

Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра технологій та автоматизації машинобудування

Солецький Дмитро Анатоліович

тема роботи:

Робоче місце механічної обробки
деталі “Втулка 08.12”
з використанням CAD/CAM-систем

спеціальність 131 – «Прикладна Механіка»

Науковий керівник:
к.т.н., доц. каф. ТАМ
Петров О.В.

Вінниця ВНТУ – 2019 року

Мета та задачі роботи

Метою роботи є розробка роботизованого технологічного комплексу механічної обробки деталі «Втулка 08.12».

Для досягнення поставленої мети потрібно виконати такі завдання:

- провести огляд службового призначення та умов роботи деталі у вузлі;
- визначити тип виробництва та рівень технологічності заданої деталі;
- спроектувати конструкцію заготовки;
- виконати проектування типових послідовностей обробки поверхонь заготовки та операційного технологічного процесу виготовлення деталі;
- виконати тривимірну модель деталі у CAD-системі;
- розробити у CAD/CAM-системі програму обробки деталі на обладнанні з ЧПК;
- розрахувати основні параметри функціонування роботизованого технологічного комплексу та вибрати промисловий робот;
- провести розрахунок та аналіз економічної доцільності виготовлення деталі;
- провести аналіз умов праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях .

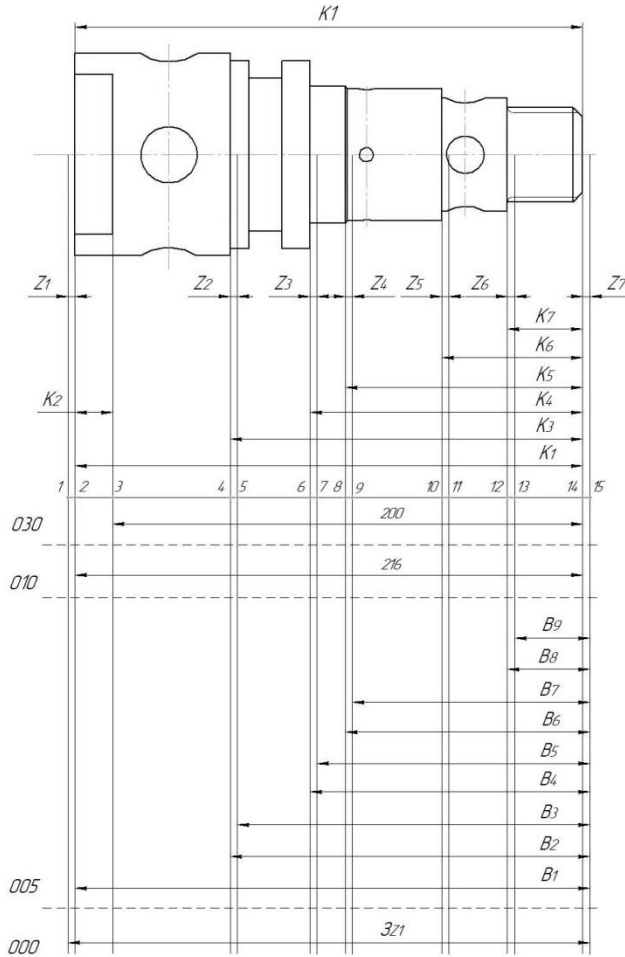
Об'єкт дослідження – роботизований технологічний комплекс механічної обробки деталі «Втулка 08.12».

Предмет дослідження – технологічний процес механічної обробки деталі «Втулка 08.12» .

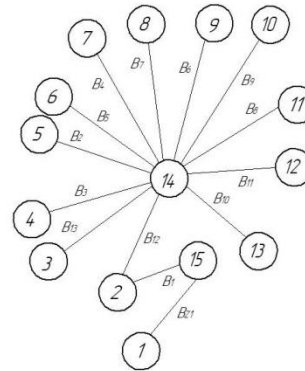
ТП механічної обробки деталі “Втулка 08.12”

№ Операції	Операції і переходи	Ескіз та схеми установки	Тип обладнання
005	<p><u>Токарно-револьвий з ЧПК</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити і зарізати заготовку. 2. Точити поверхню (1), (2), (3), (4), (5), (6), (8), (9), (10), (13) однократно; (7), (11) попередньо. 3. Точити поверхню (7), (11) остаточно. 4. Точити канавку (12) однократно на розмір $\phi 16,3$ мм. 5. Точити поверхню (11) тонка до $\phi 20f9^{-0,02}_{-0,072}$ мм. 6. Нарізати різь М10-6g на лобехні (3). 7. Центрувати отвір (14). 8. Свердлити отвір (14) ($\phi 6$ мм). 9. Свердлити отвір (15) ($\phi 3$ мм). 10. Відрізати поверхню (16) до розміру 54 мм. 11. Зняти заготовку. 		Токарно-револьвий верстат 1B34.0020
010	<p><u>Токарно-револьвий з ЧПК</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити і зарізати заготовку. 2. Точити поверхню (1), (3) однократно. 3. Центрувати отвір (2). 4. Свердлити отвір (2) ($\phi 8$ мм). 5. Зняти заготовку. 		Токарно-револьвий верстат 1B34.0050
015	<p><u>Свердлильна з ЧПК</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити і закріпити заготовку. 2. Свердлити отвір (1) (4шт, $\phi 4$ мм). 3. Свердлити отвір (2) (4шт, $\phi 15$ мм). 4. Свердлити отвір (3) (4шт, $\phi 6$ мм). 5. Зняти заготовку. 		Вертикально-сверлильний верстат ПТ760МФ3 з лабораторним пристосуванням
030	<p><u>Фрезерний</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити і зарізати заготовку. 2. Фрезерувати лиски (1), (2) в розмір 17 мм. 3. Зняти заготовку. 		Вертикально-фрезерний верстат 6F10
035	<p><u>Круглошліфувальний</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити і зарізати заготовку. 2. Шліфувати поверхню (1), попередньо. 3. Шліфувати поверхню (1), остаточно в розмір $14f7^{-0,016}_{-0,034}$ мм. 3. Зняти деталь. 		Круглошліфувальний верстат 3M15102

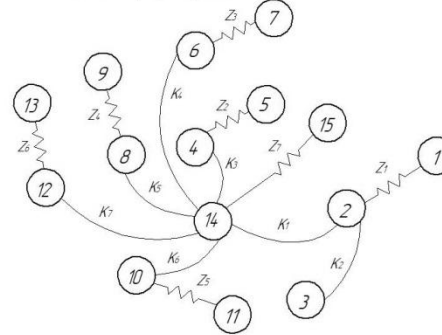
Розмірний аналіз ТП



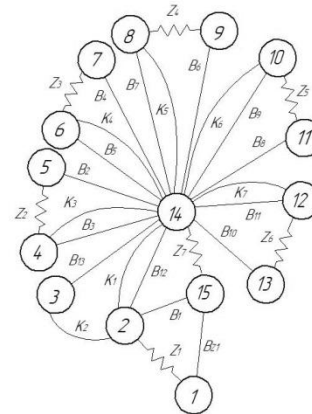
Похідний граф-дерево



Вихідний граф-дерево



Суміщене граф-дерево



Рівняння технічних розмірів ланцюгів

№ л/п	Розартикуловане рівняння	Вихідне рівняння	Розмір, що визначається
1	$-K1 + B1 = 0$	$K1 = B1$	$B1$
2	$-K1 + B1 + B2 = 0$	$K2 = B1 + B2$	$B2$
3	$-K1 + B2 = 0$	$K3 = B2$	$B3$
4	$-K4 + B4 = 0$	$K4 = B4$	$B4$
5	$-K5 + B5 = 0$	$K5 = B5$	$B5$
6	$-K6 + B6 = 0$	$K6 = B6$	$B6$
7	$-K7 + B7 = 0$	$K7 = B7$	$B7$
8	$-Z1 + B1 + B10 = 0$	$Z1 = B1 + B10$	$B10$
9	$-Z2 + B2 + B10 = 0$	$Z2 = B2 + B10$	$B10$
10	$-Z3 + B3 + B6 = 0$	$Z3 = B3 + B6$	$B6$
11	$Z4 + B4 + B6 = 0$	$Z4 = B4 + B6$	$B6$
12	$Z5 + B5 + B8 = 0$	$Z5 = B5 + B8$	$B8$
13	$Z6 + B6 + B8 = 0$	$Z6 = B6 + B8$	$B8$
14	$-Z7 + B7 + Z21 = 0$	$Z21 = Z7 + B7$	$Z21$

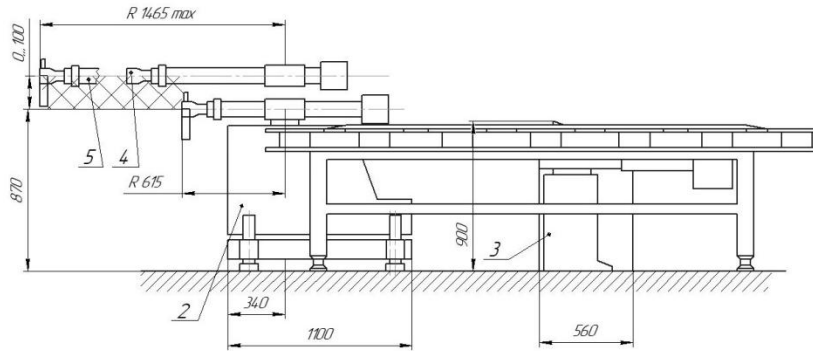
Поправки значень допусків

Вибір допусків		
Розмір	Клас розмірів ланцюгів	Допуск, мкм
31	14	0.74
Механічна обробка		
Технологічний розмір	Класи ланцюгів	Допуск, мкм
B1	14	0.74
B2	14	0.62
B3	14	0.62
B4	14	0.52
B5	14	0.52
B6	14	0.52
B7	14	0.52
B8	14	0.43
B9	14	0.43
B10	13	0.2
B11	13	0.2
B12	14	0.74
B13	14	0.74

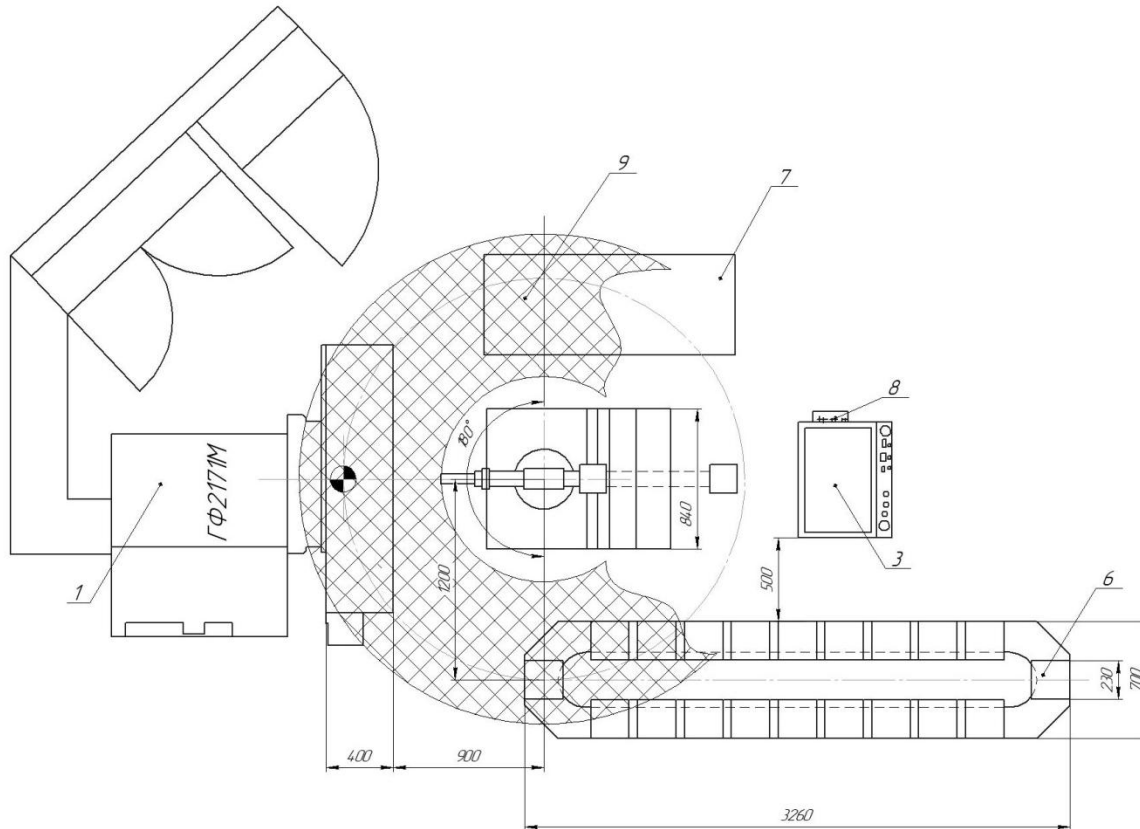
Таблиця результатів

Помік розраху	Граничні значення розмірів			Номинальний розмір	Значення розраху	
	мін.	макс.	допуск		з врахування допусків	не врахування допусків
B1	54.76	55.5	0.74	55.5	55.5±0.74	-
B2	36.38	37	0.62	37	37±0.62	-
B3	36.88	37.5	0.62	37.5	37.5±0.62	-
B4	24.08	24.6	0.52	24.6	24.6±0.52	-
B5	24.48	25	0.52	25	25±0.52	-
B6	24.08	24.6	0.52	24.6	24.6±0.52	-
B7	24.48	25	0.52	25	25±0.52	-
B8	14.77	14.6	0.13	14.6	14.6±0.13	-
B9	44.57	45	0.43	45	45±0.43	-
B10	7.5	7.7	0.2	7.6	7.6±0.1	-
B11	7.9	8.1	0.2	8	8±0.1	-
B12	53.76	54	0.74	54	54±0.74	-
B13	49.56	50	0.44	50	50±0.44	-
31	56.26	57	0.74	57	-	57±0.74

Компоновка РТК



1. Верстат моделі ГФ2171М
2. ПР моделі Циклон 3.02
3. Пристрій керування
4. Виконавчий орган
5. Захватний пристрій
6. Тактовий стіл СТ 220
7. Місце складування оброблених деталей
8. Пульти
9. Робоча зона ПР



Технічні характеристики ПР

- вантажопідіймальність - 3 кг;
- число ступенів рухливості - 6;
- число рук - 1;
- привід основних руків - пневматичний;
- система керування - циклова;
- число програмуваних координат - 6;
- заділ програмування переміщень - по цілому;
- ємність пам'яті системи, число кроків - 31;
- похибка позиціонування - $\pm 0,1$ мм;
- надійшливий діаметр руки - 14,65 мм;
- переміщення руки, мм/швидкість, м/с:
- $r = 850/0,6$;
- $z = 100/0,1$;
- кутові переміщення $^{\circ}$ /кутова швидкість $^{\circ}/с$:
- $\alpha = 180/160$;
- $\varphi = 180/180$;
- габаритні розміри мм - 1110x840x1250;
- вага, кг - 540.

Характеристика робочого місця

1 Циклова продуктивність, \varnothing ц	0,0057
2 Коефіцієнт відносного завантаження, Кг	0,03
3 Режим роботи ПР	легкий

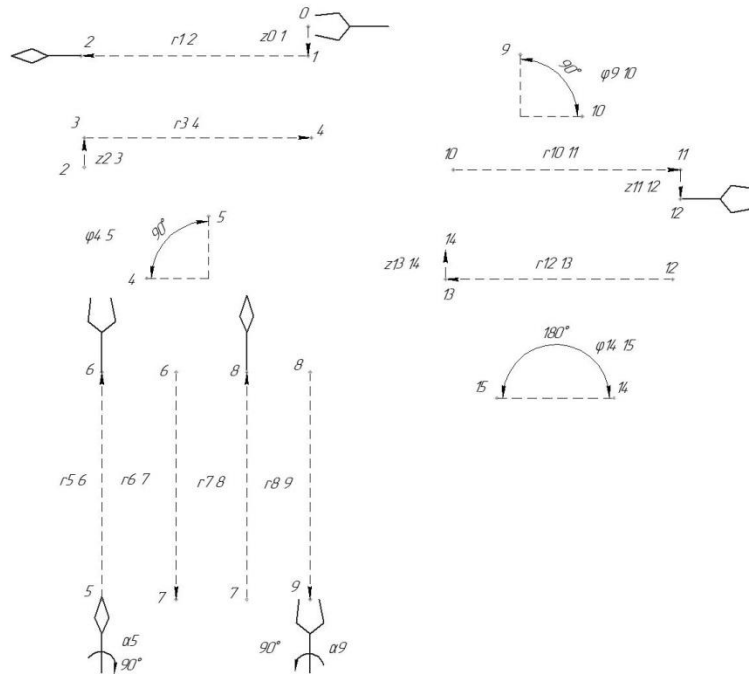
Циклограма функціонування РТК

Циклограма функціонування РТК

Обладнання	Операція	Час, с														
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
ПР	Захват заготовки	█														
	Зіставка заготовки на верстаті	█	█													
	Зняття заготовки з верстата															█
	Переміщення заготовки до місця складання заготовки деталі															█
	Підвернення руки ПР в початкове положення															█
Верстат	Затиск заготовки в пристосуванні			█												
	Розтиск заготовки в пристосуванні															█
	Обробка заготовки				█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Тактовий стил	Підарот на одну позицію															█

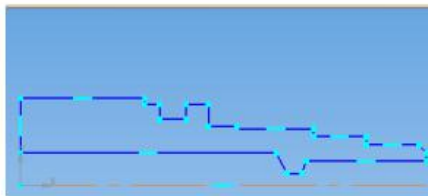
Алгоритм роботи РТК

Дія	Коментар	Величина переміщення, мм/град	Швидкість переміщення, м/с, %/с	Час, с
Захоплення заготовки	Переміщення руки ПР вниз	100	0,1	1
	Переміщення руки ПР вперед	585	0,6	0,98
	Затиск заготовки схватом ПР	-	-	0,5
	Переміщення руки ПР вгору	100	0,1	1
	Переміщення руки ПР назад	585	0,6	0,98
Сума	-	-	-	4,46
Встановлення заготовки на верстат	Поворот руки ПР за год. стрілкою	90°	38°	2,37
	Поворот руки ПР за год. стрілкою по осі руки	90°	38°	2,37
	Переміщення руки ПР вперед	585	0,6	0,98
	Розтиск схвату ПР	-	-	0,5
	Переміщення руки ПР назад	585	0,6	0,98
Сума	-	-	-	7,2
Верстат	Затискання заготовки на верстатному пристосуванні	-	-	6
	Обробка заготовки	-	-	129
	Розтискання заготовки на верстатному пристосуванні	-	-	6
Сума	-	-	-	141
Зняття заготовки з верстата	Переміщення руки ПР вперед	585	0,6	0,98
	Затиск деталі схватом ПР	-	-	0,5
	Переміщення руки ПР назад	585	0,6	0,98
Сума	-	-	-	2,46
Переміщення заготовки до місця складання готових деталей	Поворот руки ПР проти год. стрілкою по осі руки	90°	38°	2,37
	Поворот руки ПР за год. стрілкою	90°	38°	2,37
	Переміщення руки ПР вперед	585	0,6	0,98
	Переміщення руки ПР вниз	100	0,1	1
	Розтиск схвату ПР	-	-	0,5
Сума	-	-	-	7,22
Підвернення руки ПР в початкове положення	Переміщення руки ПР назад	585	0,6	0,98
	Переміщення руки ПР вгору	100	0,1	1
	Поворот руки ПР проти год. стрілки	180°	38°	4,74
Сума	-	-	-	6,72
Тактовий стил	Переміщення на одну позицію	-	-	2,5

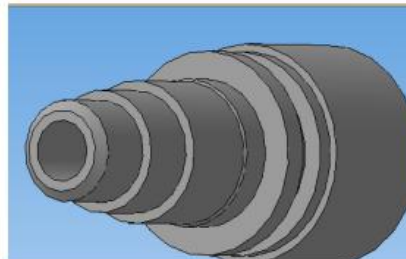


Розробка тривимірної моделі деталі «Втулка 08.12»

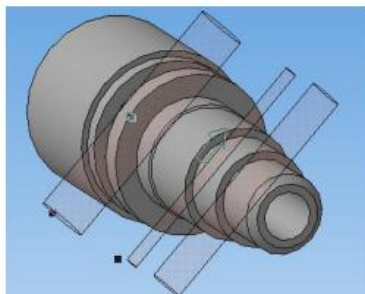
Крок 1. Побудова ескізу основи



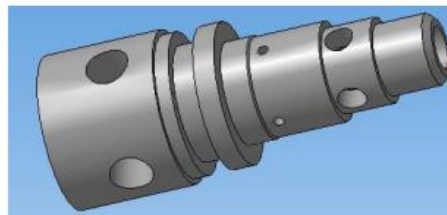
Крок 2. Побудова основи



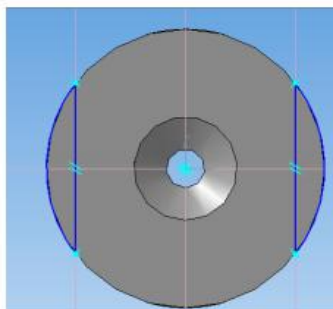
Крок 3. Процес видавлювання наскрізних отворів для розподілення рідини



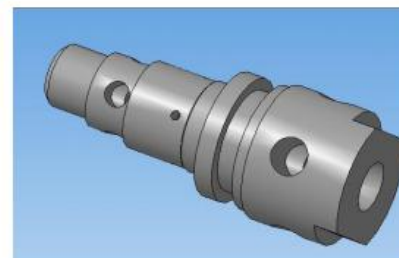
Крок 4. Побудова отворів аналогічною операцією на 90°



Крок 5. Побудова лисок «Втулка 08.12»



Крок 6. Тривимірний модель деталі «Втулка 08.12»

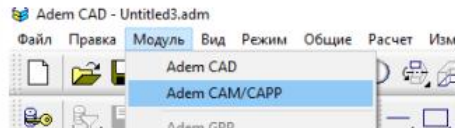


Розробка програми обробки деталей на верстаті з ЧПК

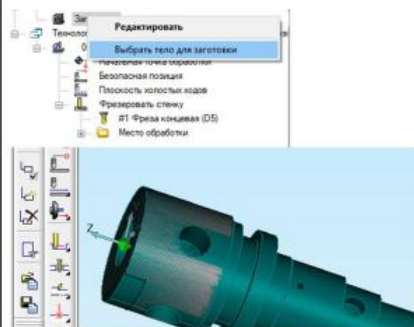
Крок 1. Імпорт вихідної тривимірної моделі деталі «Втулка 08.12» та її заготовки



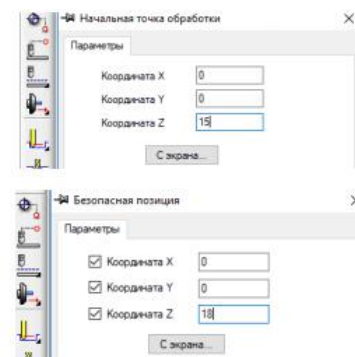
Крок 2. Перехід в модуль Adem CAM/CAPP



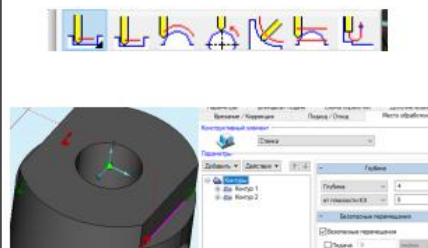
Крок 3. Задання тіла заготовки



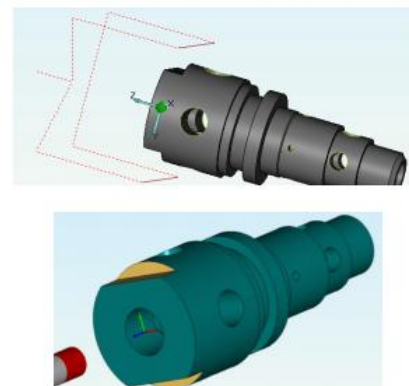
Крок 4. Задаємо початкову точку обробки та безпечну позицію



Крок 5. Створюємо технологічні переходи та вводимо усі необхідні дані для обробки лисок із вказуванням їхніх контурів



Крок 6. Моделюємо роботу верстата та отримуємо деталь технічного переходу



Наукова новизна одержаних результатів:

Отримав подальший розвиток метод визначення циклограми функціонування роботизованого технологічного комплексу на основі раціонального розподілу часу виконання основних рухів алгоритму роботи промислового робота .

Практичне значення одержаних результатів:

- 1. Розроблено заготовку деталі «Втулка 08.12» та технологічний процес механічної обробки її виготовлення, який за умови програми випуску обсягом 2800 шт на рік забезпечує термін окупності вкладених коштів протягом 3,1 років.
- 2. Розроблено робоче місце механічної обробки деталі «Втулка 08.12» на основі застосування CAD-системи КОМПАС та CAD/CAM-системи Adem, а також застосування роботизованого технологічного комплексу на базі робота «Циклон 3.02».
- 3. Розроблено керуючу програму обробки деталі «Втулка 08.12» на верстаті з ЧПК.

ВИСНОВКИ

Отже в результаті виконання магістерської кваліфікаційної роботи визначено, що деталь «Втулка 08.12» є технологічною, а тип виробництва деталі – середньосерійний. На основі розрахованих техніко-економічних показників способів отримання заготовки деталі «Втулка 08.12» визначення, що найраціональнішим є нарізання прокату. Виконано проектування послідовностей обробки поверхонь заготовки та операційного технологічного процесу виготовлення деталі з отриманням технологічних карт.

Розроблено робоче місце механічної обробки деталі «Втулка 08.12» на основі застосування САД-системи КОМПАС та САД/САМ-системи Адем, а також застосування роботизованого технологічного комплексу на базі робота «Циклон 3.02», що дозволило автоматизувати процес механічної обробки деталі на заданій технологійній операції.

В магістерській кваліфікаційній роботі розраховані основні економічні показники забезпечення виготовлення деталі «Втулка 08.12», що дозволило забезпечити економічний ефект від реалізації вкладених інвестиції з періодом окупності 3,1 років. Розроблено заходи забезпечення умов праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях під час виготовлення деталі «Втулка 08.12».