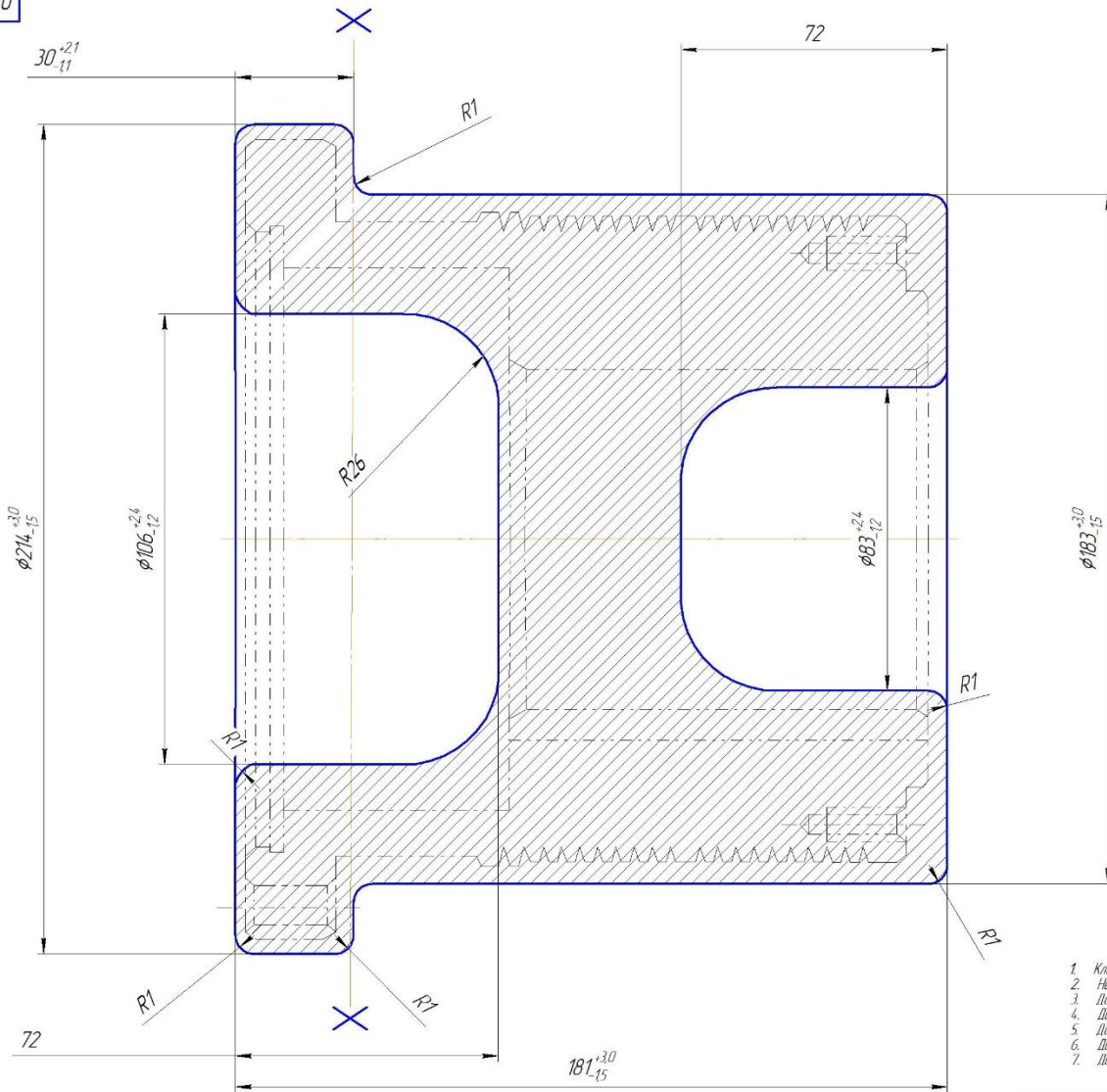
Объем $V = 2383119.739331$ мм³

Центр масс $X_c = 10.843970$ мм

$Y_c = 0.221361$ мм

$Z_c = 0.000000$ мм

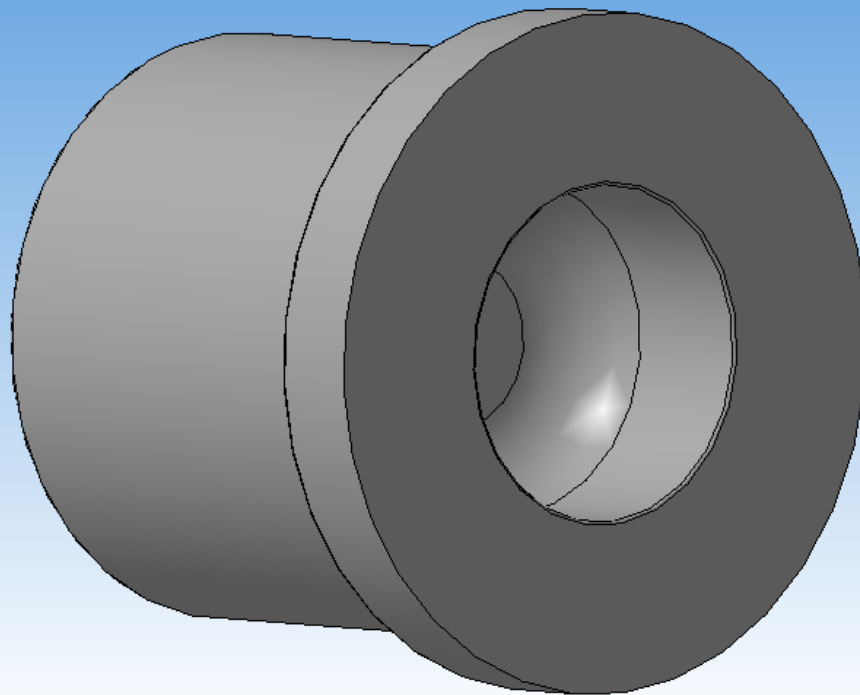
08-26.МКР.06.00.001.К3



1. Клас точності штампування Т4, група сталі М2, ступінь складності С3, індекс 14.
2. Не вказані штампувальні радіуси 4мм
3. Допустиме зміщення по площині розведення штампів 0,3
4. Допустиме відхилення від площинності, прямокутності 0,4
5. Допустимі відхилення штампувальних нахилів $\pm 0,25$
6. Допустима величина залишкового відноу 0,8
7. Допустима висота відноу 5

Лист 1 з 1
 Сторінка №
 Назва і дата
 Взам. шифр і № шифр. і дата
 Лист і дата
 № шифр.

				08-26.МКР.06.00.001.К3		
				Шків 07.06 (штампована паковка)		
Иен./Лист	№ докум.	Лист	Лист	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Лавренко А.В.					1:1
Проб.	Лавренко О.В.					
Уконтр.						1
Иконтр.	Лавренко О.В.					
Штб.	Савчук І.О.					
				Сталь 40Х ГОСТ4543-84 ВНТУ 1ТМ-14М		
				Копировал		
				Формат А2		



Информация □ ×

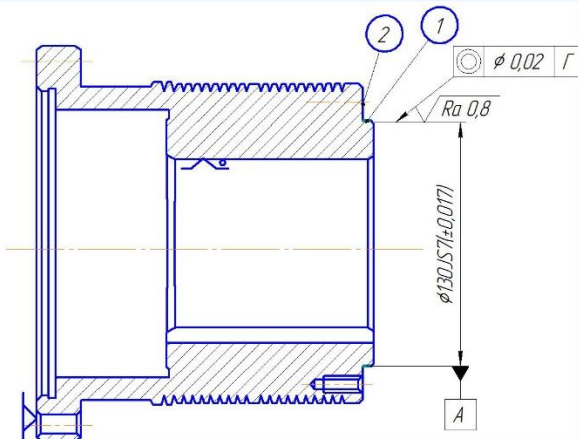
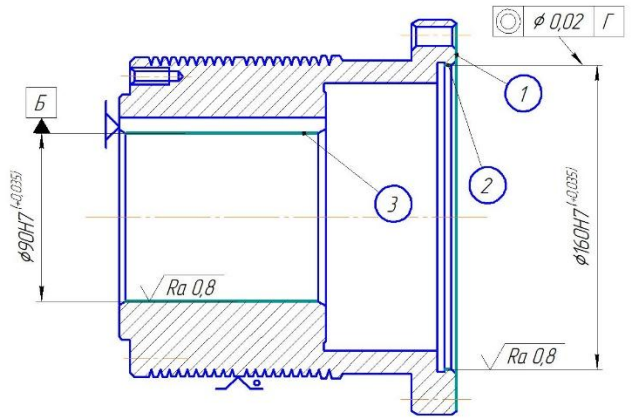
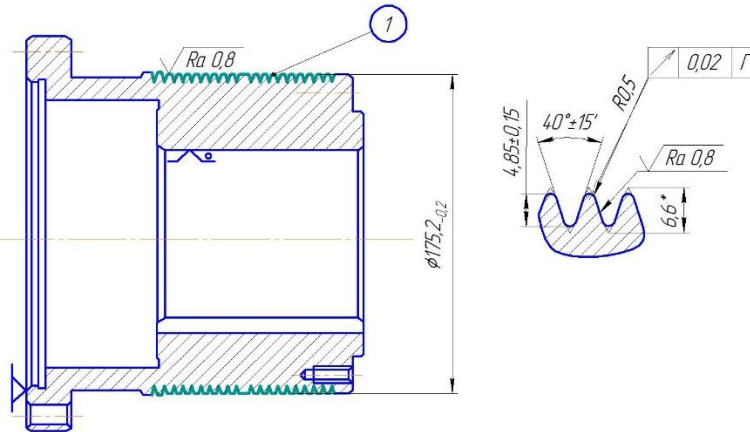
Файл Редактор

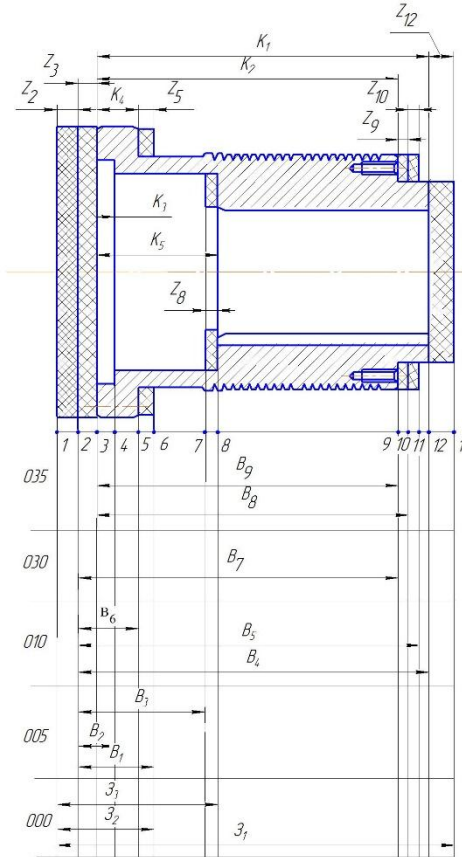
Дата 27.10.2015
Документ

Деталь
Заданные параметры
Материал Сталь 40X ГОСТ 4543-71
Плотность материала $\rho = 0.007825$ г/мм³

Расчетные параметры
Масса $M = 13778.838169$ г
Площадь $S = 214886.320210$ мм²
Объем $V = 4116145.452957$ мм³
Центр масс | $X_c = 0.000000$ мм
 $Y_c = 0.000000$ мм
 $Z_c = 35.468795$ мм



№ Операції	Операції і переходи	Ескіз та схеми базування	Тип обладнання
030	<p>035 Круглоторцешліфувальна</p> <p>1. Встановити заготовку. 2. Шліфувати поверхню 1, торець 2. 3. Зняти заготовку.</p>		Круглошліфувальний верстат ЗТ160
035	<p>030 Внутрішньо-шліфувальна</p> <p>1. Встановити заготовку. 2. Шліфувати торець 1. 3. Шліфувати отвори 2, 3. 4. Зняти заготовку.</p>		Внутрішньошліфувальний верстат ЗК228В
040	<p>040 Токарна з ЧПК</p> <p>1. Встановити заготовку. 2. Точити поверхні канавок 1. 3. Обкотити поверхні канавок 1. 4. Зняти заготовку.</p>		Токарний з ЧПК верстат 16К20Т1



Попередні значення довжин

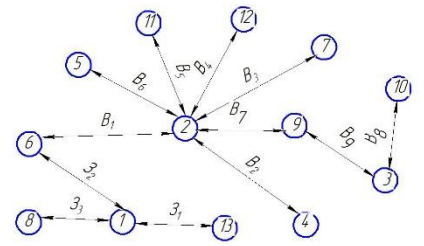
Розміри заготовки	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33
Попередні значення довжин	0,74	0,43	0,52	0,3	0,38	0,39	0,12	0,4	0,3	0,3	0,3	0,12

Розміри для розрахунку розмірів призначення кожухів

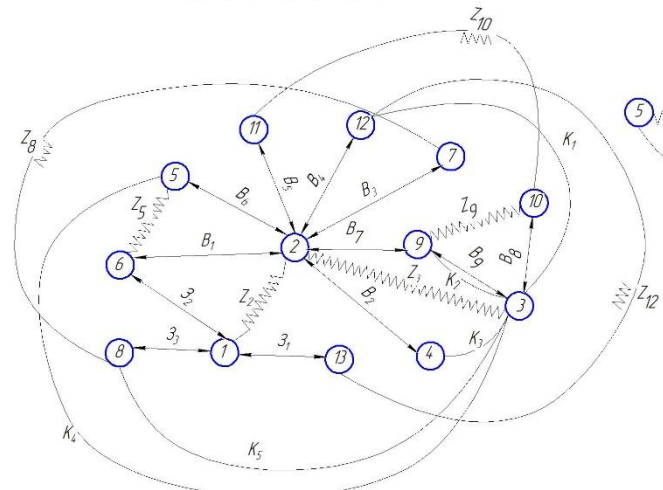
Назва кожуха	Видове об'ємні	Підтип шліфувальник
- K2 + B9-0	K2- B9	B9
- Z3- B7- B9-0	Z3- B7- B9	B7
K3 + B7 B7+ B2-0	K3- B7 B7+ B2	B2
K1 + B9 B7+ B4-0	K1- B9 B7+ B4	B4
- Z9- B9 B9-0	Z9- B9- B9	B9
Z10 B8+ B7 B7+ B5-0	Z10- B7 B8+ B5 B7	B5
K4 + B9 B7+ B6-0	K4- B9 B7+ B6	B6
- Z5- B9 B7-0	Z5- B9- B6	B7
- Z2- Z2 B7-0	Z2- Z2 B7	B7
- Z12- B4 B1- Z2- Z9-0	Z12- B4- B1- Z2- Z1	B1
- K5 + B9 B7 B7- Z2- Z9-0	K5- B9 B7 B7- Z2- Z1	B1
- Z8- B3- B1- Z2- Z9-0	Z8- B3- B1- Z2- Z1	B1

Позначення розміру	Граничні значення розміру		Нормальний розмір	Значення розміру у паспортичному довіднику	Значення розміру на кресленні вихідної заготовки
	мінімальний розмір	максимальний розмір			
B9	168,89	169	169	169,0 ₀	—
B7	169,05	169,45	—	169,45 ₀	—
B2	10,59	10,57	—	10,40 ₀	—
B4	173,97	173,97	—	173,97 ₀	—
B9	169,05	169,45	—	169,45 ₀	—
B5	170,6	171	—	171 ₀	—
B6	22,79	23	—	23 ₀	—
B1	24,39	23,69	—	23,69 ₀	—
32	23,99	25,59	—	25,59 ₀	30 ₀
31	174,37	176,62	—	176,62 ₀	181 ₀
33	64,98	66,78	—	66,78 ₀	72 ₀
B3	63,38	64,12	—	64,36 ₀	—

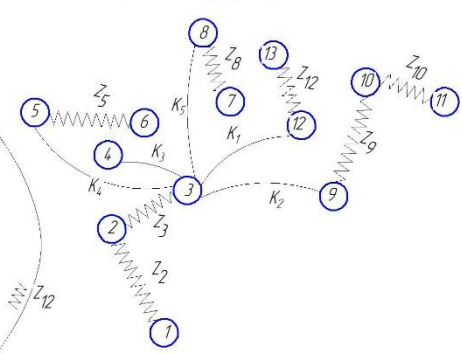
Похідний граф-дерево



Суміщений граф-дерево



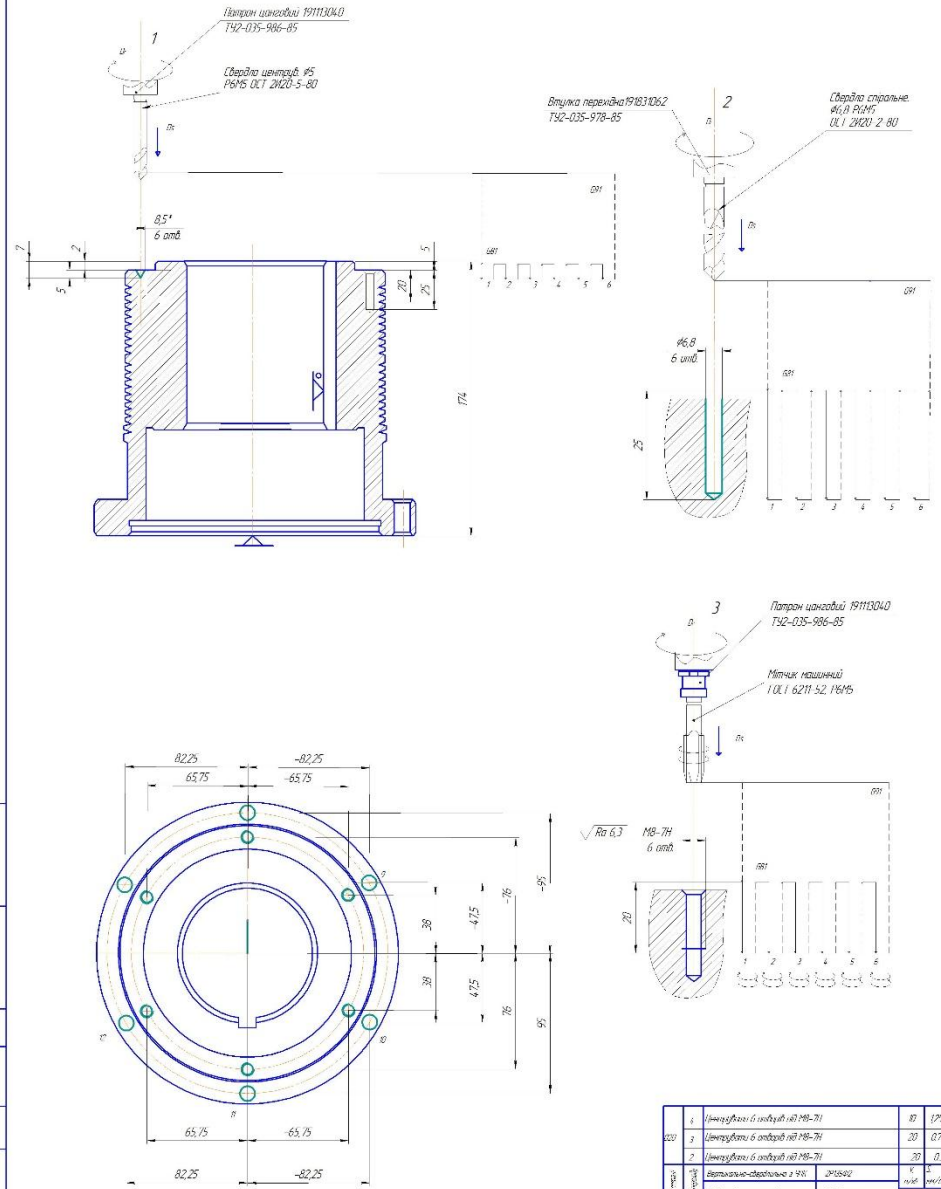
Вихідний граф-дерево



Операция: 020 Сверлильная программа з ЧПК
 Обладнання: Сверлильний верстат з ЧПК
 мод. 2P135Ф2

125

08-26.МКР.06.00.500. КН



020	1	Інструменти в комплекті до М8-7Н	80	1,27
	2	Інструменти в комплекті до М8-7Н	30	0,7 330
	3	Інструменти в комплекті до М8-7Н	30	0,3 200
Матеріал	1	Матеріал-сировина з 98%	30	35
	2	Матеріал-сировина з 98%	30	35
Інформація про операцію			020.00000	
08-26.МКР.06.00.500. КН				
Кількість деталей на сверлильній операції			11	
ВНТУ ІТМ-14М				

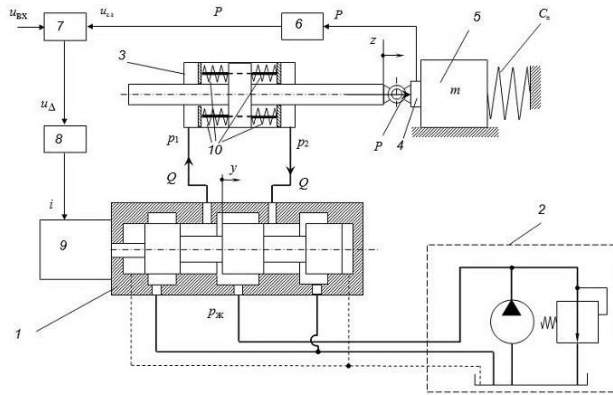


Схема ЕТП з керуванням зусиллям на вихідному органі
 1 гідростанція; 2 електрогідролічний підсилювач; 3
 підсилювач сигналу неузгодження; 4 суматор;
 5 підсилювач сигналу зворотного зв'язку;
 6 вимірний двигун (гідроциліндр); 7 об'єкт керування

Рівняння датчика головного зворотного зв'язку

$$u_{z.z} = -k_{z.z} P \quad (3.1)$$

Рівняння суматора

$$u_{\Delta} = u_{вх} - u_{z.z} \quad (3.2)$$

Рівняння підсилювача сигналу відхилення

$$i = k_{11} u_{\Delta} \quad (3.3)$$

Рівняння першого каскаду ЕТП

$$y = \begin{cases} k_{ЕТП} i & \text{якщо } i \leq \frac{y_{\max}}{k_1} \\ y_{\max} & \text{якщо } i > \frac{y_{\max}}{k_1} \end{cases} \quad (3.4)$$

Рівняння подачі рідини на вихіді ЕТП

$$Q = k_Q y \sqrt{1 - \frac{\Delta p}{P_x} \text{sign } y}, \quad (3.5)$$

$$\text{де } \Delta p = p_1 - p_2.$$

Рівняння зв'язку між переміщеннями штока гідроциліндра (вихідного органа гідродвигуна)

і об'єкта керування

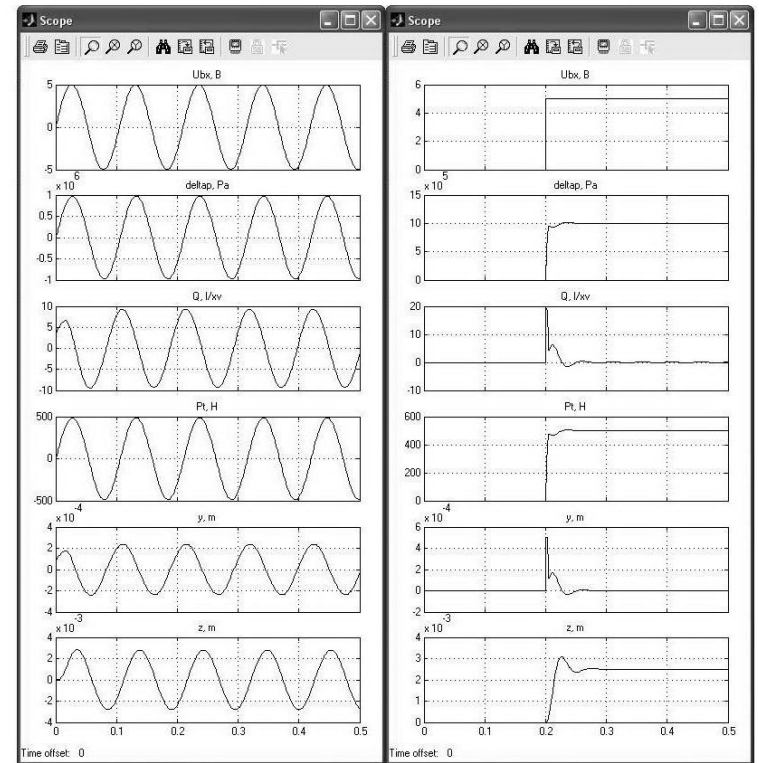
$$P = C_p (z_{ст} - z) \quad (3.6)$$

Сила, що діє на об'єкт керування

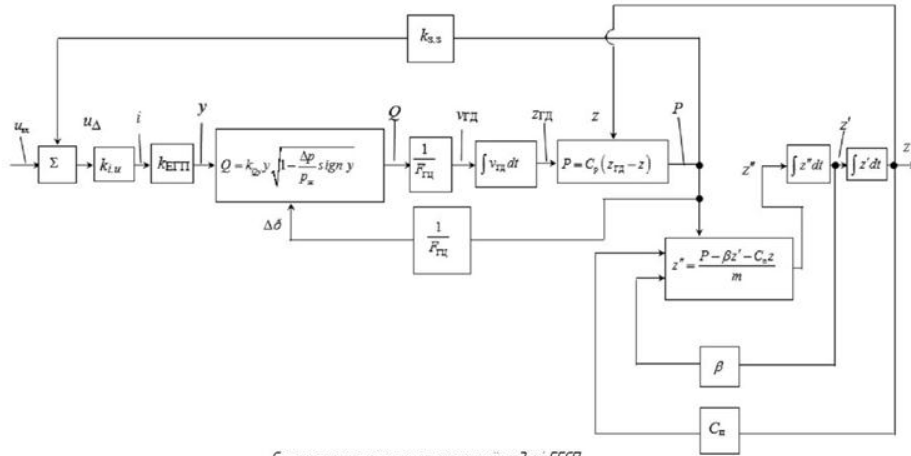
$$P = \Delta p F \quad (3.7)$$

Сила, що діє на шток гідроциліндра

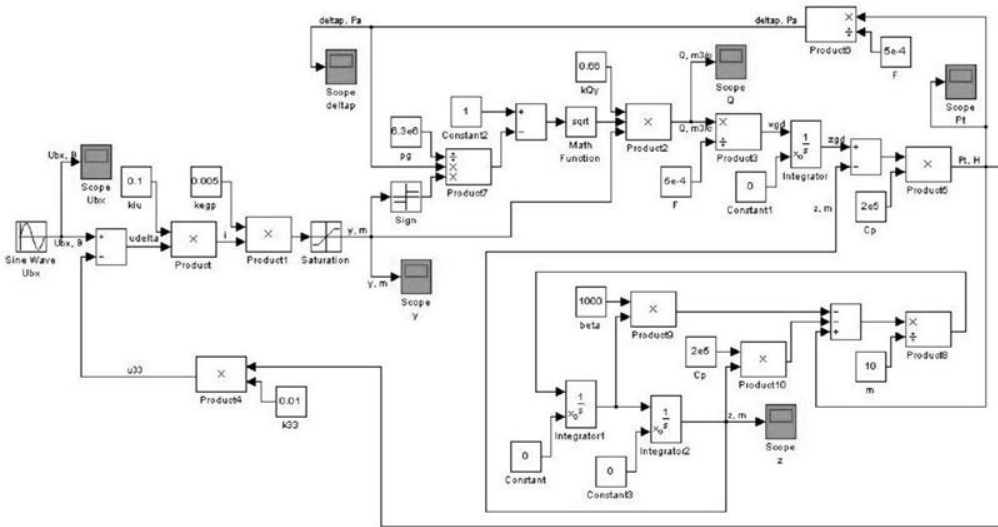
$$P = m \frac{d^2 z}{dt^2} + \beta \frac{dz}{dt} + C_z z \quad (3.8)$$



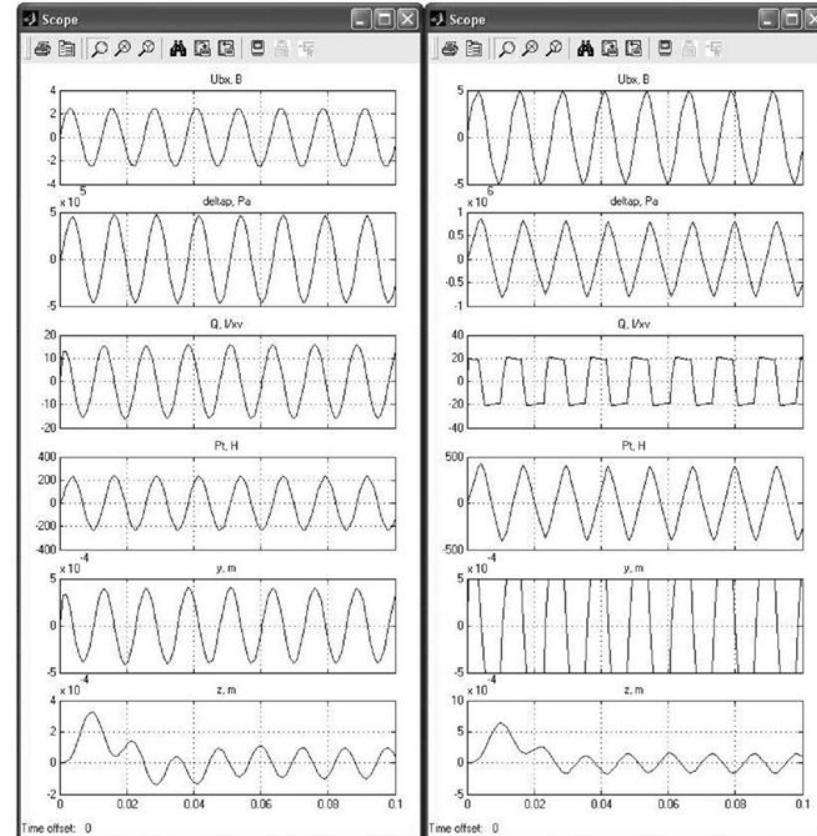
Перехідні процеси змінних стану системи в середовищі MATLAB Simulink при відпрацюванні
 а) гармонічного регулярного сигналу ; б) регулярного сигналу однієї стрибка



Структурна схема математичної моделі ЕТП

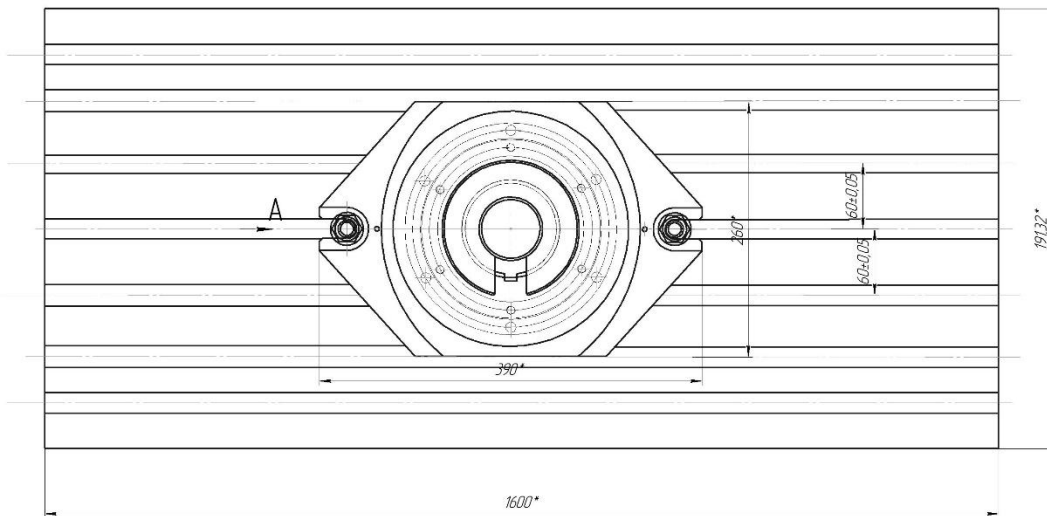
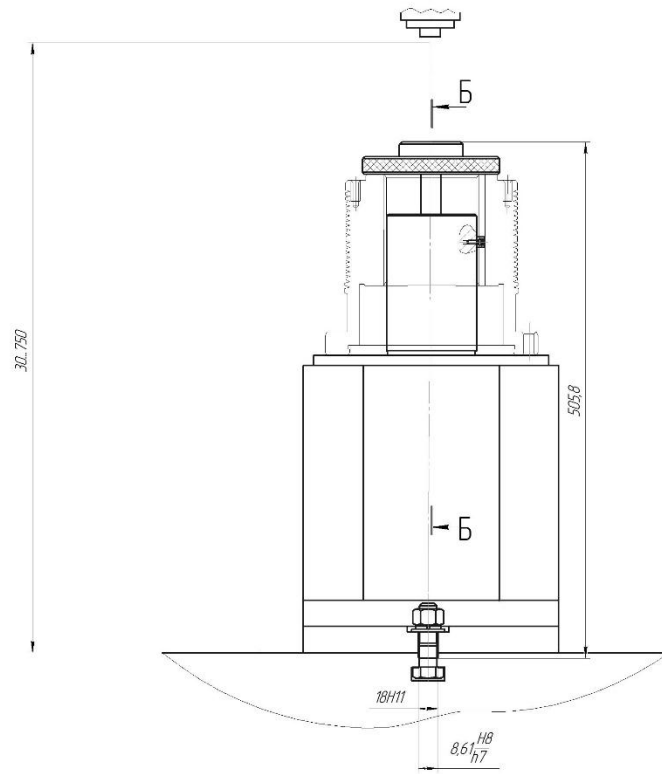


Блок-схема розв'язання системи рівнянь математичної моделі ЕТП в середовищі MATLAB Simulink



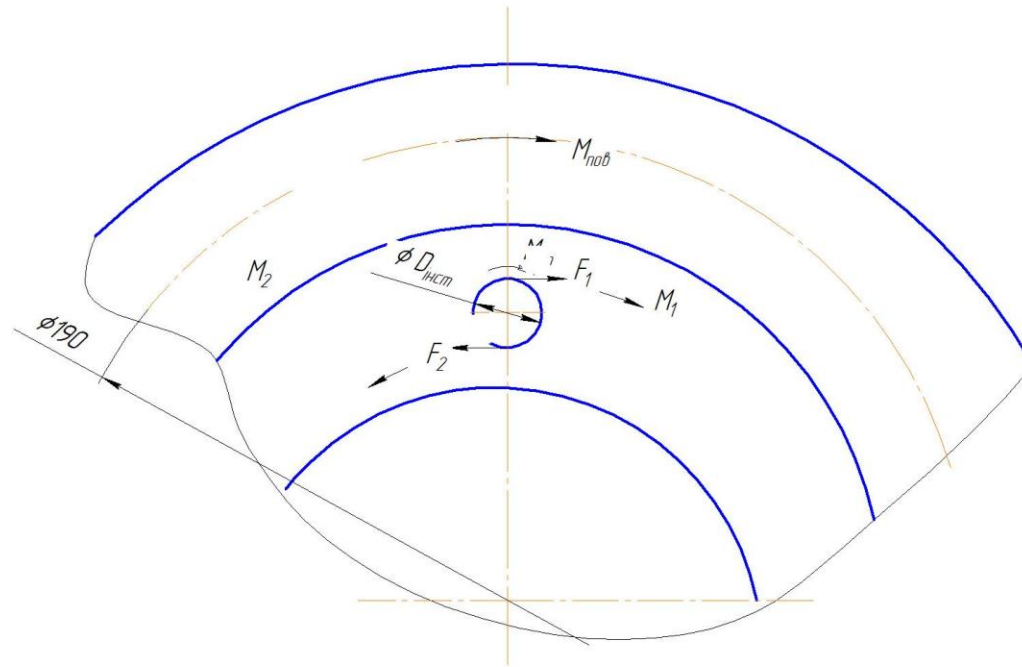
Перехідні процеси змінних стану системи в середовищі MATLAB Simulink при відпрацюванні гармонічного регулярного сигналу
а $A_{\text{U}(\Delta)} = 2.5 \text{ В}$, $\delta_{\text{A}(\text{U}(\Delta))} = 5 \text{ В}$

A ∅ 90°



- 1. Розміри для виготовки
- 2. H14, h7, ±IT₇^{9/7}

Розрахункова схема визначення сил закріплення



$$M_{шт} = 10 * C_M * D^2 * s^2 * K_p, \text{ [Н*М]}$$

$$M_{шт} = 10 * 0,021 * 11^2 * 0,5^2 * 1,03922 = 15,16 \text{ (Н*М)}$$

$$F_1 = F_2 = \frac{M_{шт}}{2 * D_{шт}} \text{ [Н]}$$

$$F_1 = F_2 = \frac{15,16}{2 * 0,011} = 689,09 \text{ (Н)}$$

$$M_{пов} = M_1 - M_2 = F_1 * \frac{D + D_{шт}}{2} - F_2 * \frac{D - D_{шт}}{2} \text{ [Н*М]}$$

$$M_{пов} = 689,09 * \frac{0,10725 + 0,011}{2} - 689,09 * \frac{0,10725 - 0,011}{2} = 73,9 \text{ (Н*М)}$$

$$W_2 = \frac{M_{пов} * K}{\frac{1}{3} * f_0 * \frac{D_1^3 - D_2^3}{D_1^2 - D_2^2} + \frac{1}{3} * f_1 * \frac{d_1^3 - d_2^3}{d_1^2 - d_2^2}} \text{ [Н]}$$

$$W_2 = \frac{73,9 * 2,5}{\frac{1}{3} * 0,16 * \frac{0,2285^3 - 0,205^3}{0,2285^2 - 0,205^2} + \frac{1}{3} * 0,16 * \frac{0,065^3 - 0,032^3}{0,065^2 - 0,032^2}} = 8525,80 \text{ (Н)}$$

З урахуванням коефіцієнту запасу,

необхідна сила затиску - $P_2 = 8525,8 \text{ Н}$,

Дійсна сила затиску на штиці - $P_{шт} = 13893 \text{ Н}$.

Техніко-економічне порівняння технологічних процесів механічної обробки деталі "Шків 07.06"

	<i>Базовий технологічний процес</i>	<i>Модернізований технологічний процес</i>
<i>Приведена програма випуску, шт.</i>	<i>14470</i>	<i>14470</i>
<i>Основний час обробки, хв</i>	<i>10,3</i>	<i>10,3</i>
<i>Штучно-калькуляційний час обробки, хв</i>	<i>64</i>	<i>514</i>
<i>Кількість метолорізальних верстатів</i>	<i>12</i>	<i>12</i>
<i>Середній коефіцієнт завантаження</i>	<i>76,81</i>	<i>83,89</i>
<i>Коефіцієнт використання обладнання по основному часу</i>	<i>43</i>	<i>51</i>
<i>Кількість основних працюючих, чол</i>	<i>12</i>	<i>12</i>
<i>Загальна кількість працюючих, чол</i>	<i>22</i>	<i>22</i>
<i>Середній розряд працівників</i>	<i>5</i>	<i>3</i>
<i>Основна площа механоскладального відділення м²</i>	<i>300</i>	<i>300</i>
<i>Площа ділянки механічної обробки, м²</i>	<i>240</i>	<i>240</i>
<i>Собівартість виготовлення деталі, грн</i>	<i>650</i>	<i>581,754</i>
<i>Капітальні вкладення, грн.</i>	<i>-</i>	<i>695434,5</i>
<i>Термін окупності, років</i>	<i>-</i>	<i>3,5</i>

Висновки:

1. Виконане техніко-економічне обґрунтування теми магістерської кваліфікаційної роботи і розроблене технічне завдання на її виконання.
2. Вибрано оптимальний спосіб виготовлення вихідної заготовки. Попередньо визначено розміри заготовки і розроблено її конструкцію.
3. За допомогою CAD системи «КОМПАС 3D» розроблено 3D модель деталі та заготовки, що розглядаються у даній роботі
3. Проаналізовано базовий і типовий маршрути і на їх основі розроблений модернізований маршрут деталі типу «Шків 07.06». Для обробки використано сучасні верстати з ЧПК 1П420ПФ30, 16К20Т1 і 2Р135Ф2. Ці верстати забезпечують високу продуктивність.
4. Виконано розмірний аналіз технологічного процесу механічної обробки.
5. Розраховані припуски на механічну обробку поверхонь. Визначені оптимальні режими різання і технічне нормування технологічних операцій.
6. Із застосуванням методів теорії автоматичного керування і імітаційного моделювання в середовищі MATLAB Simulink досліджено статичну і динамічну характеристики пристрою для поверхневого пластичного деформування з електрогідравлічною системою керування.
7. Для однієї з операцій механічної обробки розроблено механізоване верстатне пристосування з виконанням необхідних силових і точнісних розрахунків.
8. Виконано необхідні для обґрунтування доцільності модернізації технологічного процесу обробки деталі економічні розрахунки у відповідному розділі.
9. Розроблено необхідні заходи з охорони праці та безпеки життєдіяльності.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!