

Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра технологій та автоматизації машинобудування

Пояснювальна записка
до магістерської кваліфікаційної роботи

на тему:

РОБОЧЕ МІСЦЕ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ЗАГОТОВКИ ДЕТАЛІ «КОРПУС
K02.17» З ВИКОРИСТАННЯМ САД/САМ СИСТЕМ

08-28.МКР.026.000.000

Виконав: студент 2 курсу,

групи 2ПМ-18м

спеціальності 131 –

«Прикладна механіка»

Хоменко І.А. _____

Керівник: к.т.н., доцент

Лозінський Д.О. _____

Рецензент: _____

Вінниця ВНТУ – 2019 року

Освітній ступінь – «Магістр»
Спеціальність 131 – «Прикладна механіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ
завідувач кафедри ТАМ
д.т.н., професор Козлов Л. Г.

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Хоменку Івану Андрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема магістерської кваліфікаційної роботи (МКР): Робоче місце механічної обробки заготовки деталі «Корпус К02.17» з використанням САД/САМ систем

керівник МКР Лозінський Дмитро Олександрович, к.т.н., доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ВНТУ від «02» жовтня 2019 року № 254.

2. Строк подання студентом МКР: 16.12.19р.

3. Вихідні дані до МКР: деталь «Корпус К02.17»
річна програма N = 6000 шт/рік

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ; технологічна частина, розробка робочого місця механічної обробки з використанням САД/САМ-систем; Економічна частина; Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
креслення деталі, креслення заготовки, технологічний процес механічної обробки деталі, карта налагоджень, розмірний аналіз технологічного процесу, компоновка роботизованого робочого місця, циклограма функціонування роботизованого робочого місця, алгоритм створення керуючої програми для верстата з ЧПК; робоче місце механічної обробки деталі.

6. Консультанти розділів МКР

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Спеціальна частина	Лозінський Д.О. доцент кафедри ТАМ		
Економічна частина	Кавецький В.В. доцент кафедри ЕПВМ		
Охорона праці та безпека життєдіяльності	Віштак І.В., доцент кафедри БЖДПБ		

7. Дата видачі завдання « 04 » жовтня 2019 р.**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів МКР	Строк виконання етапів МКР	Примітка
1	Визначення об'єкту та предмету дослідження	10.10.2019	
2	Аналіз відомих рішень, постановка задач	20.10.2019	
3	Техніко-економічне обґрунтування методів досліджень	22.10.2019	
4	Розв'язання поставлених задач	28.11.2018	
5	Формулювання висновків по роботі, наукової новизни, практичної цінності результатів	02.12.2019	
6	Виконання розділу «Економічна частина»	02.12.2019	
7	Виконання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»	02.12.2019	
8	Попередній захист МКР	05.12.2019	
9	Перевірка роботи на плагіат	04.12.2019	
10	Нормоконтроль МКР	10.12.2019	
11	Рецензування МКР	11.12.2019	
12	Захист МКР	18.12.2019	

Студент

(підпис)

Керівник МКР

(підпис)

ВСТУП.....	6
1 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	9
1.1 Визначення типу виробництва і форми організації роботи.....	9
1.2 Аналіз конструкції та технологічності деталі.....	15
1.3 Вибір способу виготовлення заготовки.....	18
1.4 Розробка маршруту механічної обробки.....	33
2 РОЗРОБКА РОБОЧОГО МІСЦЯ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ «КОРПУС К02-17».....	55
2.1 Розробка тривимірної моделі деталі.....	55
2.2 Розробка програми обробки деталі на верстаті з ЧПК.....	62
2.3 Розробка та вибір роботизованого технологічного комплексу.....	65
3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	91
3.1 Оцінювання комерційного потенціалу розробки.....	91
3.2 Прогнозування витрат на розробку нового технічного рішення.....	94
3.3 Прогнозування комерційних ефектів від реалізації результатів розробки.....	98
3.4 Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності.....	102
3.5 Висновки до економічної частини.....	106
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	107
4.1 Аналіз умов праці на робочому місці механічної обробки.....	107
4.2 Виробнича санітарія	107
4.3 Техніка безпеки	111
4.4 Пожежна безпека.....	112
4.5 Безпека в надзвичайних ситуаціях	113
ВИСНОВКИ.....	116
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	117
ДОДАТКИ.....	119
Додаток А. Технічне завдання	

Додаток Б 3D–моделі заготовок

Додаток В. Координати точок переміщення інструменту під час обробки деталі

Додаток Г. Графічна частина

Додаток Д. Технологічна документація

Додаток Е. Програма обробки деталі на верстаті з ЧПК

ВСТУП

Ефективність виробництва, його технічний процес, якість продукції що випускається в багато чому залежить від розвитку виробництва, нового -економічного аналізу, який забезпечує рішення технічних питань та економічну ефектність технічних і конструкторських розробок.

Швидкий ріст машинобудування – найважливішої галузі промисловості визначає темпи переоснащення народного господарства новою технікою та визиває велику необхідність подальшого вдосконалення технології машинобудування.

Важливим є і те, що вдосконалюються верстати. В наш час широко використовуються верстати з ЧПК, автомати та напівавтомати. Нові верстати порівняно зі старими є більш складними і точними по конструкції, і тому забезпечують підвищення якості продукції, її виготовлення. Ефективність виробництва досягається при використанні агрегатних та багатоцільових верстатів.

Високоєфективним виробництвом є і те виробництво при якому використовуються промислові роботи та гнучкі виробничі системи обробки деталей. Промислові роботи призначені для виконання різних видів технологічних операцій і допоміжних переходів при функціонуванні з різноманітними моделями технологічного обладнання. Автоматизація механообробного виробництва на основі використання промислових роботів носить назву роботизація.

Актуальність теми.

На сьогоднішній момент основною задачею машинобудування є зменшення затрат коштів та часу на виробництво продукції, при цьому збільшення виробничої продукції. Для цього застосовують різного роду ЕОМ та робототехнічні комплекси.

Метою роботи є розробка механічної дільниці та оптимізація технологічного процесу обробки деталі “Корпус К 02-17”

Для досягнення даної мети виконаємо такі завдання:

- виконати аналіз службового призначення та умов роботи деталі у вузлі;
- провести аналіз технологічності деталі;

- розробити раціональну конструкцію заготовки вказаної деталі;
- визначити тип виробництва та особливості його організації;
- на основі типових рішень та врахувавши сучасні тенденції розробити послідовність обробки поверхонь заготовки та технологічний процес виготовлення деталі;
- виконати тривимірну модель деталі у CAD-системі;
- розробити у CAD/CAM-системі програму обробки деталі на технологічному обладнанні з ЧПК;
- розробити роботизований комплекс для робочого місця механічної обробки;
- провести розрахунок та аналіз економічної доцільності виготовлення деталі;
- провести аналіз умов праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Об'єкт дослідження – робоче місце механічної обробки деталі «Корпус К02-17».

Предмет дослідження – технологічний процес механічної обробки деталі «Корпус підшипника».

Методи дослідження. Методи аналітичного та імітаційного моделювання, методи поверхневого і твердотілого моделювання в середовищі сучасних автоматизованих CAD/CAM-систем.

Практичне значення одержаних результатів:

1. Розроблено заготовку деталі «Корпус К02-17» та технологічний процес 6000шт на рік забезпечує термін окупності вкладених коштів протягом 1,07
2. Розроблено робоче місце механічної обробки деталі «Корпус К02-17» на основі застосування CAD-системи КОМПАС V16 та CAD/CAM-системи ADEM
3. Розроблено керуючу програму обробки деталі «Корпус К02-17» на верстаті з ЧПК.
4. Розроблено технологічну документацію для обробки деталі «Корпус К02-17»

Основні результати досліджень отримані автором самостійно. Мета та завдання досліджень

у співавторстві автору належать: розрахунки основних показників, що характеризують роботу робочого місця.

Апробація результатів дисертації. Основні результати роботи розглядалися на XLVII науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів університету з участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств м.Вінниці та області (березень 2018 р.).

1 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Визначення типу виробництва і форми організації роботи

На початкових етапах проектування тип виробництва можна орієнтовно виготовляються, за табл. 3.1 [8] : для деталей масою 0,535кг та програмою її виготовлення 6000шт./рік рекомендуються умови середньо серійн виробництва.

Другим методом є визначення коефіцієнту закріплення операцій $K_{з.о.}$, в якості вихідних даних для цього використовуються укрупненні (наближені) формули витрат основного часу [4].

До розгляду в цьому випадку приймаються найбільш характерні передбачувані операції і відповідно поверхні, які належать обробити. Виконаємо цей розрахунок і вхідні данні та результати занесемо у таблицю.

Таблиця 1.1 –

 T_o .

обробки, її характеристика	Передбачувані техн	Формула для наближеного визначення витрат T_o .	D, мм	L, мм	T_o , хв.
Пов. $\emptyset 70g7$	Точіння чорнове та попереднє	$0,17dl \cdot 10^{-3}$	70	14	0.1666
Пов. $\emptyset 52H7$	Розточування	$0,21dl \cdot 10^{-3}$	52	60	0.6552
Пов. $\emptyset 60h14$	Розточування	$0,21dl \cdot 10^{-3}$	60	35	0.441
Пов. $\emptyset 70g7$	Точіння осточне	$0,18dl \cdot 10^{-3}$	70	14	0.1764
Пов. $\emptyset 52H7$	Розточування	$0,21dl \cdot 10^{-3}$	52	30	0.3276

Визначаємо штучно калькуляційний-час обробки:

$$T_{шт-к} = \varphi_k \cdot \Sigma T_{oi} [\text{хв}] \quad (1.1)$$

де φ_k – табличний коефіцієнт, який враховує обладнання для конкретної обробки та тип виробництва;

ΣT_{oi} – основний час обробки на кожній операції.

$T_{шт-к}$ – для пов. $\emptyset 70g7$

$$T_{шт-к} = 1,98 \cdot 0,1666 = 0,3298(\text{хв})$$

$T_{шт-к}$ – для пов. $\emptyset 52H7$

$$T_{шт-к} = 3,25 \cdot 0,6552 = 2,1294(\text{хв})$$

$T_{шт-к}$ – для пов. $\emptyset 60h14$

$$T_{шт-к} = 3,25 \cdot 0,441 = 1,4332(\text{хв})$$

$T_{шт-к}$ – для пов. $\emptyset 70g7$

$$T_{шт-к} = 1,98 \cdot 0,1764 = 0,3492(\text{хв})$$

$T_{шт-к}$ – для пов. $\emptyset 52H7$

$$T_{шт-к} = 3,25 \cdot 0,3276 = 1,0647(\text{хв})$$

Визначаємо розрахункову кількість обладнання:

$$C_p = (N \cdot T_{шт-кi}) / (F_d \cdot 60 \cdot \eta_{з.н}) \quad (1.2)$$

де $\eta_{з.н}$ – нормативний коефіцієнт завантаження, $\eta_{з.н}=0,8$ – для умов середньо серійного виробництва.

C_p – для пов. $\emptyset 70g7$

$$C_p = \frac{6000 \cdot 0,3298}{60 \cdot 3890 \cdot 0,8} = 0,010, \text{ приймаємо } C_{рп\ ток} = 1 \text{ верстат}$$

C_p – для пов. $\emptyset 52H7$

$$C_p = \frac{6000 \cdot 2,1294}{60 \cdot 3890 \cdot 0,8} = 0,068, \quad C_{рп\ ток} = 1 \text{ верстат}$$

C_p – для пов. $\emptyset 60h14$

$$C_p = \frac{6000 \cdot 1,4332}{60 \cdot 3890 \cdot 0,8} = 0,046, \text{ приймаємо } C_{рп\ ток} = 1 \text{ верстат}$$

C_p – для пов. $\emptyset 70g7$

$$C_p = \frac{6000 \cdot 0,3492}{60 \cdot 3890 \cdot 0,8} = 0,0112, \text{ приймаємо } C_{рп\ ток} = 1 \text{ верстат}$$

C_p – для пов. $\emptyset 52H7$

$$C_p = \frac{6000 \cdot 1,0647}{60 \cdot 3890 \cdot 0,8} = 0,0342, \text{ приймаємо } C_{рп\ ток} = 1 \text{ верстат}$$

Визначаємо фактичний коефіцієнт завантаження обладнання:

$$\eta_{з.н} = C_{pi}/C_{пр} \quad (1.3)$$

$\eta_{з.н}$ – для пов. $\emptyset 70g7$

$$\eta_{з.н} = 0,010/1 = 0,010$$

$\eta_{з.н}$ – для пов. $\emptyset 52H7$

$$\eta_{з.н} = 0,068/1 = 0,068$$

$\eta_{з.н}$ – для пов. $\emptyset 60h14$

$$\eta_{з.н} = 0,046/1 = 0,046$$

$\eta_{з.н}$ – для пов. $\emptyset 70g7$

$$\eta_{з.н} = 0,011/1 = 0,011$$

$\eta_{з.н}$ – для пов. $\emptyset 52H7$

$$\eta_{з.н} = 0,034/1 = 0,034$$

Визначаємо кількість операцій, які виконуються на одному робочому місці:

$$O = \eta_{з.н}/\eta_{з.ф} \quad (1.4)$$

O – для пов. $\emptyset 70g7$

$$O = 0,8/0,010 = 34,47, \quad O = 35$$

O – для пов. $\emptyset 52H7$

$$O = 0,8/0,068 = 11,69, \quad O = 11$$

O – для пов. $\emptyset 60h14$

$$O = 0,8/0,046 = 17,37, \quad O = 17$$

O – для пов. $\emptyset 70g7$

$$O = 0,8/0,011 = 33,27, \quad O = 34$$

O – для пов. $\emptyset 52H7$

$$O = \frac{0,8}{0,034} = 23,38, \quad O = 23$$

Визначаємо коефіцієнт закріплення операцій:

$$K_{з.о} = \sum_{i=1}^n O_i / \sum_{j=1}^n c_{пр} \quad (1.5)$$

$$K_{з.о} = \frac{120}{6} = 20$$

Згідно з ГОСТ 14004- коефіцієнт закріплення операцій відповідає умовам середньо серійного-виробництва типу виробництва (10...20), який і приймаємо для подальшої роботи.

Визначення організаційної форми виробництва

1. Денний випуск деталей:

$$N_d = \frac{N_g}{T_{сер}} = \frac{6000}{254} = 23.6 \approx 24 \text{ шт}$$

2. Денна продуктивність потокової лінії:

$$Q_g = \frac{F_{дн}}{T_{сер}} \cdot \eta_{з.н} \quad (1.6)$$

де $F_{дн}$ – денний фонд часу роботи обладнання, $F_{дн} = 952 \text{ хв}$ – при 2-х змінному режимі роботи;

$T_{сер}$ – середня трудомісткість основних операцій.

$$T_{сер} = (0,329 + 2,129 + 1,433 + 0,349 + 1,064)/6 = 1,2(\text{хв})$$

отже:

$$Q_g = \frac{925}{1,2} \cdot 0,8 = 616 \text{ (шт)}$$

Оскільки $Q_d < N_d$, то організація потокової лінії недоцільна.

3. Кількість деталей в партії для одночасного запуску у виробництво:

$$n = \frac{N \cdot a}{254} [\text{шт}] \quad (1.7)$$

де a – періодичність запуску в днях (прийнято $a = 6$)

$$n = \frac{6000 \cdot 6}{254} = 141 (\text{шт})$$

4. Розрахунок кількості змін роботи на всю обробку партії деталей:

$$C = \frac{T_{\text{шт-к.ср}} \cdot n}{478 \cdot 0,8} = \frac{1,2 \cdot 141}{478 \cdot 0,8} = 0,45$$

приймаємо $C_{\text{пр}} = 1$ зміна

5. Уточнюємо кількість деталей у партії:

$$n_{\text{пр}} = \frac{476 \cdot 0,8 \cdot C_{\text{пр}}}{T_{\text{шт-к.ср}}} = \frac{476 \cdot 0,8 \cdot 1}{1,2} = 117,3 (\text{шт})$$

Приймаємо кількість деталей у партії 117шт.

Висновок: Таким чином, тип виробництва середньо-серійне, приймаємо групову форму організації виробництва, запускаючи на обробку через кожні 6 днів, величиною по 117шт.

1.2 Аналіз конструкції і технологічності деталі

Деталь «Корпус» призначена для установки зовнішнього кільця підшипника кочення, а також установки ущільнюючого кільця і кришки з прокладкою герметичної установки.

Отвір $\text{Ø}52\text{H}7$ призначений для посадки підшипника, поверхня виконана з високою точністю. Три різьбові отвори $\text{M}8$ виконані для закріплення кришки, яка захищає підшипник від забруднення. Шість кріпильних вух з отворами $\text{Ø}12$ призначені для установки корпусу у вузол. За допомогою поверхні $\text{Ø}70\text{g}6$ корпус центрується та приймає правильну посадку в отвір вузла.

уявлення про конструкцію деталі.

Конструкція деталі така, що дає можливість використання високопродуктивних методів обробки з використанням різального твердосплавного інструменту і підвищених режимів різання.

Вказані на кресленні розміри з допусками і шорсткістю поверхонь зв'язані між собою методом обробки цих поверхонь і додаткових методів обробки не

На операціях механічної обробки використовують такі верстати, які дозволяють отримувати ув'язані між собою допустимі відхилення розмірів, ступінь шорсткості і просторові відхилення по геометричній формі і взаємному розташуванню поверхонь.

Конструкція деталі дає можливість провести безпосереднє вимірювання обробляючих поверхонь. У введенні штучних баз при обробці деталі немає необхідності. В конструкції деталі є зручні базові поверхні.

Форма деталі забезпечує вільний підхід інструменту до всіх поверхонь що обробляються.

1.1.2 Якісний аналіз

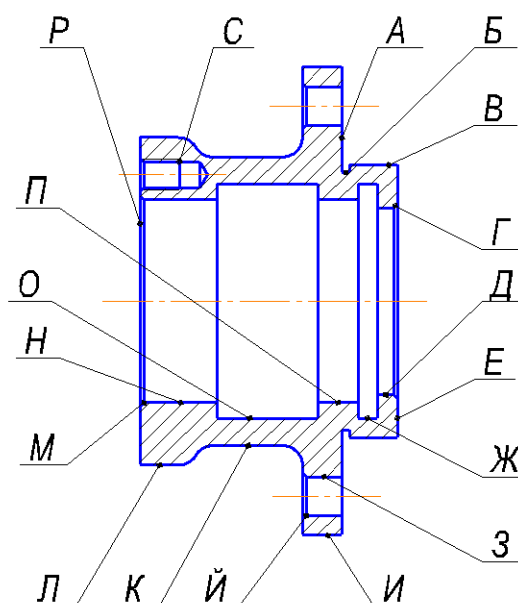


Рисунок 1.1 – Ескіз деталі

Кількісний аналіз

Таблиця 1.2 Данні кількісного аналізу поверхонь деталі

Позначення поверхні	Кількість поверхонь	Кількість уніфікованих елементів	Квалітет точності	Параметр шорсткості, мкм
А	1	+	14	6,3
Б	1	-	14	6,3
В	1	-	7	6,3
Г	1	-	14	6,3
Д	1	+	14	6,3
Е	1	+	14	6,3
Ж	1	+	14	6,3
З	6	+	14	6,3
И	1	+	14	6,3
Й	1	+	14	6,3
К	1	+	14	6,3
Л	1	+	7	1,25
Н	1	+	14	6,3
О	1	+	7	1,25
П	1	+	14	6,3
М	1	+	14	6,3
Р	1	-	14	6,3
С	3	+	14	6,3
	25	14		

Коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів

$$K_{y.e.} = \frac{Q_{y.e.}}{Q_e}; \quad (1.8)$$

де $Q_{(y.e.)}$ - кількість уніфікованих елементів в конструкції;

Q_e - загальна кількість елементів деталі.

$$K_{y.e.} = \frac{14}{18} = 0,77;$$

Так як $K_{(y.e.)} > 0,6$ – деталь по цьому показнику – технологічна.

Коефіцієнт точності обробки

$$K_{T.o} = 1 - \frac{1}{T_{cp}}; \quad (1.9)$$

де T_{cp} - середній коефіцієнт точності обробки

$$T_{cp} = \frac{(n_1 + 2n_2 + 3n_3 + \dots + 19n_{19})}{\sum_{i=1}^{19} n_i} [\text{мкм.}] \quad (1.10)$$

де n_i - число поверхонь деталі, які мають точність відповідну 1...19 там.

$$T_{cp} = \frac{331}{25} = 13,24(\text{мкм})$$

$$K_{T.o} = 1 - \frac{1}{13,24} = 0,93$$

Так як $K_{T.o} > 0,8$ – деталь по цьому показнику технологічна.

Коефіцієнт шорсткості деталі

$$K_{ш} = \frac{1}{Ш_{ср}}; \quad (1.11)$$

де $Ш_{ср}$ - середня шорсткість поверхонь в значеннях параметра R_a , мкм.

$$Ш_{ср} = \frac{(0,01n_1+0,02n_2+...+40n_{13}+80n_{14})}{\sum_{i=1}^{14} n_i} [\text{мкм}]; \quad (1.12)$$

де n_1, n_2, n_{14} , - кількість поверхонь які мають відповід шорсткість (у числовому значенні) параметра R_a , мкм.

$$Ш_{ср} = \frac{152,45}{25} = 6,09(\text{мкм})$$

$$K_{ш} = \frac{1}{Ш_{ср}} = \frac{1}{6,09} = 0,16$$

Оскільки $K_{ш} < 0,32$ – деталь по цьому показнику технологічна.

Висновок: $K_T = 0,93 > 0,8$; $K_y = 0,68 > 0,6$; $K_{ш} = 0,16 < 0,32$ – отже, деталь за кількісними показниками є технологічною.

1.3 Вибір способу виготовлення заготовки

1.3.1 Вибір методів, можливих способів виготовлення заготовки, їх порівняльний аналіз. Визначення 2-х альтернативних варіантів виготовлення заготовки.

За тими ж вихідними даними за табл. 2 [1] вибираємо такі можливі методи лиття:

- Лиття за виплавними моделями

- Лиття в піщано- і форми з механічним формуванням.

табл. 1.3 у – у вигляді табл. 1.4.

Таблиця 1.3 – Кількісна характеристика.

Спосіб лиття	Тип виробництва	Матеріал виливки	Маса виливки, кг	Товщина стінок, мм	Досягнення точності розмірів, квалітет	Шорсткість поверхні	Кеф. використання матеріалу
За виплавним и моделями	Масове, серійне	Високолеговані сталі, жароміцні сплави, кольорові метали і сплави	0,01...135	>0,7			0,85...0,95
В піщано-глинисті форми	Серійне, масове	Чавун, сталь, кольорові метали	10...100	>3	14..17	320..80	0,55..0,70

Таблиця 1.4 – Якісна характеристика.

Спосіб лиття	Суть способу	Переваги	Недоліки	Область застосування
За виплавними моделями	Суть способу лиття за виплавними моделями полягає в тому, що форму, яка є нероз'ємною керамічною вогнетривкою заготовки заливається розплавленим металом. Він заповнює порожнину форми утворюючи її точну копію, що відповідає формі заготовки. Вогнетривка оболонка виготовляється із легкоплавкої речовини, яка вилучається нагріванням	Відсутність роз'єму форми і знакових частин, не роз'ємність моделі забезпечує підвищену точність маси та розмірів вилівка – 11-14 квалітет. Низьку шорсткість Rz = 40 – 10 мкм Високу точність і якість поверхонь що дає змогу замістити	Підвищена температура заливки і застосування попередньо нагрітих форм проводять до зниження механічних властивостей і сприяє утворенню більш глибокого безуглецевого шару на поверхні виливків;	Лопатки турбін, зубчасті колеса, шпунцери, фітінги та інші
Лиття в піщано-глинисті форми	Лиття в піщано-глинисті форми є основним способом одержання виливків із сплавів чорних та кольорових металів. При виготовленні ливарної форми машинним способом використовують металеві модельні плити, які роблять збірними або цільнолитими. В першому випадку модель виготовляють окремо, а потім монтують на плиті, в другому випадку модель і плиту виготовляють як одне ціле. На модельних плитах разом з моделями виливків закріплюють моделі елементів ливникової системи.	Використовуються порівняно дешеві матеріали для виготовлення форм та стержнів, які практично доступні для всіх типів виробництва; обладнання та оснащення значно простіше, ніж при інших способах лиття; собівартість виготовлення заготовок найнижча із усіх способів лиття; можливість виготовлення виливків будь-якої конфігурації з різноманітних ливарних матеріалів та сплавів.	Низька точність форми, розмірів, вза'ємногорозміщення поверхонь, що збільшує об'єм наступної механічної обробки; технологічний процес виготовлення виливків достатньо трудомісткий і особливо важкий при виконанні ручного формування; зайняті значні площі; екологічно брудне виробництво	Втулки, фланці, кришки, станини, корпуси насосів, редукторів, корпуси різних виробів.

1.3.2.1 Розрахунок розмірів заготовки для 2-х варіантів її виготовлення.

Клас розмірної точності:

– Залежно від технологічного процесу лиття, найбільшого габаритного розміру та типу сплаву приймаємо оптимальний для даного типу виробництва.

– Для лиття в піщано-глинясті форми з механічним формуванням ($2,8 - 3,5 \text{ кг/см}^2$), Сталь 20Л для велико-серійного типу виробництва обираємо діапазон значень класу розмірної точності 7т-12.

Приймаємо : 7.

– Для лиття за виплавними моделями клас розмірної точності 5-9.

Приймаємо: 6.

Ступінь жолоблення елементів виливків:

– Залежно від відношення найменшого розміру елемента виливка до найбільшого ($S_{\min}/S_{\max}=10/120$).

– Для лиття в піщано-глинясті форми з механічним формуванням ($2,8 - 3,5 \text{ кг/см}^2$), Сталь 20Л для велико-серійного типу виробництва обираємо діапазон значень ступеня жолоблення виливка 6-9.

Приймаємо : 7

- Для лиття за виплавними моделями, ступінь жолоблення елементів виливка обираємо з діапазону 6-9

Приймаємо: 6

Ступінь точності, поверхонь виливків

Вибирається відповідно до технологічного процесу лиття, найбільшого габаритного розміру виливка ($\emptyset 120$), типу сплаву та наявності термічної обробки.

- Для лиття в піщано-глинясті форми з механічним формуванням ($2,8 - 3,5 \text{ кг/см}^2$), обираємо з діапазона 10-17, а для лиття за виплавними моделями обираємо з діапазона 5-10.

Приймаємо:

для лиття в піщано-глинясті форми з механічним формуванням - 11

для лиття за виплавними моделями - 6

Шорсткість поверхонь виливків

Вибирається згідно із ступенем точності поверхонь виливка.

для лиття в піщано-глинясті форми з механічним формуванням – $Ra = 20.0$;

для лиття за виплавними моделями – $Ra = 6,3.0$;

Клас точності маси виливків

Приймається в залежності від технологічного способу лиття, номінальної

При виборі класу точності маси відсутня інформація про масу виливка.

Тому наближено вона може бути визначена, виходячи із формули:

$$K_{тм} = G_{дет}/G_{вил}[кг] \quad (1.13)$$

$K_{тм}$ – коефіцієнт точності маси заготовки; $G_{дет}$ – маса деталі, кг; $G_{вил}$ – маса виливка, кг.

Тоді маса виливка

$$G_{вил} = G_{дет} / K_{тм} [кг] \quad (1.14)$$

де $G_{дет}$ – вказана на робочому кресленні деталі

$K_{тм} = 0,55 \dots 0,70$ приймаємо $K_{тм}$

$= 0,65$ – в піщано – глинисті форми

$K_{тм} = 0,85 \dots 0,95$, приймаємо $K_{тм}$

$= 0,92$ – за виплавними моделями

$$G_{к} = \frac{G}{K_{тм}} = \frac{0,}{0,65} = 0, \quad (кг)$$

$$G_{т} = \frac{G}{K_{тм}} = \frac{0,}{0,92} = 0, \quad (кг)$$

для лиття в піщано-глинясті форми з механічним формуванням 5т-12, приймаємо – 7

для лиття за виплавними моделями 3-10, приймаємо – 6

Ряд припусків на обробку виливків

Приймається згідно із ступенем точності поверхні. для лиття в піщано-глинясті форми з механічним формуванням обираємо з діапазону (4-7), а для лиття за виплавними моделями (1-4)

Приймаємо:

для лиття в піщано-глинясті форми з механічним формуванням - 6

для лиття за виплавними моделями - 2

Розрахункові розміри для дослідження точності виготовлення заготовок вказані в таблицях, відповідно для лиття в піщано-глинясті форми з механічним формуванням таблиця 2, а для лиття за виплавними моделями таблиця 3.

1.3.2.2Етап. Розрахунок та вибір допусків:

- Допуск на розмірів виливка.

Допуски розмірів виливка вибираються відповідно до номінального розміру деталі та класу розмірної точності виливка.

- Допуск на форму та розміщення виливка.

Допуски форми та розміщення поверхонь виливка (відхилення від прямолінійності, площинності, паралельності, перпендикулярності, заданого профілю) вибираються згідно з номінальним розміром та ступенем жолоблення елементів виливка.

- Допуск на зміщення по площині роз'єму.

Вибирається на рівні класу розмірної точності виливка за номінальним розміром найбільш тонкої із стінок виливка, що виходить на лінію роз'єднання півформ або перетинаючи її.

$$T_{min} = 13,5 \text{ мм.}$$

- Допуск на зміщення через перекіс стержня.

Допуск зміщення, що виникає внаслідок перекосу стержня при формуванні отворів у виливків, приймається на 1, 2 класи точніше класу розмірної точності виливка, за номінальним розміром найбільш тонкої із стінок виливка, що формується з участю стержня при формуванні отворів у виливків, приймається на 1, 2 класи точніше класу розмірної точності виливка, за номінальним розміром найбільш тонкої із стінок виливка, що формується з участю стержня

Приймаємо: клас точності приймаємо 8.

- Допуск нерівностей

Допуск нерівностей (шорсткості) поверхонь виливка вибирається в залежності від ступеня точності поверхонь виливка

- Допуск маси

Допуск маси призначається в залежності від маси виливка та класу точності маси виливка. Допуски маси дані у відсотках від номінальної маси виливка. Оскільки на даному етапі маса виливка поки що невідома, то вона може бути визначена наближено за масою деталі $Q_{дет}$ та коефіцієнтом точності маси заготовки $K_{ТМ}$. Маса заготовки:

$$Q_{заг} = Q_{дет} / K_{ТМ} \text{ [кг]} \quad (1.15)$$

$$K_{ТМ} = 0,55 \dots 0,70$$

$$K_{ТМ} = 0,65 \text{ – для лиття в піщаноглинисті форми}$$

$$K_{ТМ} = 0,85 \dots 0,95,$$

$$K_{ТМ} = 0,92 \text{ для лиття за виплавними моделями}$$

$$G_{к} = \frac{G_{дет}}{K_{ТМ}} = \frac{0,535}{0,65} = 0,823 \text{ (кг)}$$

$$G_{т} = \frac{G_{дет}}{K_{ТМ}} = \frac{0,535}{0,92} = 0,581 \text{ (кг)}$$

- Загальний допуск

Загальний допуск враховує сумарний вплив допуску розміру і допусків форми та розміщення поверхні.

1.3.2.3 Вибір припусків:

- Мінімальний припуск

Мінімальний припуск на обробку поверхонь призначається згідно з рядом припусків. Він для всіх поверхонь виливка однаковий і призначений для усунення нерівностей, дефектів литої поверхні, зменшення шорсткості. Він не забезпечує підвищення точності розмірів та розташування оброблюваної поверхні. Тому для забезпечення названих параметрів необхідно призначити загальний припуск. Для призначення загального припуску на оброблюваній поверхні потрібно знати кількість переходів механічної обробки.

При виборі загальних припусків попереднім етапом є вибір кількості переходів механічної обробки за 2-ма параметрами:

– за точністю оброблюваних поверхонь деталі (згідно з квалітетом точності);

– за точністю форми і взаємного розміщення оброблюваних поверхонь деталі (за допусками форми, взаємного розміщення поверхонь).

Кількість переходів механічної обробки за точністю виконуваних розмірів приймається в залежності від допуску розміру виливка та відношення між допусками розміру деталі і виливка

$$\frac{T_{\text{розм.дет}}}{T_{\text{розм.вил}}} [\text{мм}] \quad (1.16)$$

Для лиття піщано-глинясті і форми з механічним формуванням

$$1) \text{ } \emptyset 84h14 = \frac{0,87}{2,2} = 0,395 - 1 \text{ перехода;}$$

$$2) \text{ } \emptyset 120h14 = \frac{0,87}{2,4} = 0,362 - 1 \text{ перехода}$$

$$3) \text{ } \emptyset 52H7 = \frac{0,03}{2,0} = 0,015 - 4 \text{ перехода;}$$

$$4) \text{ } \emptyset 70g6 = \frac{0,030}{2,2} = 0,013 - 2 \text{ перехода;}$$

$$5) \text{ } \emptyset 48H14 = \frac{0,62}{2,0} = 0,31 - 1 \text{ перехода;}$$

$$6) 14 \left(\pm \frac{it14}{2} \right) = \frac{0,215*2}{1,4} = 0,307 - 1 \text{ перехода;}$$

$$7) 10 \left(\pm \frac{it14}{2} \right) = \frac{0,18*2}{1,2} = 0,3 - 1 \text{ перехода;}$$

$$8) 65 \left(\pm \frac{it14}{2} \right) = \frac{0,37*2}{2,2} = 0,336 - 1 \text{ перехода.}$$

ДЛЯ ЛИТТЯ ЗА ВИПЛАВНИМИ МОДЕЛЯМИ

$$1) \emptyset 84h14 = \frac{0,87}{0,7} = 1,24 - 1 \text{ перехода;}$$

$$2) \emptyset 120h14 = \frac{0,87}{0,8} = 1,08 - 1 \text{ перехода;}$$

$$3) \emptyset 48H14 = \frac{0,62}{0,64} = 0,96 - 1 \text{ перехода;}$$

$$4) \emptyset 52H7 = \frac{0,03}{0,64} = 0,046 - 4 \text{ перехода;}$$

$$5) \emptyset 70g6 = \frac{0,030}{0,70} = 0,042 - 4 \text{ перехода;}$$

$$6) \emptyset 74 \left(\pm \frac{it14}{2} \right) = \frac{0,74*2}{0,7} = 2,4 - 1 \text{ перехода;}$$

$$7) 14 \left(\pm \frac{it14}{2} \right) = \frac{0,215*2}{0,44} = 0,977 - 1 \text{ перехода;}$$

$$8) 10 \left(\pm \frac{it14}{2} \right) = \frac{0,18*2}{0,40} = 0,9 - 1 \text{ перехода;}$$

$$9) 65 \left(\pm \frac{it14}{2} \right) = \frac{0,37*2}{0,70} = 1,05 - 1 \text{ переход;}$$

$$10) 41 \left(\pm \frac{it14}{2} \right) = \frac{0,31*2}{0,64} = 0,968 - 1 \text{ перехода;}$$

$$11) 19 \left(\pm \frac{it14}{2} \right) = \frac{0,29*2}{0,50} = 1,16 - 1 \text{ перехода.}$$

Загальний припуск призначається для усунення похибок розмірів, форми, розташування, нерівностей та дефектів оброблюваної поверхні, що формуються при виготовленні вилівка, та послідовних переходах. Він вибирається в залежності від загального допуску (див. 2 етап проектування), виду остаточної механічної обробки (кількості переходів механічної обробки, див. 3 етап проектування) та ряду

Для лиття піщано-глинясті форми з механічним формуванням р заготовки наступні

- 1) $\emptyset 84 + 2 \times 1,9 = \emptyset 87,8$ (мм);
- 2) $\emptyset 120 + 2 \times 1,9 = \emptyset 123,8$ (мм);
- 3) $\emptyset 52 - 2 \times 3,4 = \emptyset 48,2$ (мм);
- 4) $\emptyset 48 - 2 \times 1,9 = \emptyset 44,2$ (мм);
- 5) $\emptyset 70 + 2 * 1,9 = 73,8$ (мм);
- 5) $14 + 1,9 - 1,9 = 14$ (мм);
- 6) $10 + 2 * 1,9 = 13,8$ (мм);
- 7) $65 + 2 \times 1,9 = 68,8$ (мм).

Для лиття за виплавними моделями розміри заготовки наступні

- 1) $\emptyset 84 + 2 \times 0,7 = \emptyset 85,4$ (мм);
- 2) $\emptyset 120 + 2 \times 0,8 = 121,6$ (мм);
- 3) $\emptyset 52 + 2 \times 1,1 = 54,2$ (мм);
- 4) $\emptyset 48 + 2 \times 0,7 = 49,4$ (мм);
- 5) $\emptyset 70 + 2 * 0,7 = 71,4$ (мм);
- 5) $\emptyset 74 + 2 \times 0,7 = 75,4$ (мм);
- 6) $14 + 0,8 - 0,8 = 14$ (мм);
- 7) $10 + 2 * 0,8 = 11,6$ (мм);
- 8) $65 + 2 * 0,8 = 66,6$ (мм);
- 9) $41 - 2 * 0,8 = 36,8$ (мм);
- 10) $19 + 0,8 - 0,8 = 19$ (мм).

2.3.2.4 Розрахунок розмірів заготовки

1.5– Розрахункові розміри при литті в піщано-глинисті форми

Розрахункові розміри	Ø84h1 4 (-0,87)	Ø120 h14 (-0,87)	Ø52Н7 (+0,03)	Ø48Н14 (+0,62)	14(±0,215)	10(±0,18)	65(±0,37)
Допуски:							
розмірів	2,2	2,4	2,0	2,0	1,4	1,2	2,2
Форми чи розміщення	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Зміщення по площині роз'єму	-	-	-	-	-	-	-
Зміщення через перекіс стержня	-	-	3,2	3,2	-	-	-
Нерівностей маси	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
	10%						
Загальний допуск	2,4	2,4	2,2	2,4	1,8	1,8	2,4
Припуски:							
мінімальний	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Кількість переходів механічної обробки							
за точністю розмірів	1	1	4	1	1	1	1
за відхиленням і форми і взаємного розміщення поверхонь	-	-	-	-	-	-	-
Прийнята кількість переходів	1	1	4	1	1	1	1
Загальний припуск	1,9	1,9	3,4	1,9	1,9	1,9	1,9
Розраховані розміри:	87,8	123,8	48,2	44,2	14	13,8	68,8

1.6 – Розрахункові розміри при литті за виплавними моделями

Розрахункові розміри	Ø84h14 (-0,87)	Ø120h14 (-0,87)	Ø52H7(+0,03)	Ø48H14(+0,62)	Ø74(±0,74)
Допуски:					
розмірів	0,70	0,80	0,64	0,64	0,70
Форми чи розміщення	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Зміщення по площині роз'єму	-	-	-	-	-
Не рівносте маси	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	8,0%				
Загальний допуск	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8
Припуски:					
мінімальний	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Кількість переходів механічної обробки					
за точністю розмірів	1	1	4	1	1
за відхиленнями форми і взаємного розміщення поверхонь	-	-	-	-	-
Прийнята кількість переходів	1	1	4	1	1
Загальний припуск	0,7	0,8	1,1	0,7	0,7
Розраховані розміри:	85,4	121,6	54,2	49,4	75,4

Таблиця 1.7 – Продовження таблиці 1.6

Розрахунко	14 (±0,215)	10(±0,18)	65(±0,37)	41(±0,31)	19(±0,26)
Допуски:					
розмірів	0,44	0,40	0,70	0,64	0,50
Форми чи розміщення	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Зміщення роз'єму	-	-	-	-	-
Не рівностей маси	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
	5,0%				
Загальний допуск	0,70	0,70	0,90	0,90	0,80
Припуски:					
мінімальний	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Кількість переходів механічної обробки					
за точністю розмірів	1	1	1	1	1
за відхиленнями форми і взаємного розміщення поверхонь	-	-	-	-	-
Прийнята кількість переходів	1	1	1	1	1
Загальний припуск	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Розраховані розміри:	14	11,6	66,6	39,8	19

1.3.6 Розрахунок вартості виготовлення заготовки

Розрахунок маси і коефіцієнтів використання матеріалу для обох варіантів заготовки. Остаточний вибір способу виготовлення заготовки визначають порівнювання собівартості виготовлення заготовки. Для цього використаємо формулу для знаходження собівартості:

$$C_{\text{заг.лит}} = \frac{(Q_{\text{заг}} \cdot C_{\text{л}} \cdot K_{\text{T}} \cdot K_{\text{М}} \cdot K_{\text{С}} \cdot K_{\text{В}} \cdot K_{\text{П}})}{1000} - \frac{(Q_{\text{зан}} - Q_{\text{дет}}) \cdot C_{\text{відх}}}{1000} \text{ [грн]}, \quad (1.17)$$

де $C_{\text{л}}$ – базова вартість 1 т заготовки, грн.;

$K_{\text{T}}, K_{\text{М}}, K_{\text{С}}, K_{\text{В}}, K_{\text{П}}$ – коефіцієнти, що залежать відповідно від класу точності вилівка, марки матеріалу, група складності маси і об'єму виробництва заготовки.

Базова вартість 1 т заготовки:

Для лиття в піщано-глинисті форми з механічним формуванням $C_{\text{л}} = 54600$ грн;

Для лиття за виплавними моделями $C_{\text{л}} = 112000$ грн;

Вибираємо коефіцієнти для розрахунку:

для лиття в піщано-глинисті форми з механічним формуванням:

$$K_{\text{T}} = 1,05; K_{\text{М}} = 1,26; K_{\text{С}} = 1; K_{\text{В}} = 1,0; K_{\text{П}} = 1.$$

для лиття за виплавними моделями

$$K_{\text{T}} = 1,0; K_{\text{М}} = 1,26; K_{\text{С}} = 1; K_{\text{В}} = 0,62; K_{\text{П}} = 1,23.$$

Знайдемо собівартість лиття заготовки:

для лиття в піщано-глинисті форми з механічним формуванням:

$$\begin{aligned} C_{\text{заг.лит}} &= \frac{(0,823 \cdot 54600 \cdot 1,05 \cdot 1,26 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1)}{1000} - \frac{(0,823 - 0,535) \cdot 1225}{1000} \\ &= 59,09(\text{грн}) \end{aligned}$$

для лиття за виплавними моделями:

$$\begin{aligned} C_{\text{заг.лит}} &= \frac{(0,581 \cdot 112000 \cdot 1 \cdot 1,26 \cdot 1 \cdot 0,62 \cdot 1,23)}{1000} - \frac{(0,581 - 0,535) \cdot 1225}{1000} \\ &= 62,47(\text{грн}) \end{aligned}$$

Для прийняття остаточного рішення потрібно до вартості виготовлення заготовки, додати технологічну собівартість оброблення заготовки.

$$C = C + \sum C \quad [\quad], \quad (1.18)$$

де $\sum C$ – технологічна собівартість виконання тих операцій, якими відрізняються маршрути механічної обробки деталі внаслідок виготовлення заготовки

$$\sum C = C_{п.-з.} \cdot T_{шт-к(шт)} / \quad в [\quad], \quad (1.19)$$

де $C_{п.-з.}$ – годинні витрати, при попередніх розрахунках.

$T_{шт-к(шт)}$ – штучно-калькуляційний чи штучний час на операцію.

$T_{шт-к(шт)}$ – будемо визначати наближено, згідно із формулою

Заготовка яка виготовлена методом лиття в піщано-глинястих формах з машинним формуванням, відрізняється від заготовки яка виготовлена литтям за виплавними моделями, тим що:

- у першому випадку лиття внутрішнього отвору з правого та лівого торцю не
- зовнішній діаметр у першому випадку не було вилито, на відміну від другого способу;
- зовнішні шість вух у першому випадку не було вилито, на відміну від другого способу

Даний аналіз показав що для того щоб виготовити деталь із заготовки яка виготовлена першим способом потрібно виконати на шість механічних обробок більше ніж під час виготовлення деталі із другої заготовки.

1.4 Розробка маршруту механічної обробки

Одним із найбільш відповідальних питань проектування технологічних процесів механічної обробки деталі є призначення технологічних баз. Від заданих конструктором, правильність розміщення оброблюваних поверхонь, обробки заготовок.

1.4.1 Вибір чистових та чорнових технологічних баз

Вихідними даними при виборі баз є:

- робоче креслення деталі;
- технічні умови на її виготовлення;
- вид заготовки і стану її поверхонь;
- бажаний ступінь автоматизації.

Перед вибором баз для конкретної операції необхідно чітко сформулювати задачі, які повинні бути вирішені в результаті виконання операції. Ці задачі формуються із вимог креслення і технічних вимог на виготовлення деталі.

В даному випадку при виборі чорнових баз ми вирішуємо задачу зняття мінімального припуску на циліндричній поверхні $\varnothing 70g6$.

Чистовими базами на другій операції є циліндрична поверхня $\varnothing 52H7$, і правий торець. Забезпечуючи при цьому зняття припусків з торців деталі та центрування отворів – підготовка чистових технологічних баз.

Чорновими технологічними базами є центрувальні отвори.

Потрібно проаналізувати і визначити похибки базування, які виникають на кожній з операцій. Спочатку потрібно проаналізуват

Операція 005 (Рис. 1.2)

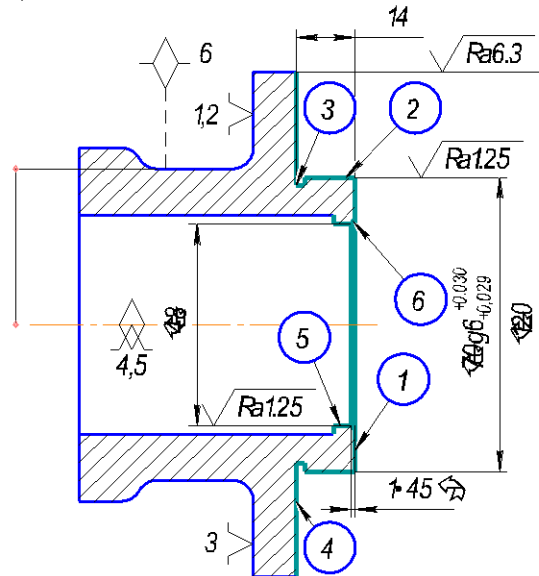


Рисунок 1.2 – Схема чистових технологічних баз (операція 010)

Похибка базування на розміри:

$\varepsilon_{\varnothing 52H7} = 0$ (діаметральний розмір);

$\varepsilon_{\varnothing 70g6} = 0$ (діаметральний розмір);

На решту розмірів похибка $\varepsilon_6 = 0$, (обробка виконується з одного установа);

Операція 010 (Рис. 1.3)

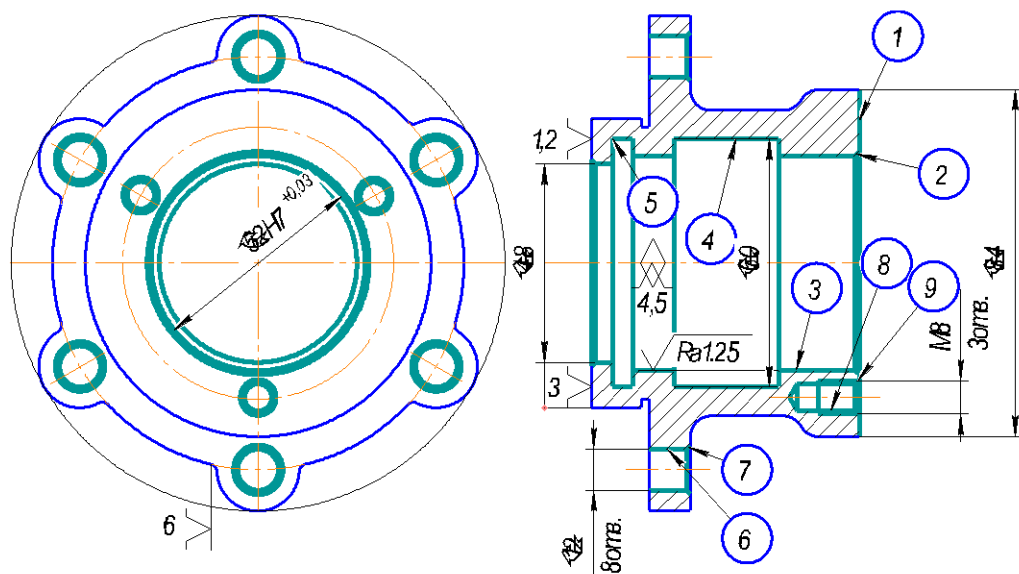


Рисунок 1.3 – Схема чистових технологічних баз (операція 010)

Похибка базування на розміри:

$\varepsilon_{\phi_{H7}} = 0$ (діаметральний розмір);

$\varepsilon_{\phi_{48}} = 0$ (діаметральний розмір);

На решту розмірів похибка $\varepsilon_{\phi} = 0$, (обробка виконується з одного установа);

Операція 015 (Рис. 1.4)

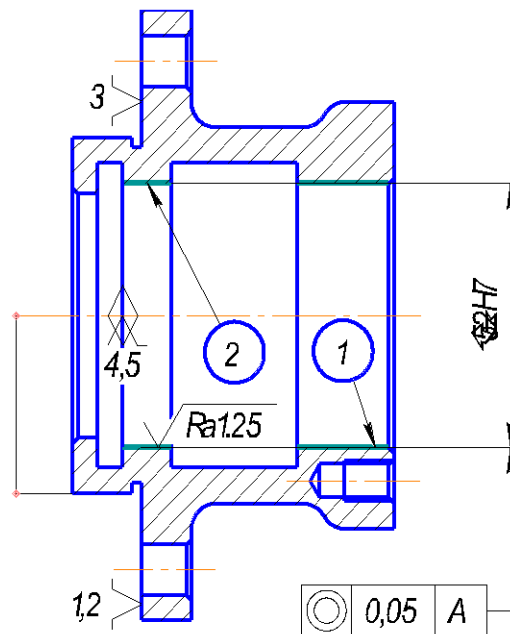


Рисунок 1.4 – Схема чистових технологічних баз (операція 015)

Похибка базування на розміри:

$\varepsilon_{\phi_{H7}} = 0$ (діаметральний розмір);

Похибка базування співвісності отвору ϕ_{52H7} відносно бази А рівна нулю, оскільки виконується принцип співпадання вимірювальної і технологічної баз.

Операція 020 (Рис. 1.5)

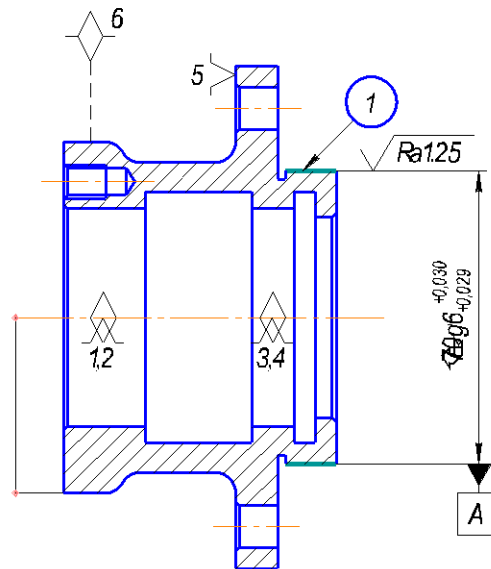


Рисунок 1.5 – Схема чистових технологічних баз (операція 020)

$\varepsilon_{\varnothing 70g6} = 0$ (діаметральний розмір);

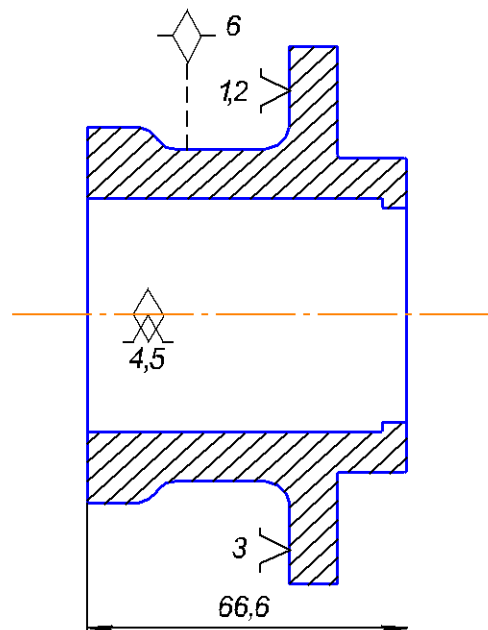
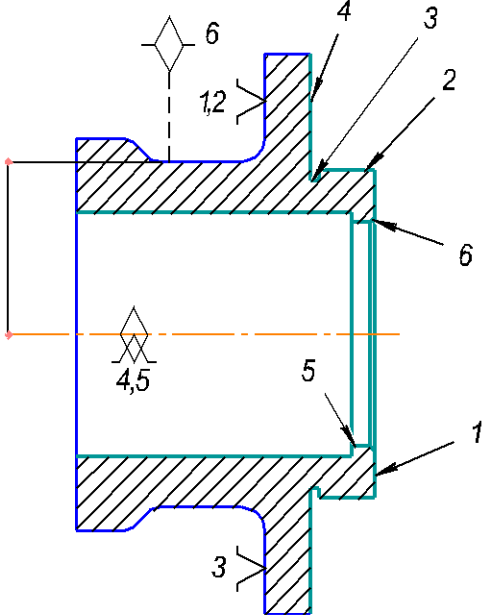
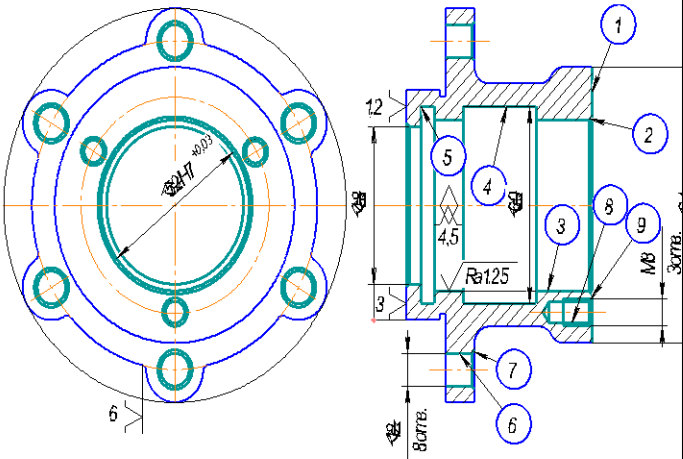


Рисунок 1.6 – Схема чистових технологічних баз (операція 005)

1.4.3 Проектування маршруту механічної обробки з розробкою змісту операцій, попереднім вибором верстатів та зображенням схем базування

Спроектовано маршрут два варіанти маршруту механічної обробки деталі «Корпус 01.032», які представлені у таблиці 1.12, 1.13.

Таблиця 1.8 – Проектування маршруту механічної обробки

№	Зміст операцій і переходів	Ескіз та схема установки	Тип
005	<p><u> </u>-револьверна з ЧПК</p> <p>1.Встановити і закріпити</p> <p>2.Підрізати торець 1 $\varnothing 70g6$однократно;</p> <p>3.Точити по контуру пов. $2\varnothing 70g6$ однократно та 4 $\varnothing 120$попередньо;</p> <p>4.Точити пов. 4 $\varnothing 120$ попередньо;</p> <p>5. Точити пов. 4 $\varnothing 120$ остаточно;</p> <p>6. Точити канавку 3 $\varnothing 33$ однократно;</p> <p>7. Розточити пов. 5 $\varnothing 48$ однократно;</p> <p>8. Розточити фаску 6 $1 \times 45^\circ$ однократно;</p> <p>9. Точити пов. 2 $\varnothing 70g6$остаточно;</p> <p>10.Зняти деталь.</p>		Токарно-револьверний верстат 1П420ПФ30
010	<p><u>Токарно-револьверна з ЧПК</u></p> <p>1.Встановити і закріпити деталь;</p> <p>2.Підрізати торець 1 $\varnothing 81$ однократно;</p> <p>3.Розточити пов. 3 $\varnothing 52H7$ попередньо;</p> <p>4.Розточити пов. 4 $\varnothing 60$ однократно;</p> <p>5. Розточити пов. 5 $\varnothing 60$ однократно;</p> <p>6. Розточити пов. 3 $\varnothing 52H7$ попередньо;</p> <p>7. Розточити фаску $2 \times 45^\circ$ однократно;</p> <p>8.Центрувати 6 отв. 6 $\varnothing 12$ та 3 отв. 8 M8 ;</p> <p>9.Свердлити 6 отворів $6\varnothing 12$;</p> <p>10.Свердлити 3 отвори 8 M8;</p> <p>11.Нарізати різь M8 в 3 отворах 9;</p> <p>12. Зенкерувати 6 фасок $\varnothing 12$ та 3 фаски 9 M8;</p> <p>13.Розточити отв. 3 $\varnothing 52H7$ остаточно;</p> <p>14.Зняти деталь.</p>		Токарний багатощільовий напівавтомат 1П420ПФ40

9 – продовження таблиці 1.8

015	<p><u>Токарна з ЧПК</u></p> <p>1. Встановити і закріпити</p> <p>2. Розточити отвори 1 та $\varnothing 52H7$ остаточно;</p> <p>3. Зняти деталь.</p>		Токарний верстат з ЧПК МК6101Ф3
020	<p><u>Токарна з ЧПК</u></p> <p>1. Встановити і закріпити деталь;</p> <p>2. Точити пов. 1 $\varnothing 70g$ боднократно;</p> <p>3. Зняти деталь.</p>		Токарний верстат з ЧПК МК6101Ф3

1.4.4 Розмірний аналіз технологічного процесу

Вибір розташування технологічних розмірів

Технологічні розміри доцільно розміщувати таким чином, щоб вони співпадали з конструкторськими. В таких випадках немає потреби проводити додаткові розрахунки для визначення технологічних розмірів. Це можливо тоді, коли технологічні бази співпадають з вимірювальними або поверхні, між якими заданий конструкторський розмір оброблюється на одній операції.

В решті випадків технологічні розміри необхідно проставляти від технологічних баз і при побудові розмірних ланцюгів, ці розміри будуть складовими ланками. Розмір, що буде отриманий в ході виконання операції буде замикаючою ланкою.

1.4.4.1 Попереднє визначення допусків технологічних розмірів

Допуски на технологічні розміри призначаються згідно довідника [9, 10], для відповідного розміру за відповідним квалітетом, всі поверхні деталі, що розглядаються, мають 14 квалітет, а заготовка виконується 14 квалітету.

Таблиця 1.10– допуски технологічних розмірів

	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7	B_8	B_9	Z_1	Z_2	Z_3
Попередн і значення допусків	0,125	0,125	0,125	0,74	0,52	0,62	0,52	0,32	0,32	1,1	1,1	0,8

1.4.4.2 Розмірна схема технологічного процесу

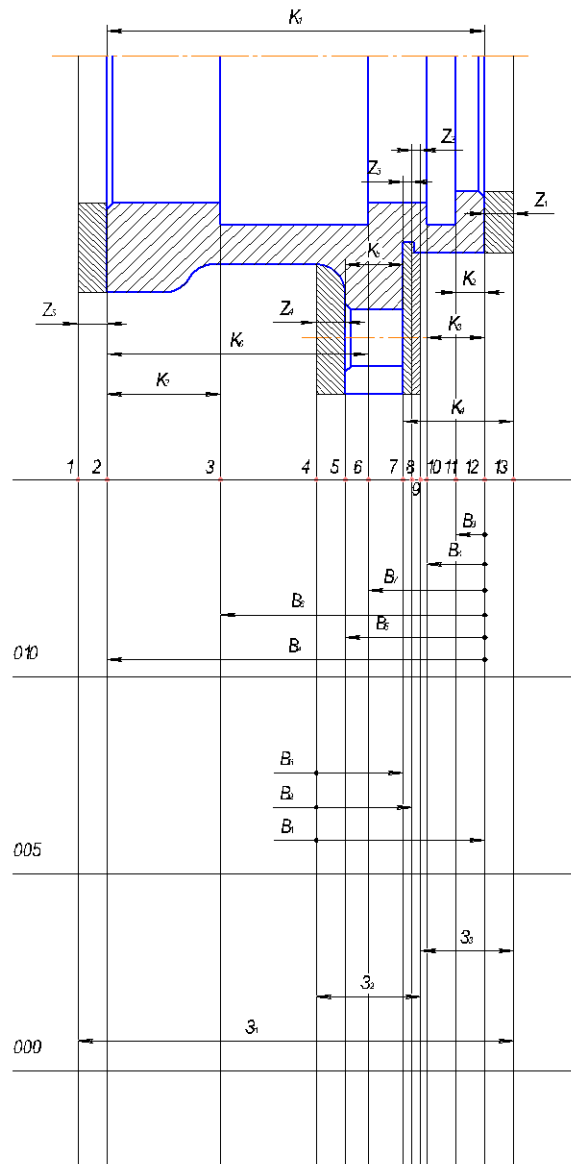


Рисунок 1.7 – розташування технологічних розмірів

1.4.4.3 Похідний, вихідний граф-дерева, суміщений граф

Граф, складений із технологічних розмірів $B_1 B_2 \dots$ і розмірів заготовки $3_1 3_2 3_3$ називається похідним графом.

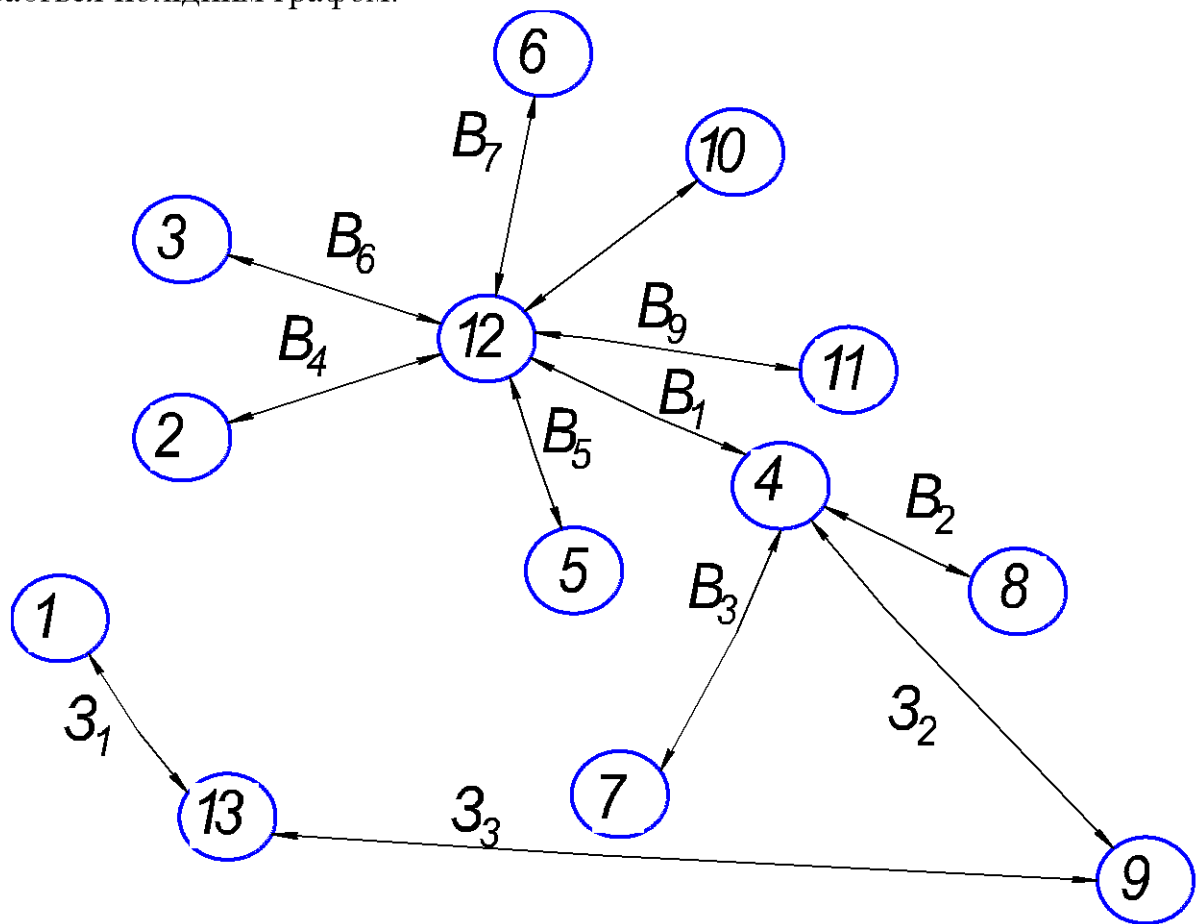


Рисунок 1.8– Похідний граф-дерево

Граф, складений із конструкторських розмірів $K_1 K_2 \dots$ і припусків називається вихідним графом (деревом).

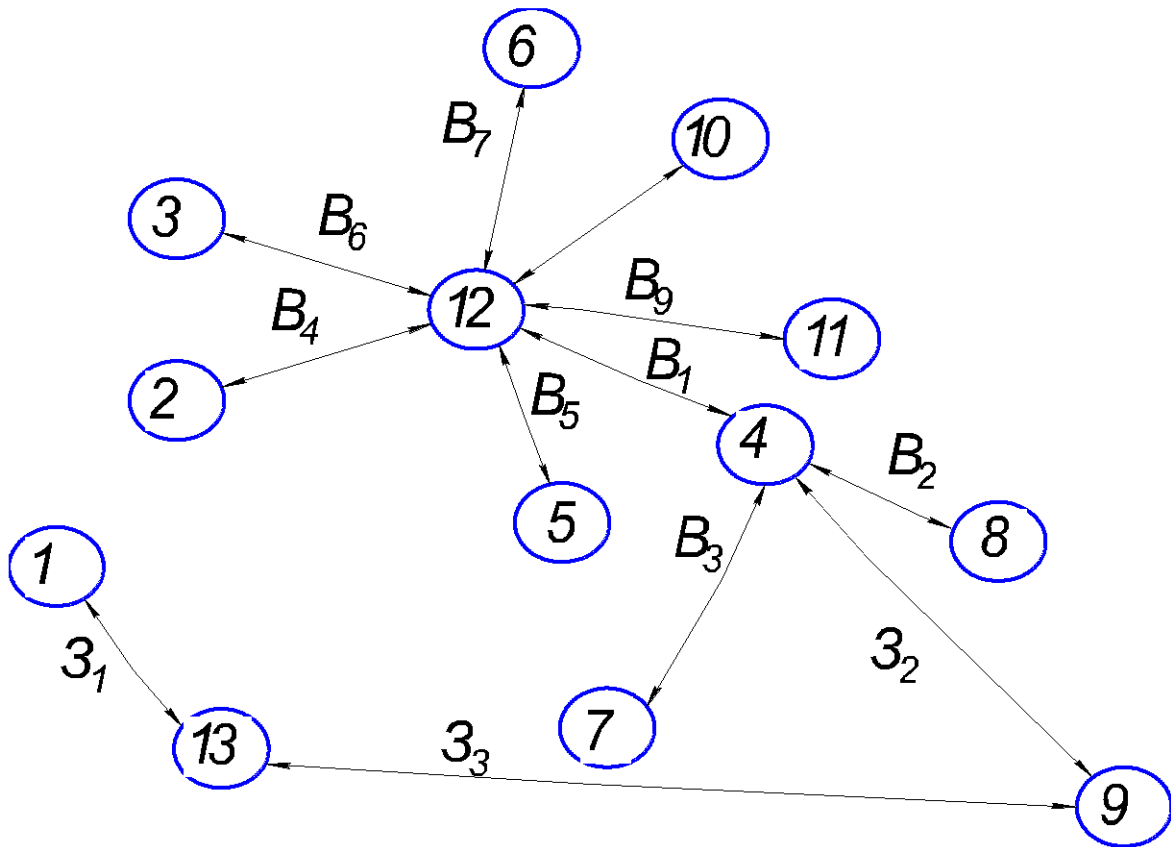


Рисунок 1.9– Вихідний граф-дерево

Суміщений граф являє собою графічне зображення ТП механічної обробки.

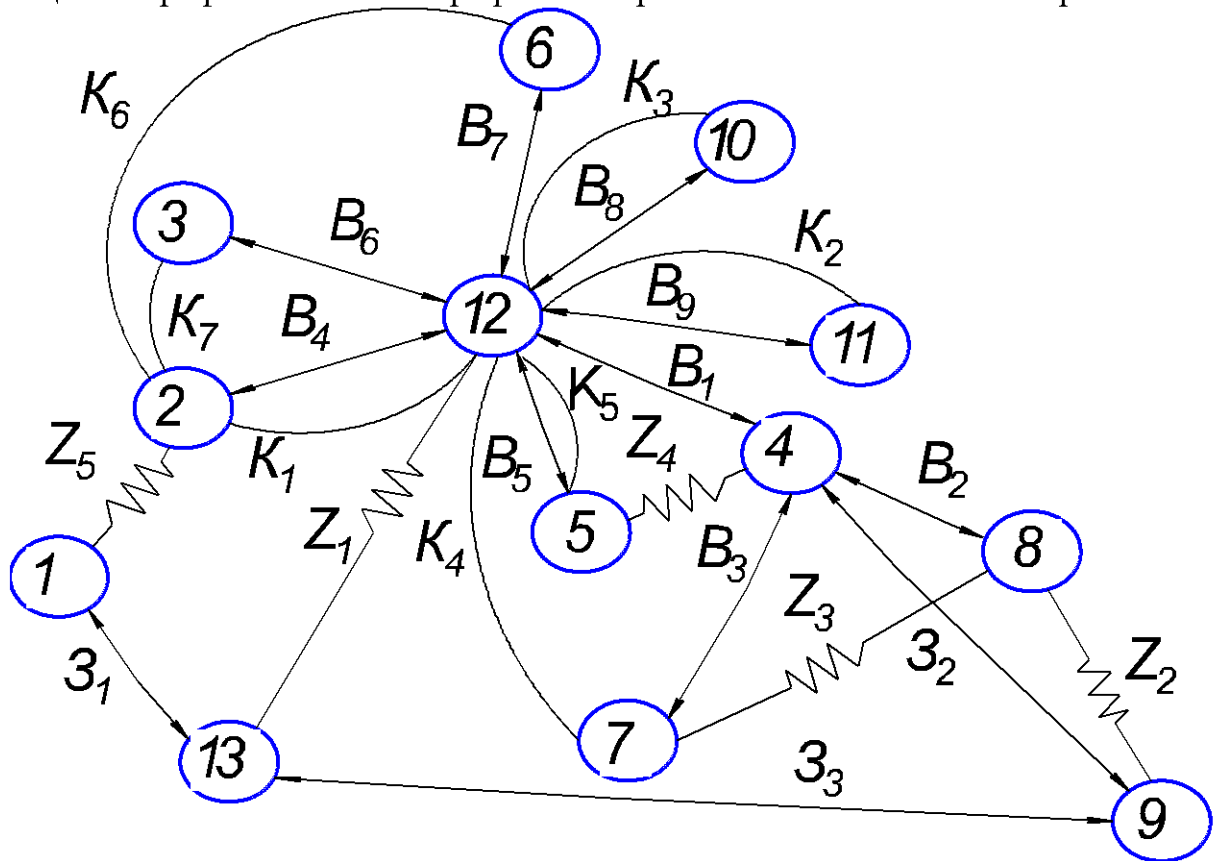


Рисунок 1.10 – Суміщений граф-дерево

проміжних мінімальних припусків на механічну обробку плоских поверхонь

Проміжні мінімальні припуски визначаємо нормативним способом згідно довідниковими даними:

Таблиця 1.11 – Проміжні мінімальні припуски на механічну обробку

Призначення припуску	Спосіб обробки, під час виконання якої знімається припуск	Кількісне значення мінімального припуску, мм
Z_1	Однократне точіння	1,5
Z_2	Попереднє точіння	1,8
Z_3	Однократне точіння	1,8
Z_4	Однократне точіння	1,8
Z_5	Однократне точіння	1,8

1.4.4.5 технологічних розмірних ланцюгів

Таблиця 1.12 – рівнянь технологічних розмірних ланцюгів

№	Розрахункові рівняння	Вихідні рівняння	Невідома ланка
1	$B_4 - K_1 = 0$	$B_4 = K_1$	B_4
2	$B_8 - K_3 = 0$	$B_8 = K_3$	B_8
3	$B_9 - K_2 = 0$	$B_9 = K_2$	B_9
4	$B_5 - K_5 = 0$	$B_5 = K_5$	B_5
5	$B_4 - K_7 - B_6 = 0$	$B_6 = B_4 - K_7$	B_6
6	$B_4 - K_6 - B_7 = 0$	$B_7 = B_4 - K_6$	B_7
7	$B_3 - Z_4 - B_5 = 0$	$B_3 = B_1 - B_5 + K_5$	B_3
8	$B_2 - Z_3 - B_3 = 0$	$B_2 = B_3 + Z_3$	B_2
9	$B_1 - K_4 - K_5 = 0$	$B_1 = B_5 + Z_4$	B_1
10	$Z_2 - Z_2 - B_2 = 0$	$Z_2 = B_2 + Z_2$	Z_2
11	$Z_3 - B_1 + Z_2 - Z_1 = 0$	$Z_3 = B_1 - Z_2 + Z_1$	Z_3
12	$Z_1 - Z_5 - B_4 - Z_1 = 0$	$Z_1 = Z_3 + Z_2 - B_1 - B_4 + Z_5$	Z_1

1.4.4.6 Визначення технологічних розмірів, розмірів вихідної заготовки, максимальних припусків, корекція (за необхідністю) допусків технологічних розмірів і (або) маршруту механічної обробки

$$1. B_4 - K_1 = 0;$$

$$B_{4 \max} = K_{1 \max} = 65 \text{ (мм)};$$

$$B_{4 \min} = B_{4 \max} - T(B_4) = 65 - 0,74 = 64,26 \text{ (мм)};$$

$$B_4 = 65 \pm 0,37 \text{ (мм)}.$$

$$2. B_8 - K_3 = 0;$$

$$B_{8 \min} = K_{3 \min}$$

$$B_{8 \max} = B_{8 \min} + T(B_8) = 10 + 0,36 = 10,36 \text{ (мм)};$$

$$B_8 = 10 \pm 0,18 \text{ (мм)};$$

$$3. B_9 - K_2 = 0;$$

$$B_{9 \min} = K_{2 \min}$$

$$B_{9 \max} = B_{9 \min} + T(B_9) = 5 + 0,3 = 5,3 \text{ (мм)}$$

$$B_9 = 5 \pm 0,15 \text{ (мм)};$$

$$4. B_5 - K_5 = 0;$$

$$B_{5 \min} = K_{5 \max}$$

$$B_{5 \max} = B_{5 \min} + T(B_5) = 24 + 0,52 = 24,52 \text{ (мм)};$$

$$B_5 = 24 \pm 0,26 \text{ (мм)};$$

$$5. B_4 - K_7 - B_6 = 0;$$

$$B_{6 \min} = B_{4 \min} - K_{7 \max} = 65,37 - 19,8 = 45,57 \text{ (мм)};$$

$$B_{6 \max} = B_{6 \min} + T(B_6) = 45,57 + 0,25 = 45,82 \text{ (мм)};$$

$$B_6 = 45,82 \pm 0,125 \text{ (мм)};$$

$$6. B_4 - K_6 - B_7 = 0;$$

$$B_{7 \min} = B_{4 \max} - K_{6 \min} = 65,37 - 45,31 = 20,06 \text{ (мм)};$$

$$B_{7 \max} = B_{7 \min} + T(B_7) = 20,06 + 0,25 = 20,31 \text{ (мм)};$$

$$B_7 = 20,06 \pm 0,125 \text{ (мм)};$$

$$7. B_3 - Z_4 - B_4 = 0;$$

$$B_{3 \min} = B_{4 \max} + Z_{4 \min} = 65,37 + 1,8 = 67,17 \text{ (мм)};$$

$$B_{3 \max} = B_{3 \min} + \quad 3) = 67,17 + 0,25 = 67,42 \text{ (MM)};$$

$$B_3 = 67,17 \pm 0, \quad \text{(MM)};$$

$$Z_{4 \max} \quad 3 \max - B_{4 \min} = 67,42 - 64,26 = 3,1 \text{ (MM)};$$

$$8. B_2 - Z_3 - B_3 = 0;$$

$$B_{2 \min} = B_{3 \max} + Z_{3 \min} = 67,17 + 1,8 = 68,97 \text{ (MM)};$$

$$B_{2 \max} = B_{2 \min} + T(B_2) = 68,97 + 0,25 = 69,22 \text{ (MM)};$$

$$B_2 = 69,97 \pm 0,125 \text{ (MM)};$$

$$Z_{3 \max} = B_{2 \max} - B_{3 \min} = 69,22 - 67,17 = 2,05 \text{ (MM)};$$

$$9. B_1 - K_4 - K_5 = 0;$$

$$B_{1 \min} = B_{5 \min} - Z_{4 \max} = 24 + 1,8 = 22,2 \text{ (MM)};$$

$$B_{1 \max} = B_{1 \min} + T(B_1) = 22,2 + 0,25 = 22,45 \text{ (MM)};$$

$$B_7 = 24 \pm 0,125 \text{ (MM)};$$

$$10. 3_2 - Z_2 - B_2 = 0;$$

$$3_{3 \min} = B_{2 \max} - Z_{2 \min} = 69,22 - 1,8 = 67,42 \text{ (MM)};$$

$$3_{3 \max} = 3_{3 \min} + T(3_3) = 23,855 + 1,6 = 25,455 \text{ (MM)};$$

$$3_3 = 24,655 \pm 0,8 \text{ (MM)};$$

$$Z_{6 \max} = B_{1 \max} - 3_{3 \min} + B_{8 \min} = 97,675 - 23,855 - 71,02 = 2,8 \text{ (MM)};$$

$$11. 3_1 - B_1 + 3_2 - Z_1 = 0;$$

$$3_{2 \min} = B_{1 \max} + Z_{1 \min} = 98,025 + 1,5 = 99,525 \text{ (MM)};$$

$$3_{2 \max} = 3_{2 \min} + T(3_2) = 99,525 + 2,2 = 101,725 \text{ (MM)};$$

$$3_2 = 100,625 \pm 1,1 \text{ (MM)};$$

$$Z_{1 \max} = 3_{1 \max} - B_{1 \min} = 101,725 - 97,675 = 4,05 \text{ (MM)};$$

$$12. 3_1 - 3_2 - B_2 - Z_1 = 0;$$

$$3_{2 \min} = 3_{1 \max} - B_{2 \min} - Z_{1 \min} = 101,725 - 39,675 - 1,5 = 60,55 \text{ (MM)};$$

$$3_{2 \max} = 3_{2 \min} + T(3_2) = 60,55 + 2,2 = 62,75 \text{ (MM)};$$

$$3_3 = 61,65 \pm 1,1 \text{ (MM)};$$

$$Z_{1 \max} = 3_{1 \max} - B_{1 \min} = 101,725 - 97,675 = 1,1 \text{ (MM)}.$$

Таблиця 1.13 – Значення технологічних розмірів

розміру	розмірів		к	Номинальний розмір	Значення розміру	
	мін.	макс.			У тех. документ-ації	На кресленні
B ₁	22,2	22,45	0,25	22,45	22,45 ± 0,125	-
B ₂	68,97	69,22	0,25	69,97	69,97 ± 0,125	-
B ₃	67,17	67,42	0,25	67,17	67,17 ± 0,125	-
B ₄	64,26	65	0,74	65	65 ± 0,37	-
B ₅	24	24,52	0,52	24	24 ± 0,26	-
B ₆	45,57	45,82	0,25	45,82	45,82 ± 0,125	-
B ₇	20,06	20,31	0,25	20,06	20,06 ± 0,125	-
B ₈	10	10,36	0,36	10	10 ± 0,18	-
B ₉	5	5,3	0,3	5	5 ± 0,15	-
З ₁	20,95	23,17	1,6	24,655	-	24,655 ± 0,8
З ₂	20,95	23,17	2,2	22,5	-	22,57 ± 1,1
З ₃	66,6	67,02	2,2	66,6	-	66,6 ± 1,1

1.4.5 Визначення припусків і технологічних розмірів на механічну обробку циліндричних поверхонь

Визначення розрахунково-аналітичним методом мінімальних проміжних припусків на механічну обробку циліндричної поверхні Ø52H7, технологічних розмірів і розмірів вихідної заготовки

Заготовка — Лиття по виплавним моднлям. Допуск діаметрального розміру у вихідній заготовці складає 0,62 мм.

Технологічний маршрут обробки поверхні Ø52H7 складається з трьох переходів — чорного, напівчистового, чистового.

Визначимо елементи мінімального припуску для всіх переходів обробки

Визначення значень R і T проводимо відповідно до рекомендацій, враховуючи, що для заготовки дані параметри рівні 200 і 150 . При попередньому розточуванні

приймаємо $R_z=T=50$ мкм, а при остаточному розточуванні $R_z=20$ мкм, $T=25$ мкм, при тонкому – $R_z=5$ мкм, $T=10$

$$\sqrt{\rho_{\text{вход}}^2 + \rho_{\text{зм}}^2} \quad [\quad] \quad (1.20)$$

$$\rho = \delta(16) = \quad (\quad);$$

$$\rho = \sqrt{(\Delta_k \cdot D)^2 + (\Delta_k \cdot L)^2} = \sqrt{(0.8 \cdot 52)^2 + (0.8 \cdot 16)^2} = 43.5(\text{мкм})$$

де Δ_k - питома кривизна і дорівнює 0.8 мкм/мм.

$$\rho_3 = \sqrt{43,5^2 + 180^2} = 185 \text{ (мкм)}$$

При подальших переходах механічної обробки:

$$\rho_n = k \cdot \rho_{n-1} \text{ [мкм]} \quad (1.21)$$

$$\rho_2 = 0,06 \cdot 185 = 11,1(\text{мкм})$$

$$\rho_3 = 0,06 \cdot 11,1 = 0,6(\text{мкм})$$

$$\rho_3 = 0,05 \cdot 0,6 = 0,03(\text{мкм})$$

На основі отриманих вище даних проводимо розрахунок мінімальних значень між операційних припусків, користуючись формулою:

$$2Z_{\min} = 2 \left(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right), [\text{мкм}] \quad (1.22)$$

ε_i – похибка установки при чорновому точінні

Похибка установки при попередньому точінні:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_0^2 + \varepsilon_3^2}, \text{ [мкм]} \quad (1.23)$$

де ε_{δ} – похибка базування;

ε_3 – похибка закріплення.

При обробці даної поверхні $\varepsilon_{\delta} = 0$, $\varepsilon_3 = 120$

$$\varepsilon_1 = \sqrt{0 + 120^2} = 120 \text{ (МКМ)}.$$

ε_2 – похибка установки при чистовому точінні.

$$\varepsilon_2 = 0.05 \cdot \varepsilon_1 \text{ (МКМ)};$$

$$\varepsilon_2 = 0.05 \cdot 120 = 6 \text{ (МКМ)}.$$

Мінімальний припуск

Попереднє розточування:

$$2Z_{1\min} = 2(200 + 150 + \sqrt{185^2 + 120^2}) = 2 \cdot 570 \text{ (МКМ)}.$$

Остаточне розточування:

$$2Z_{2\min} = 2(50 + 50 + \sqrt{11,1^2 + 120^2}) = 2 \cdot 220 \text{ (МКМ)}.$$

Остаточне розточування:

$$2Z_{3\min} = 2(25 + 20 + \sqrt{0,6^2 + 6^2}) = 2 \cdot 51 \text{ (МКМ)}.$$

Розрахункові розміри

При остаточному розточуванні маємо отримати розмір вказаний на кресленні:

$$D = 52,03 \text{ мм}.$$

Наступні розміри отримуємо послідовним відніманням розрахункового мінімального припуску кожного технологічного переходу. Таким чином отримуємо:

для остаточного розточування:

$$D_1 = 52,03 - 2 \cdot 51 = 51,928 \text{ (мм)}.$$

для попереднього розточування:

$$D_2 = 51,928 - 2 \cdot 220 = 51,488 \text{ (мм)}.$$

для попереднього розточування:

$$D_3 = 51,488 - 2 \cdot 570 = 50,348 \text{ (мм)}.$$

Значення допусків кожного переходу приймаються по таблицям відповідно до квалітету того чи іншого виду обробки:

Для остаточного розточування допуск складає 46 мкм, відповідно для 78квалітету, для попереднього розточування допуск складає 120 мкм, відповідно для 10 квалітету; для попереднього розточування, відповідно для 9 квалітету, допуск складає 300 мкм та для заготовки, що має 14 квалітет точності, допуск складає 620 мкм.

Максимальні граничні розміри отримуються по розрахунковим розмірам заокругленим до точності допуску відповідного переходу.

Мінімальні граничні розміри визначаються шляхом віднімання від найбільших граничних розмірів допусків відповідних переходів.

Тобто:

$$D_3 = 51,488 - 0,300 = 51,188 \text{ (мм)};$$

$$D_2 = 51,928 - 0,120 = 51,808 \text{ (мм)};$$

$$D_1 = 52,03 - 0,03 = 52 \text{ (мм)}.$$

для заготовки

$$D_4 = 50,348 - 0,620 = 49,728 \text{ (мм)}.$$

Мінімальні граничні значення припусків Z_{\min} рівні різниці найбільших граничних розмірів виконуваного і попереднього переходів, а максимальне значення Z_{\max} – відповідно різниця найменших граничних розмірів.

Отже, для остаточного розточування:

$$2Z_{\min 3} = 52,03 - 51,928 = 0,102 \text{ (мм)} ;$$

$$2Z_{\max 3} = 52 - 51,808 = 0,192 \text{ (мм)}.$$

для попереднього розточування:

$$2Z_{\min 2} = 51,928 - 51,488 = 0,44 \text{ (мм)};$$

$$2Z_{\max 2} = 51,808 - 51,188 = 0,62 \text{ (мм)}.$$

для попереднього розточування:

$$2Z_{\min 1} = 51,488 - 50,348 = 1,14 \text{ (мм)};$$

$$2Z_{\max 1} = 51,188 - 49,728 = 1,46 \text{ (мм)}.$$

Таблиця 1.14 – Розрахунок припусків та граничних розмірів по технологічним переходам на обробку отво $\varnothing 52H7$

Технологічні поверхні $\varnothing 52H7$	мкм				Розраху нковий припуск $2Z_{\min}$	Розрахунко D_p	Допуск, δ , мм	Граничний Розмір		Граничні значення припусків	
	R_z	T	ρ	ϵ				D_{\min}	D_{\max}	$2Z_{\max}$	$2Z_{\min}$
	150	200	185	-	-	50,348	0,62	49,728	50,348	-	-
розточування попереднє	50	50	11,1	120	2·570	51,488	0,30	51,188	51,488	1,46	1,14
розточування попереднє	50	50	1,90	120	2·220	51,928	0,12	51,808	51,928	0,62	0,44
розточування остаточне	20	25	0,03	6	2·51	52,03	0,046	52	52,03	0,192	0,102
Всього										2,272	1,682

Мінімальні проміжні припуски на обробку інших циліндричних поверхонь деталі вибираємо за допомогою дослідно-статистичного (нормативного) методу. Вибрані значення мінімальних припусків записуємо у таблицю 1.15. У цю ж таблицю записуємо розрахунковий розмір, допуски і граничні значення технологічних розмірів і розмірів вихідної заготовки, граничні значення припусків.

Таблиця 1.16 — Припуски і технологічні розміри на механічну обробку циліндричної поверхні $\varnothing 70g6(+0.03)$

Технологічні переходи поверхні $\varnothing 70g6$	Мінімаль ний припуск, $2Z_{\min}$	Розрахунко d_p	Допуск, T мкм	Граничний Розмір		Граничні значення припусків	
				d_{\min}	d_{\max}	$2Z_{\max}$	$2Z_{\min}$
заготовка	-	70.684	2000	71.684	71.684	-	-
точіння попереднє	2*636	70.412	500	70.412	70.912	2*2.772	2*1.272
точіння остаточне	2*221	70.03	300	69.97	70.3	2*612	2*0,442
Всього						2*3.384	2*1.714

1.4.6 Визначення режимів різання (аналітичним способом) при різних методах механічної обробки поверхні.

Операція 010

Режими обробки деталі – найважливіший фактор протікання технологічного процесу. Режим різання металу містить такі основні елементи:

глибина різання t , мм;

подача s , мм/об;

швидкість різання v , м/хв (частота обертання шпинделя верстата n , об/хв, або число подвійних ходів n , подв. х/хв).

Елементи режимів різання повинні підбиратися так, щоб досягти бажаної продуктивності праці при найменшій собівартості операції. Ця вимога досягається використанням інструмента раціональної конструкції (правильно підібраний матеріал ріжучої частини, найвигідніша геометрія, достатня міцність і жорсткість), а також якщо верстат не обмежує його різальних властивостей. Таким чином, режими різання встановлюються виходячи з властивостей оброблюваної деталі, характеристики різального інструмента і верстата. Спочатку встановлюють глибину різання, потім подачу і в останню чергу – швидкість різання.

Наведемо повний розрахунок режимів різання при свердлінні отвору $\varnothing 12$

Глибина різання

$$t_1 = d/2 = 12/2 = 6 \text{ мм.} \quad (1.24)$$

Розрахунок подачі

При діаметру свердла $D = 12\text{мм}$, $S (0,32-0,36)$ Приймаємо $S = 0,35 \text{ мм/об}$,

$$S_z = S/2 = 0.35/2 = 0.175 \text{ мм/зуб.}$$

Швидкість різання

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^{m \cdot S^y}} \cdot K_v [\text{м/хв}]; \quad (1.25)$$

$$C_v = 7; q = 0.4; y = 0.7; m = 0.2$$

$$K_v = K_{mv} K_{iv} K_{iv} = 1 \left(\frac{7}{15} \right)^{0.9} \cdot 1 \cdot 1 = 0.5$$

$$v = \frac{7 \cdot 12^{0.4}}{15^{0.2} \cdot 0.35^{0.7}} = 23,6 (\text{м/хв}).$$

Розрахунок сили різання та крутного моменту

$$M = 10 \cdot C_m \cdot D^{q_m} \cdot S^{y_m} \cdot K_p, [\text{Н} \cdot \text{м}] \quad (1.26)$$

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^{q_p} \cdot S^{y_p} \cdot K_p, [\text{Н} \cdot \text{м}] \quad (1.27)$$

Коефіцієнт K_p залежить тільки від матеріалу оброблюваної заготовки, $K_p = 0,61$

$$C_m = 0,0345; q = 2,0; y = 0.8.$$

$$M = 10 \cdot 0,0345 \cdot 12^2 \cdot 0,35^{0,8} \cdot 0,61 = 13 (\text{Н} \cdot \text{м})$$

$$C_p = 68; q = 1; y = 0.7,$$

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 12^1 \cdot 0,35^{0,7} \cdot 0,61 = 2387 (\text{Н})$$

Чистота обертання

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} [\text{об/хв}];$$

$$n = \frac{1000 \cdot 23,6}{3.14 \cdot 12} = 640 (\text{об/хв}).$$

Потужність різання

$$N = \frac{M \cdot n}{9750} [\text{кВт}]; \quad (1.28)$$

$$N = \frac{12 \cdot 640}{9750} = 0.78 \text{ (кВт)}.$$

$N_b > N$ (4 кВт > 2,58 кВт) – обробка заданої поверхні можлива.

Знайдемо хвилинну подачу

$$S_{xв} = S \cdot n \quad (1.29)$$

$$S_{xв} = 0,15 \cdot 2000 = 300,0$$

Таблиця 1.17 - Режими різання на операції

Технологічні переходи і робочі ходи	t, мм	S, мм/об	v, м/хв	n, об/хв
005				
Точити торець 1 однократно	2,0	0,2	250	800
Точити поверхню 2 попередньо	2,0	0,15	150,7	600
Точити поверхню 4 попередньо	2,0	0,1	200,9	600
Точити поверхню 4 попередньо	0,2	0,15	150,7	600
Точити поверхню 4 остаточно	0,05	0,1	200,9	800
Точити поверхню 3 однократно	0,2	0,15	150,7	600
Точити поверхню 5 однократно	0,2	0,15	150,7	600
Точити торець 6 однократно	2,3	0,2	200	600
Точити поверхню 4 остаточно	0,05	0,1	200,9	800
010				
Точити торець 1 однократно	2,0	0,2	200	800
Розточити поверхню 3 попередньо	0,5	0,15	150,7	600
Розточити поверхню 4 однократно	2,0	0,15	150,7	800
Розточити поверхню 5 однократно	0,4	0,15	150,7	800
Розточити поверхню 3 попередньо	0,5	0,2	150,7	600
Розточити поверхню 2 однократно	2,0	0,15	200,9	800
Центрувати отвори 6 та 9	0,05	2,0	21,3	640
Свердлити отвори 6	0,15	5,5	22,1	640
Свердлити отвори 9	0,15	2,0	22,1	640
Нарізати різь 9				
Зенкерувати фаски 6 та 9				
Розточити поверхню 3 остаточно	0,05	0,1	200,9	800
015				
Розточити поверхню 3 остаточно	0,05	0,1	200,9	800
020				
Розточити поверхню 1 остаточно	0,05	0,1	200,9	800

2 РОЗРОБКА РОБОЧОГО МІСЦЯ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ «КОРПУС 01.032»

2.1 Розробка тривимірної моделі деталі

Охарактеризуємо систему CAD – КОМПАС-3D. Основні завдання, які вирішує система КОМПАС-3D - формування тривимірної моделі деталі, окремих деталей і складальних одиниць, що містять як типові, так і нестандартні конструктивні елементи з метою передачі геометрії в різні розрахункові пакети або пакети розробки програм, що управляють, а також створення конструкторської документації на розроблені деталі.

КОМПАС-3D дозволяє швидко отримувати моделі типових виробів на основі одного разу спроектованого прототипу. Програма має власне математичне ядро і параметричні технології, за допомогою яких, можна провести деякі розрахунки (маса, об'єм, площа поверхні, характеристики деталі) безпосередньо в КОМПАС-3D.

Основний набір завдань, що виконуються КОМПАС-3D: моделювання виробів з метою створення конструкторської і технологічної документації (складальних креслень, специфікацій, деталювань і так далі); моделювання виробів з метою розрахунку їх технічних характеристик; моделювання виробів для передачі геометрії в розрахункові пакети; моделювання деталей для передачі геометрії в (наприклад, для складання каталогів, створення ілюстрацій до технічної документації і так далі).

Модель деталі є окремим типом документа системи КОМПАС. Загальноприйнятим порядком моделювання є послідовне виконання операцій (складання і віднімання) над об'ємними примітивами (сферами, призмами, циліндрами, конусами, пірамідами і так далі). У КОМПАС-3D об'ємні об'єкти утворюються шляхом виконання такого переміщення плоскої фігури в просторі, слід від якого визначає форму об'єкту (наприклад, поворот кола навколо осі

утворює сферу, а зсув багатокутника - призму). Зручний прийом моделювання виробів, які відрізняються лише деякими конструктивними елементами, - використання як підстава деталі раніше підготовленої моделі - деталі-заготовки. Деталь-заготовку можна вставити в модель, зберігши посилання на файл, що містить її (інакше кажучи, зберігши зв'язок з файлом-джерелом). В цьому випадку будь-які зміни моделі у файлі-джерелі передаватимуться у всі моделі, що містять дану заготовку. Використання деталі-заготовки в деяких випадках дозволяє значно прискорити роботу системи при моделюванні деталей високої складності.

У модель можна вставляти не тільки деталь-заготовку, але і її дзеркальну копію. Завдяки цьому моделі дзеркально симетричних деталей можна створити за декілька секунд. Причому ця деталь може відстежувати всі зміни, що вносяться до її прототипу, і самостійно перебудовуватися відповідно до цих змін, зберігаючи властивість симетрії.

Ескіз зображається на площині стандартними засобами креслярсько-графічного редактора КОМПАС-ГРАФІК. При цьому доступні всі команди побудови і редагування зображення, команди параметризації і сервісні можливості. Єдиним виключенням є неможливість введення деяких технологічних позначень і об'єктів оформлення. У ескіз можна перенести зображення з раніше підготовленого в КОМПАС-ГРАФІК креслення або фрагмента. Це дозволяє при створенні тривимірної моделі спиратися на існуючу креслярсько-конструкторську документацію. Ескіз може розташовуватися в одній з ортогональних площин координат, на плоскій грані існуючого тіла або в допоміжній площині, положення якої задане користувачем.

Операції над ескізом: обертання ескізу навколо осі, лежачої в площині ескізу; витискування ескізу в напрямі, перпендикулярному площині ескізу; кінематична операція - переміщення ескізу уздовж тієї, що вказаної напрямляє; побудова тіла по декількох перетинах-ескізах.

Кожна операція має додаткові опції, що дозволяють варіювати правила побудови тіла: при обертанні ескізу можна задати кут і напрям повороту щодо площини ескізу і вибрати тип тіла; при витискуванні ескізу можна задати відстань

і напрям витискування щодо площини ескізу і при необхідності ввести кут ухилу; при виконанні кінематичної операції можна задати орієнтацію щодо направляючої; при побудові тіла по перетинах можна вказати, чи потрібно замикати побудоване тіло.

Додаткові операції дозволяють спростити завдання параметрів поширених конструктивних елементів - фаски, округляє, циліндрового отвору, ухилу, ребра жорсткості. Так, для побудови фаски не потрібно малювати ескіз, переміщати його уздовж ребра і віднімати об'єм, що вийшов, з основного тіла. Досить вказати ребро або декілька ребер або грані для побудови фаски і ввести її параметри - величину катетів або величину катета і кут. Аналогічно при побудові отвору досить вибрати його тип (наприклад, отвір глухий з зенківкою і цековкою) і ввести відповідні

-якому етапі роботи можна видалити частину тіла по межі, що є площиною або циліндровою поверхнею, утвореною витискуванням довільного ескізу. Зручний прийом моделювання виробів, які відрізняються лише деякими конструктивними елементами, - використання як базове тіло раніше підготовленої моделі (вона називається заготівкою). Подальша робота з таким базовим тілом ("приклеювання" і "вирізування" додаткових об'ємів) нічим не відрізняється від роботи з тілом, отриманим шляхом операції над ескізом.

Модель збірки є окремим типом документа системи КОМПАС. Збірка складається з окремих деталей і підборок, які, у свою чергу, також можуть складатися з деталей і підборок. Проектування збірки ведеться зверху "вниз"; кожна нова деталь моделюється на основі вже наявних деталей з використанням параметричних взаємозв'язків.

Деталі і підборки можуть створюватися безпосередньо в збірці або вставлятися в неї з існуючого файлу. Окрім розроблених користувачем (унікальних) моделей, компонентами збірки можуть бути стандартні вироби (кріплення, опори валів і так далі), бібліотека яких входить в комплект постачання системи.

Взаємне положення компонентів збірки задається шляхом вказівки сполучень між ними. У системі доступні різноманітні типи сполучень: збіг, паралельність або перпендикулярність граней і ребер, розташування об'єктів на відстані або під кутом один до одного, концентричність, торкання. Процес формування збірки як би повторює дії слюсаря-складальника. Кожна деталь

При роботі з тривимірною моделлю вся послідовність побудови відображається в окремому вікні у вигляді "дерева побудови". У нім перераховані всі допоміжні елементи, що існують в моделі, ескізи і виконані операції в порядку їх створення. Крім дерева, що відображає історію створення моделі, КОМПАС-3D запам'ятовує ієрархію її елементів (компонентів). У будь-який момент можливе проглядання ієрархії в спеціальному діалозі. У нім відображаються всі топологічні відносини між елементами моделі. Наприклад, ескіз, побудований на межі якого-небудь тіла, розташовується в ієрархічній гілці, відповідній цьому тілу.

Існує два аспекти параметризації тривимірної моделі в КОМПАС-3D. По-перше, кожен ескіз може бути параметричним. На його об'єкти можна накласти різні параметричні зв'язки і обмеження (вертикальність і горизонтальність, паралельність і перпендикулярність, вирівнювання, симетрія, торкання). Можливе завдання залежностей між параметрами графічних об'єктів ескізу. Таким чином, в ескізах реалізована та ж варіаційна ідеологія параметризації, що і в графічних КОМПАС-ДОКУМЕНТАХ. По-друге, при створенні моделі система запам'ятовує не тільки порядок її формування, але і відносини між елементами (наприклад, приналежність ескізу грані або вказівка ребра як шлях для кінематичної операції). Таким чином, реалізована ієрархічна ідеологія параметризації об'ємних побудов.

Методика створення 3D-моделі деталі (вузла) із докладним описом дій побудови.

Наведемо основні операції побудови 3D моделі деталі.

Для побудови активізуємо будь-яку площину. Обираємо Тиснемо кнопку «Новый эскиз» на панелі керування. Зображуємо в ескізі профіль обертання та вказуємо осью лінією вісь обертання. Ескіз зображено на рисунку 3.1

Після цього закінчуємо роботу в режимі ескізу нажавши кнопку «Ескиз». Виконуємо операцію «Врацения», і «Создать объект». В результаті отримуємо тіло обертання показане на рисунку 2.1.

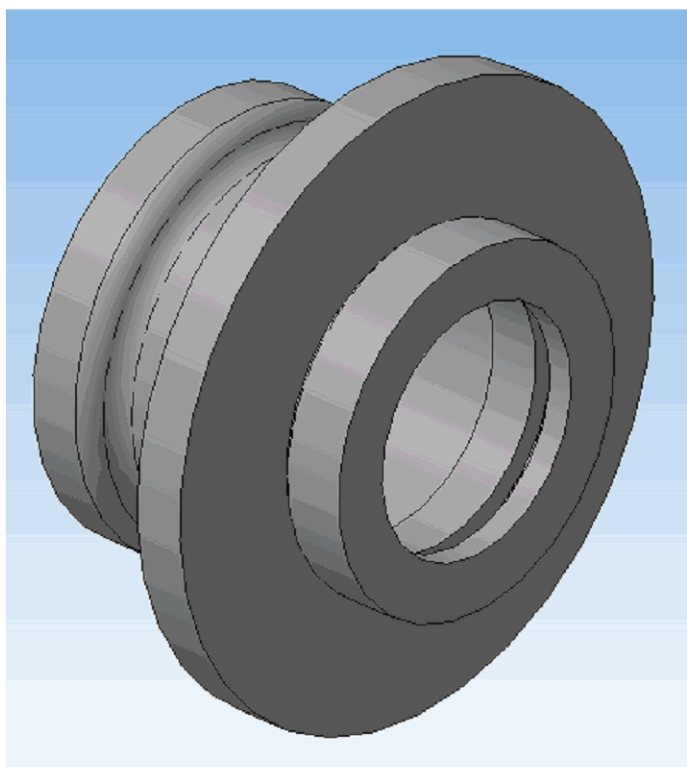


Рисунок 2.1 – тіла деталі (операція обертання)

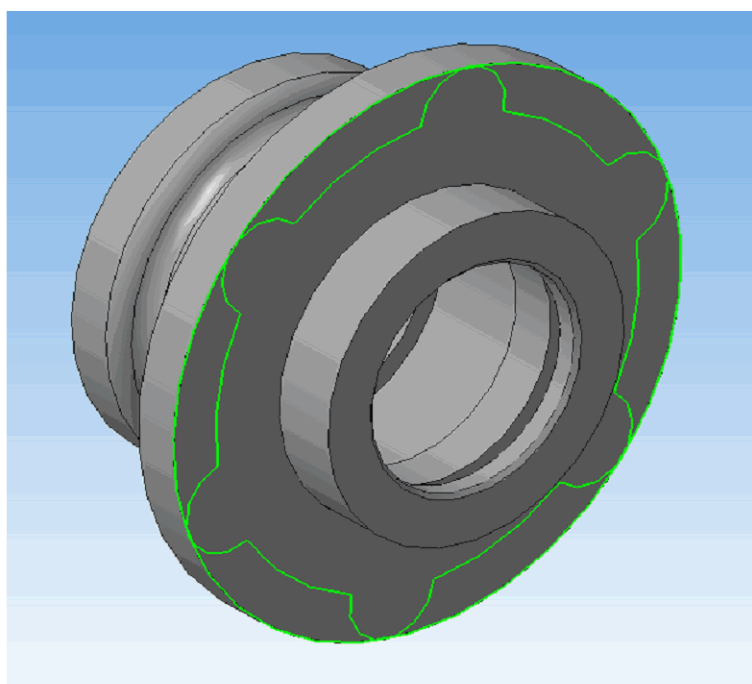


Рисунок 2.2 – ескізу деталі (для подальшого вирізання)

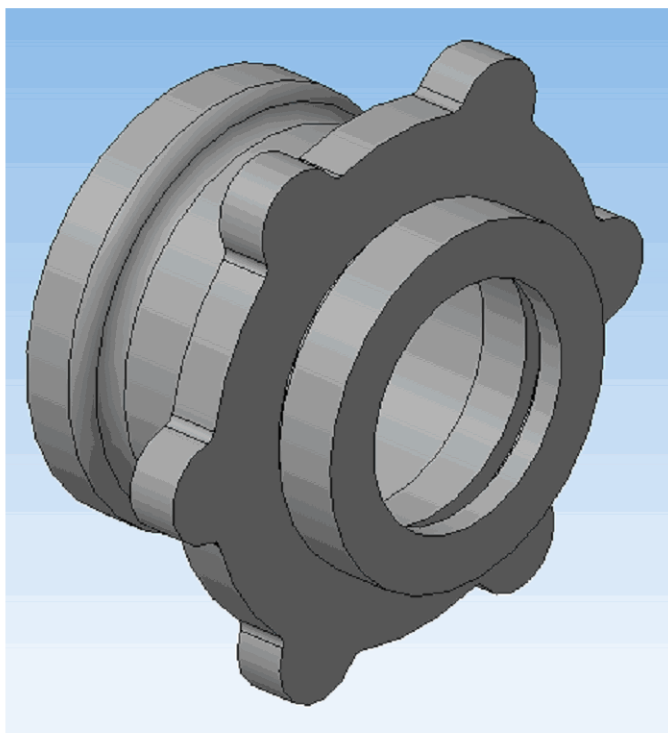


Рисунок 2.3– Створення основної частини деталі (операція вирізання)

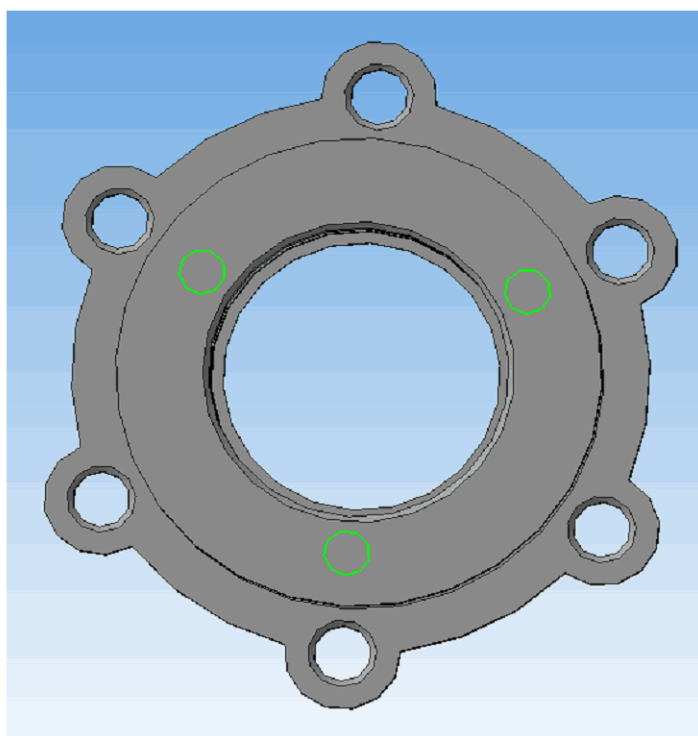


Рисунок 2.4– Створення ескізу отворів (для подальшого вирізання)

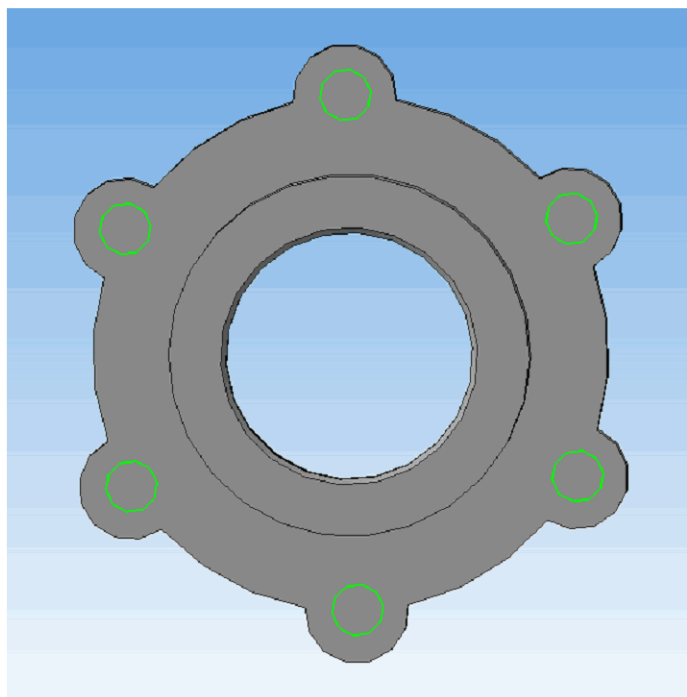


Рисунок 2.5– ескізу отворів (для подальшого вирізання)

Для створення отворів створимо ескіз з граничними частинами, що відповідають контурам отворів та використаємо операції вирізання видавлювання (рис. 2.6).

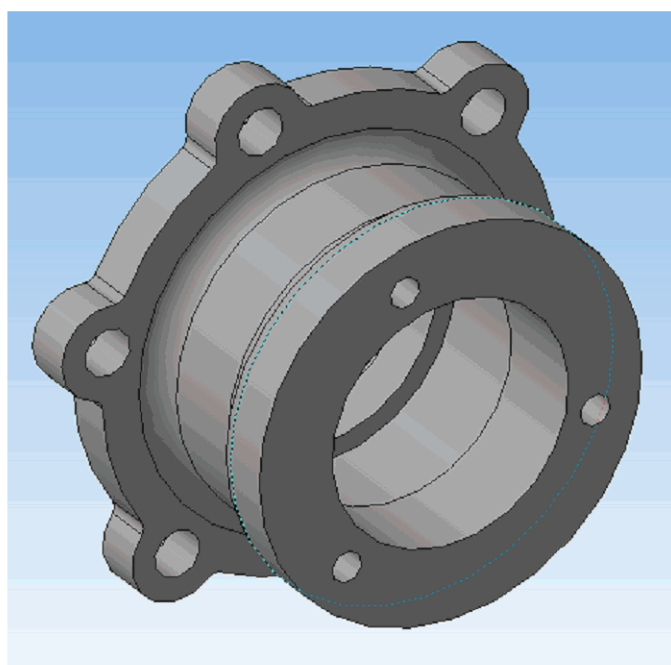


Рисунок 2.6 – Створення отворів

ними операціямиє створення фасок та радіусів скруглень (рис. 2.7).

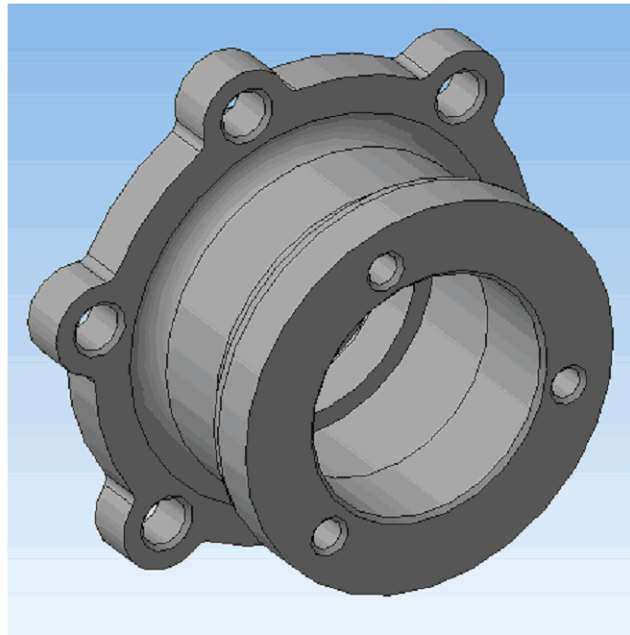


Рисунок 2.7– Створення скруглень

2.2 Розробка програми обробки деталі на верстаті з ЧПК

Модуль ADEM CAM призначений для розробки керувальних програм для наступних різноманітних технологічного обладнання: оброблювальних центрів, фрезерних, свердлильних, розточувальних та токарних верстатів, координатно-пробивних пресів, верстатів електроерозійної та лазерної обробки тощо. Обробка деталі в модулі проектується на основі моделі, побудованої в модулі ADEM CAD чи і іншому графічному редакторі.[10].

Порядок створення програми для верстата з ЧПК

Першим етапом потрібно створити в програмі «Комас 3D» 3D-заготовки та деталі яку ми отримаємо після обробки за програмою. Зберігаємо готові деталі у форматі *.sat.

Для створення керуючої програми використовуємо CAM програму «ADEM 9.0». Після її запуску, в основному вікні програми послідовно імпортуємо файл деталі та заготовки (рис. 6.1).

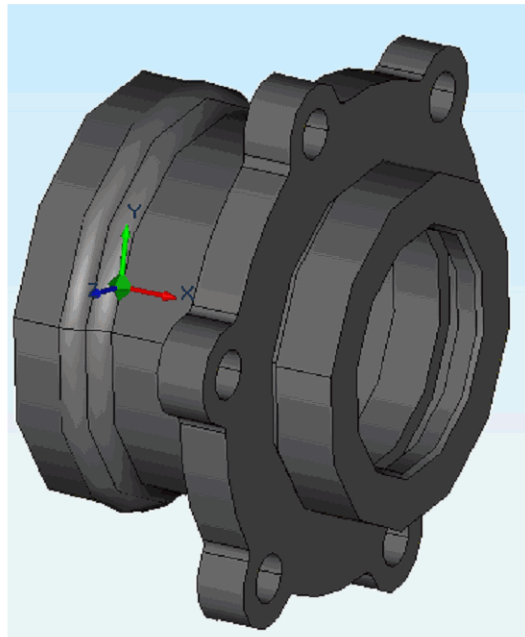


Рисунок 2.8– Імпортування 3д-моделей

Наступним етапом є перехід в модуль Adem CAM/CAPP, який при-
для створення керувальних програм. Далі потрібно задати початкову точку
обробки, безпечну позицію (точку куди відводиться інструмент перед його
змінною) та площину безпеки.

Для безпосередньої обробки потрібно обрати необхідний варіант обробки,
задавати режими різання, інструмент та інші параметри (рис. 2.9).

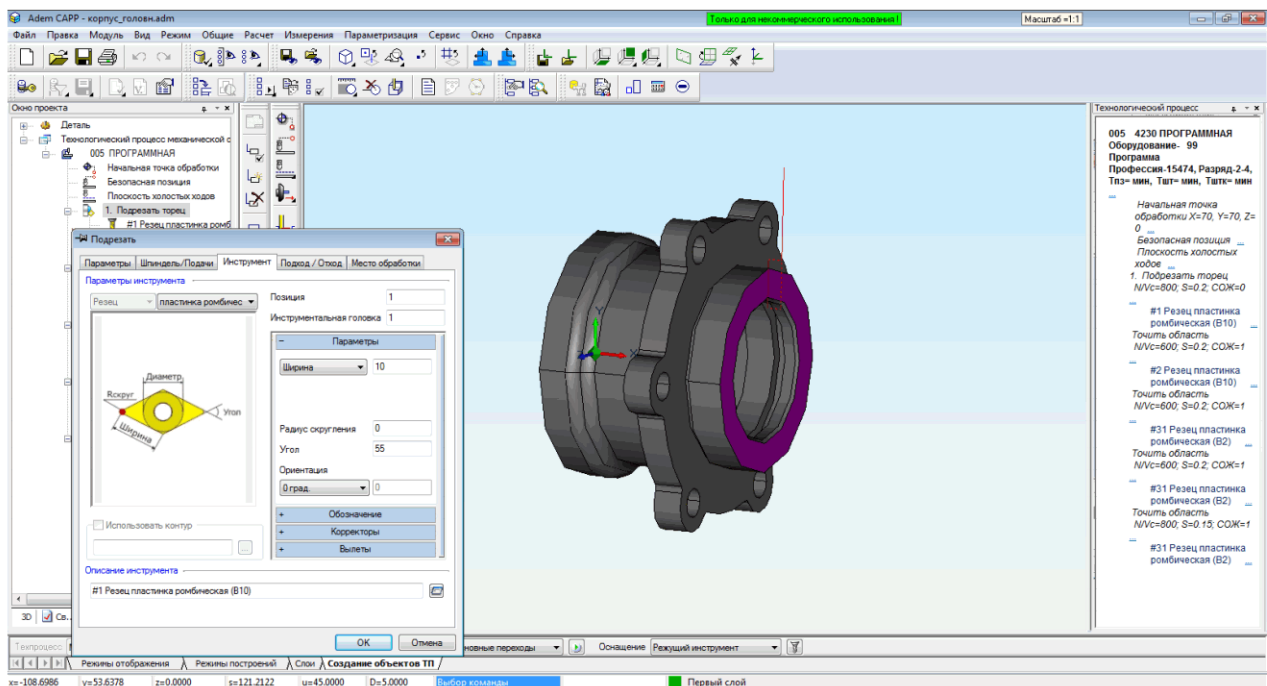


Рисунок 2.9– Вибір інструменти

Після створення усіх необхідних технологічних переходів потрібно усі переходи з врахування параметрів деталі та заготовки. (рис. 6.3).

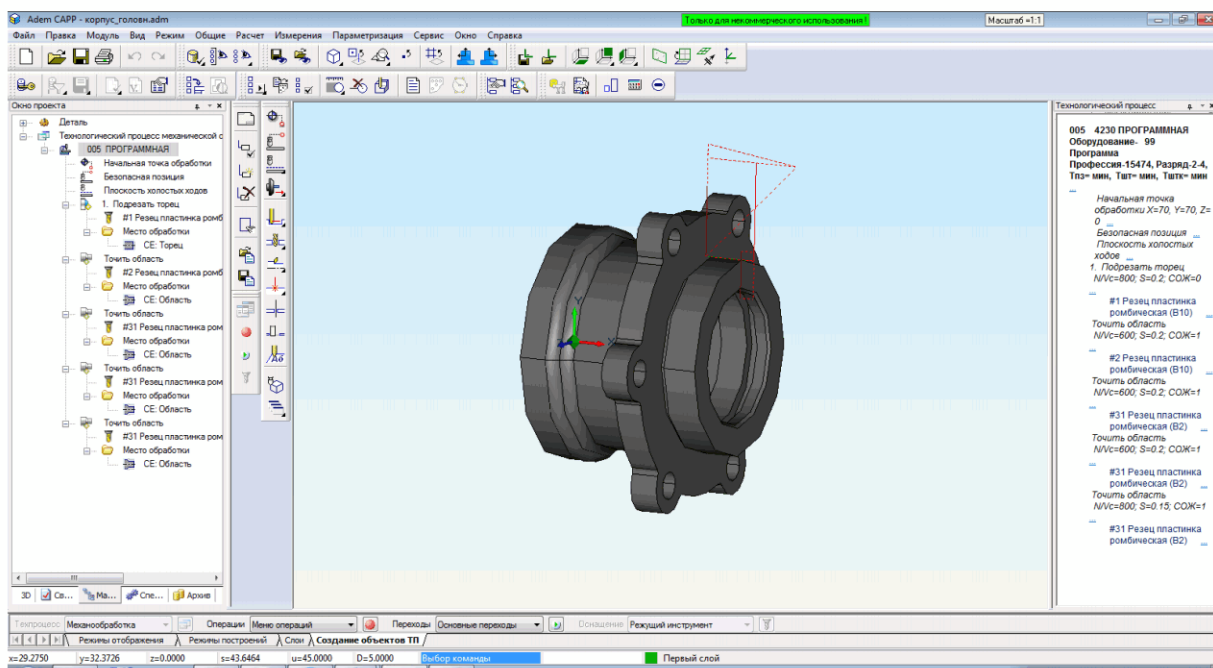


Рисунок 2.10 – Трас

Для перегляду правильності побудови маршруту та перевірки траєкторії руху інструмента ми можемо скористатись функцією «Моделювання»

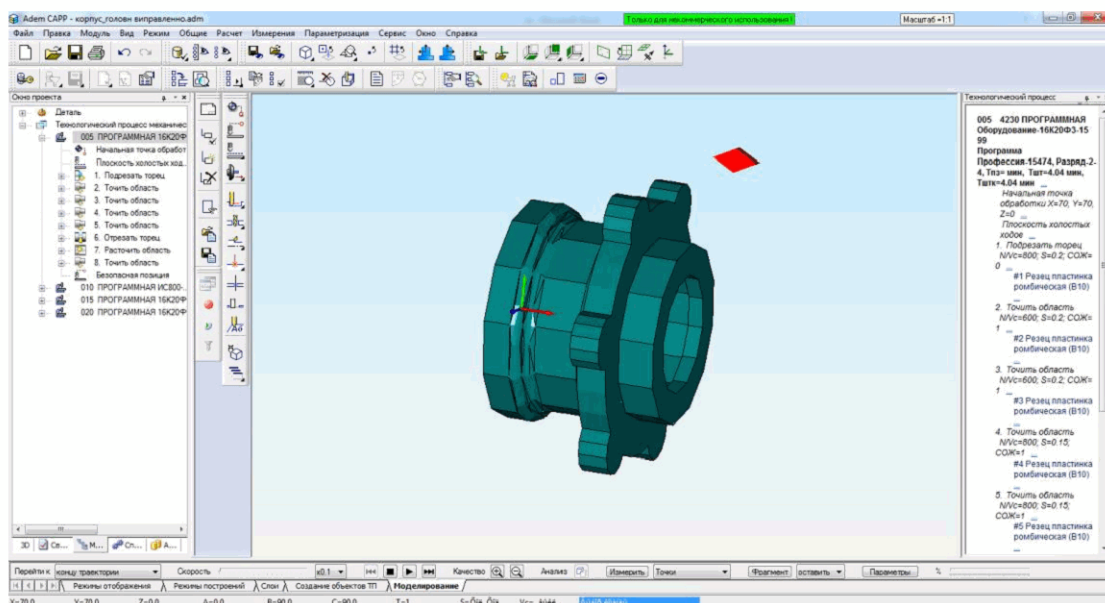


Рисунок 2.11 –

Після виконання функції «Моделювання» ми можемо чітко побачити які поверхні були оброблені і правильність руху інструменту

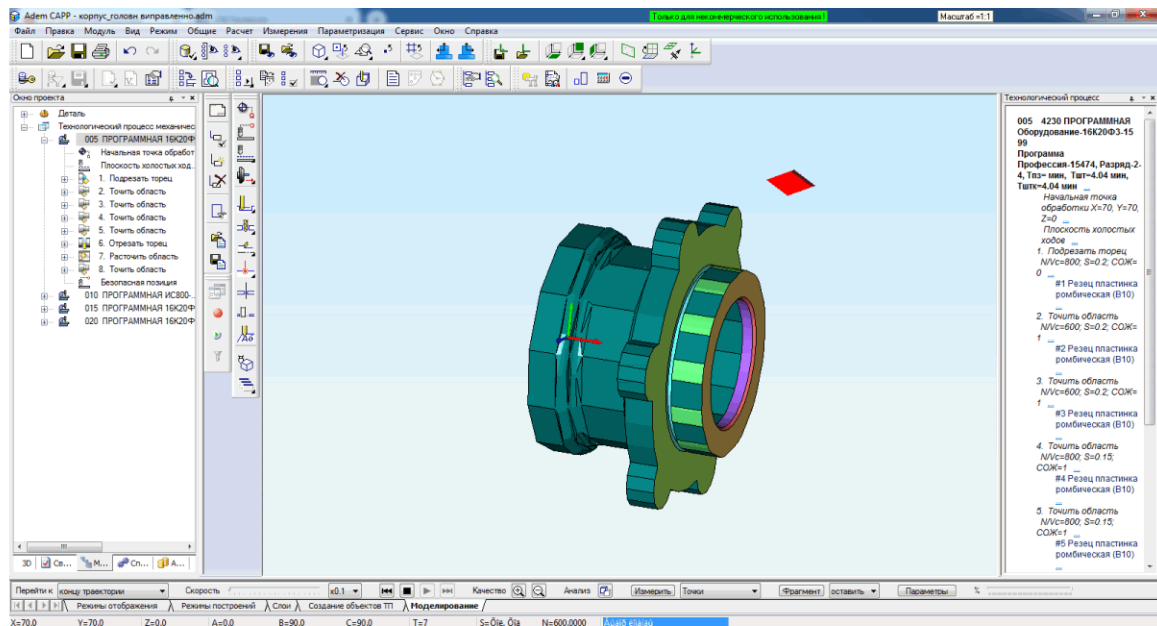


Рисунок 2.12 – деталь після моделювання

Після перетворення усіх переходів можна отримати програму для верстата з ЧПК.

2.3 Розробка та вибір роботизованого технологічного комплексу

У роботі необхідно вибрати основне устаткування, яке входить до складу РТК.

який використовуватиметься в РТК повинен мати повністю автоматизований цикл роботи, затиску виробу, а також пристрої для автоматичної зміни інструменту відповідають всім необхідним вимогам для їх використання в РТК. Для деталі "Корпус К02.17" використовуємо верстат моделі характеристики якого наведено у табл. 2.1, повністю відповідає заданим вимогам та призначений для токарної обробки. Деталі встановлюються в пристосування.

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики:

Найбільший діаметр, мм:	
деталь, встановленого над станиною	450
оброблювальної деталі	200
оброблюємого прудка	50
Найбільша довжина оброблювальної деталі, мм	130
Границі робочих подач револьверного супорта, мм/хв:	
по осі X	1-5000
по осі Z	1-5000
Найбільший перетин різців, мм	25X25
Кількість позицій в револьверній головці для інструментів	12
Діаметр наскрізного отвору в шпинделі, мм	70
Дискретність задання переміщення супорта, мм	
по осі X (на радіус)	0,0005
по осі Z	0,001
Регулювання швидкостей шпинделя	Безступеневе
Частота обертання шпинделя, хв ⁻¹	20-4000
Швидкість переміщень супорта, м/хв:	
по осі X	10
по осі Z	15
Найбільше переміщень супорта, хв:	
по осі X	240
по осі Z	630
Габарити верстата, мм:	
без окремо розташованих агрегатів і пульта управління	3470X2260X2300
з окремо розташованими агрегатами і пультом управління	4370X2740X2300
Маса верстата, кг:	
без окремо розташованого обладнання	5240
з окремо розташованим обладнанням	5700
Привід головного руху, кВт	30
Привід подачі, кВт:	
по осі X	10
по осі Z	13

Розробимо докладний план операції, виконуваної на верстаті даної моделі. Послідовність виконання операції представлена на рис. 2.9. (решта виноситься на плакати).

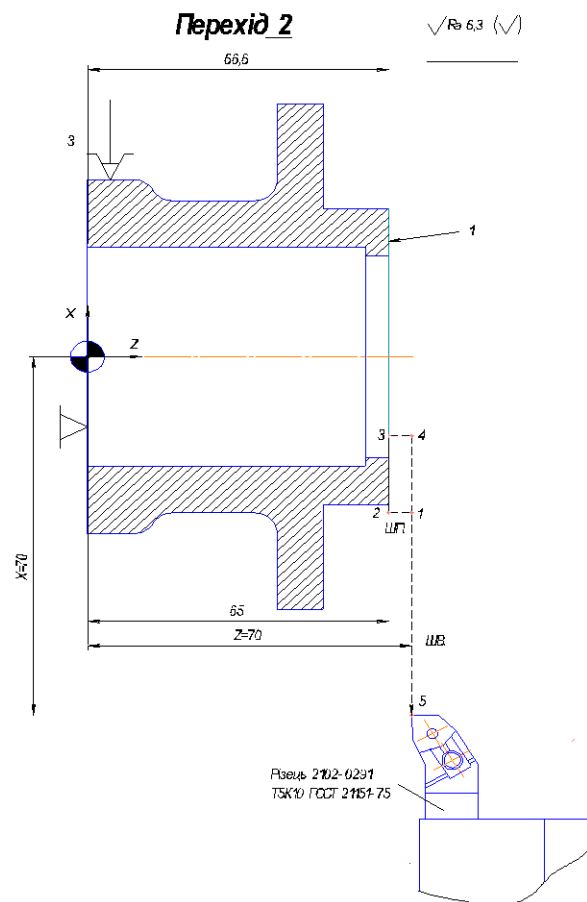


Рисунок 2.13 –Послідовність виконання переходів на операції

Основними лініями показана траєкторія руху робочого ходу інструменту, а пунктиром показана траєкторія руху по прискореному переміщенню, із швидкістю швидкого руху.

Координати усіх технологічних координат наведено в додатку В

Координати технологічних рухів інструменту наведено в додатку Г

Розрахунок режимів різання та норм часу

Відповідно до рекомендацій наведених в [1,2] розраховуємо режими різання, значення яких представлено в таблиці 2.9.

Таблиця 2.2 – Режими різання

Технологічні переходи і робочі ходи	$t, \text{мм}$	$L, \text{мм}$	$S, \text{мм} \backslash \text{об}$	$v, \text{м/хв}$	$n,$
005					
Точити торець 1 однократно	2,0	11	0,2	250	800
Точити поверхню 2 попередньо	2,0	12	0,15	150,7	600
Точити поверхню 4 попередньо	2,0	25	0,1	200,9	600
Точити поверхню 4 попередньо	0,2	25	0,15	150,7	600
Точити поверхню 4 остаточно	0,05	25	0,1	200,9	800
Точити поверхню 3 однократно	0,2	2	0,15	150,7	600
Точити поверхню 5 однократно	0,2	5	0,15	150,7	600
Точити торець 6 однократно	2,3	1	0,2	200	600
Точити поверхню 4 остаточно	0,05	25	0,1	200,9	800

Розрахуємо час переміщення інструмента по вибраній траєкторії

$$t_{TP} = \sum_{i=1}^n t_{P.X.} + \sum_{j=1}^m t_{X.X.}, [\text{ХВ}] \quad (2.1)$$

де t – час виконання робочого ходу траєкторії;

n – кількість робочих ходів;

$t_{X.X.}$ – час виконання холостого ходу траєкторії;

m – кількість холостих ходів;

Основний час визначимо за наступною формулою для усіх переходів:

$$t_{P.X.} = \frac{L_{P.X.}}{S n} [\text{ХВ}] \quad (2.2)$$

де $L_{p.x}$ – довжина траєкторії робочого ходу, мм;

$S_{п}$ – хвилинна подача швидких переміщень, мм/хв.

$$t_{p.x} = 2 \frac{11}{160} = 0,13 \text{ (хв)};$$

$$t_{p.x} = 2 \frac{12}{90} = 0,26 \text{ (хв)};$$

$$t_{p.x} = 2 \frac{25}{60} = 0,83 \text{ (хв)};$$

$$t_{p.x} = 0,2 \frac{25}{90} = 0,082 \text{ (хв)};$$

$$t_{p.x} = 0,05 \frac{25}{80} = 0,01 \text{ (хв)};$$

$$t_{p.x} = 0,2 \frac{25}{90} = 0,082 \text{ (хв)};$$

$$t_{p.x} = 0,2 \frac{2}{90} = 0,041 \text{ (хв)};$$

$$t_{p.x} = 2,3 \frac{5}{120} = 0,095 \text{ (хв)};$$

$$t_{p.x} = 0,05 \frac{1}{80} = 0,06 \text{ (хв)}.$$

Час холостих ходів визначимо за наступною формулою для усіх переходів:

$$t_{x.x.} = \frac{L_{x.x.}}{S_{п.}}, [\text{хв}] \quad (2.3)$$

де $L_{x.x.}$ – довжина траєкторії холостого ходу, мм;

$S_{п}$ – хвилинна подача подача швидких переміщень, мм/хв.

$$t_{x.x.} = \frac{32,3}{1000} =$$

Визначимо час автоматичної зміни інструмента – (20 с) 0,3 хв.

Також потрібно врахувати час автоматичної зміни інструмента, величина якого наведена в технічних характеристиках. Для визначення часу, що витрачається на зміну інструментів, можна скористатися формулою:

$$t_{зм} = t \cdot i, [\text{хв}] \quad (2.4)$$

де t – час зміни одного інструмента, хв;

i – кількість використаних на операції інструментів

$$t_{зм} = 0,1 * 3 = 0,3 (\text{хв})$$

Час затиску та розтискання заготовки в пристосуванні – 0,1 хв.

Отже, час на виконання холостих ходів та інших допоміжних операцій можна визначити за формулою:

$$t_{в.} = \sum_{j=1}^m t_{X.X.} = t_{X.X.} + t_{зм} + t_z + t_p, \quad (2.8)$$

де $t_{зм}$ - час зміни інструменту;

t_z - час затиску заготовки в пристосуванні;

$t_{роз}$ - час розтиску заготовки в пристосуванні;

$$\sum_{i=1}^m t_{X.X.} = 0,32 + 0,3 + 0,1 + 0,1 = 0,82 (\text{хв.});$$

$$t_{оп} = t_{пр} = 1,41 + 0,98 = 2,39 (\text{хв}).$$

Час на технічне обслуговування складає 4% від оперативного.

Час на організаційне обслуговування 4,5% від $t_{оп}$.

$$t_{м.обс.} = 2,23 \cdot 4 / 100 = 0,082 (\text{хв});$$

$$t_{о.обс.} = 2,23 \cdot 4,5 / 100 = 0,11 (\text{хв}).$$

Час на перерви і індивідуальні потреби 5% від $t_{оп}$.

$$t_{отд}=2,23 \cdot 5/100= 0,11 \text{ (хв)}.$$

Штучний час складає

$$T_{шт}=2,23+0,082+0,100+0,11= 2,522 \text{ (хв)}.$$

Штучно-калькуляційний час при партії деталей для наладок $n=259$ шт.

$$T_{шк}=T_{шт}+T_{п.з.}/n= 2,714 +45/104 = 2,95 \text{ (хв)}.$$

На решту операцій нормування проводимо аналогічно.

Дані розрахунків зводимо в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 – Нормування часу

№ опер.	Операції	$t_{ос}$	$t_{доп}$	$t_{п.обс.}$	$t_{о.обс.}$	$t_{отд.}$	$T_{шк.}$
005	-револьверна з ЧПК	3,608	1,5	0,204	0,23	0,255	6,278
010	-револьверна з ЧПК	4,206	1,4	0,224	0,252	0,28	6,843
015	Токарна з ЧПК	1,41	0,98	0,096	0,108	0,12	3,147
020	Токарна з ЧПК	1,41	0,98	0,096	0,108	0,12	3,147

Визначення технічних норм часу для всіх операцій (спрощеним способом).

Визначення технічних норм часу на операції. Для операції 015 детальне визначення норми часу. Для решти операцій норми часу і їх складові зведені у підсумковій таблиці.

Технічні норми часу в умовах серійного виробництва визначається як норма штучно-калькуляційного часу:

$$T_{шт-к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт} \text{ [хв]} \quad (2.9)$$

де T_{n-3} - підготовчо-заклучний час, що для операції 015 в умовах середньо-

додаткові прийоми:

$$T_{n-3} = 10 + 2 + 3 + 1 + 3 + 2 + 8 = 30 \text{ (хв)};$$

n - кількість деталей в настоюваній партії, що рівне визначаємо за формулою:

$$n = \frac{N \cdot t}{\Phi}, [\text{шт}] \quad (2.10)$$

де N – річна програма випуску деталей, $N = 6000$ шт.;

t – кількість днів запасу деталей на складі, $t = 10$ день;

Φ – кількість робочих днів в року, $\Phi = 252$ дні;

$$n = \frac{6000 \cdot 10}{252} = 238,09 = 298 \text{ деталей};$$

$T_{шт}$ - норма штучного часу, що визначається за формулою:

$$T_{шт} = T_0 + T_a + T_{об} + T_{от} [\text{хв}] \quad (2.11)$$

де T_0 - основний час, що рівний для операції 015 за формулами з [3]:

Таблиця 2.4 – Розрахунок основного часу

005	1.точіння чорнова та	$T_0 = 0,17dl = 0,17 \cdot 70 \cdot 17 = 0,1$
	2. Розточування	$T_0 = 0,21dl = 0,21 \cdot 52 \cdot 60 = 0,6$
	3. розточування	$T_0 = 0,17dl = 0,17 \cdot 60 \cdot 35 = 0,3$
	4. точіння остаточне	$T_0 = 0,18dl = 0,18 \cdot 70 \cdot 14 = 0,1$
	5. розточування	$T_0 = 0,21dl = 0,24 \cdot 52 \cdot 30 = 0,01$
		$\sum T_0 = 0,21 \text{ хв}$

T_g - допоміжний час, що можна знайти за формулою:

$$T_g = T_{y.c} + T_{z.o} + T_{yn} + T_{uz} \text{ [хв]} \quad (2.12)$$

$T_{y.c}$ - час на установку і зняття деталі, що рівний 0,25 хв.;

$T_{z.o}$ - час на закріплення і розкріплення деталі, що рівний 0,1 хв.;

T_{yn} - час на прийоми управління, що рівний 0,4 хв.;

T_{uz} - час на вимірювання деталі, що рівний 0,1 хв.;

$$T_g = 0,25 + 0,1 + 0,4 + 0,1 = 0,85 \text{ хв.};$$

$T_{об}$ - час на обслуговування робочого місця, що визначається за формулою:

$$T_{об} = 7\% \cdot (T_o + T_g) = 0,07 \cdot (0,34 + 0,85) = 0,083 \quad);$$

$T_{от}$ - час на відпочинок і особисті потреби, що визначаємо за формулою:

$$T_{от} = 5\% \cdot (T_o + T_g) = 0,05 \cdot (0,34 + 0,85) = 0,059 \quad);$$

Тоді матимемо наступне значення штучного часу:

$$T_{шт} = 0,34 + 0,85 + 0,083 + 0,059 = 1,332 \quad).;$$

Штучно-калькуляційний час матиме значення:

$$T_{шт-к} = \frac{30}{179} + 1,332 = 1,5 \text{ (хв.)}.$$

Аналогічним способом визначаємо норми часу на інші поверхні деталі та отриманий результат заносимо до таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 - Звідна таблиця технічних норм часу по операціям

Номер і найменування операції	T_{θ} , хв	T_{θ} , хв			$T_{об}$, хв	$T_{от}$, хв	$T_{шт}$, хв	$T_{п-з}$, хв	n	$T_{шт-к}$, хв
		$T_{у.с} + T_{з.о}$	$T_{у.п}$	$T_{уз}$						
Токарно з ЧПК 005	6,35	0,35	0,4	0,1	0,504	0,44	8,06	30	179	8,3
Токарно з ЧПК 005	1,42	0,35	0,4	0,1	0,16	0,117	3,45	30	179	2,7
Свердлильна з ЧПУ	0,34	0,35	0,4	0,1	0,083	0,05	1,25	30	179	1,5

Загальний час на обробку деталі становитиме:

$$T_{заг} = 8,3 + 2,7 + 1,5 = 12,5 \text{ (хв).}$$

Вибір промислового робота (ПР) для РМ

Промисловий робот — багатоцільовий маніпуляційний робот, що складається з механічного маніпулятора і перепрограмованої системи керування, який застосовується для переміщення об'єктів в просторі трьох і більше координат та для виконання різноманітних виробничих процесів. Необхідно врахувати, що деталь має масу 0,535кг, а також для прискорення встановлення та зняття відповідно заготовки та деталі доцільно буде використання маніпулятора, що в свої будові матиме дві руки.

Для деталі "КорпусК02.17" керуючись рекомендаціями[5], вибраний промисловий робот моделі "Ритм 05.01" (рис. 3.1) з наступними характеристиками:

- вантажопідйомність в розрахунку на дві руки – 1 x 2 кг;
- число ступенів рухливості – 6;
- число рук – 2;
- число захватних пристроїв на одній руці – 1;
- привод основних рухів – пневматичний;
- система керування – циклова;
- число програмованих координат – 3;
- засіб програмування переміщень – по упорам;
- ємність пам'яті системи, число кроків – 180;

- похибка позиціонування – 0,1 мм;
- найбільший виліт руки – 905 мм;
- лінійні переміщення, мм/ швидкість, м/с:

$$r = 400/0,1;$$

$$z = 500/0,5;$$

$$x = 300/0,6;$$

- кутові переміщення, °/ кутова швидкість, °/с:

$$180;$$

габаритні розміри, мм:

;

$$L=860;$$

$$B=875;$$

- маса 555кг.

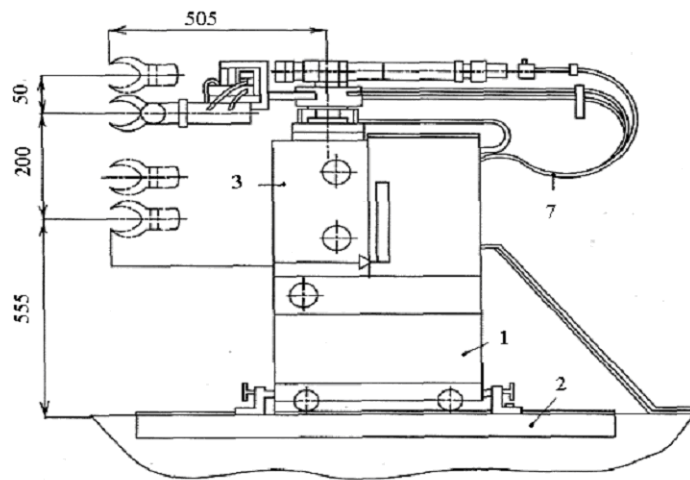


Рисунок 2.14- Зовнішній вигляд промислового робота

Розглянемо коротко пристрій такого промислового робота. Промисловий робот моделі “Ритм 05.01” складається з маніпулятора і пристрої УЦМ-30 циклового програмного керування, з'єднаних між собою електричними кабелями.

Маніпулятор 1 - це основна складова частина ПР, яка служить для відтворення заданих керуючої програмою рухів, який встановлений на рейках 2, жорстко

кріпляться до підлоги, з можливістю зсуву і фіксації щодо обслуговується технологічного обладнання. У верхній частині маніпулятора, на напрямних, встановлена каретка 3 з закріпленими на ній двома виконавчими органами (руками) 4, що здійснює рух «Зрушення каретки» по координаті ОУ. Руки оснащені жорсткими регульованими упорами на рухи «Висування-втягування», а також механізмами 5 підйому схопив 6 (робочих органів робота). У них також є механізми повороту схопив навколо горизонтальної осі ОХі Пневмошланги 7 подачі стисненого повітря.

2.3.2 Проектування (вибір) захватного пристрою

Так як деталь являється тілом обертання тому захватний пристрій повинен забезпечувати постійність положення. Також необхідно щоб поверхні які задіяні при базуванні у пристрої не були задіяні для переміщення заготовки.

Виходячи з вище вказаними завдання запропонуємо наступну схему закріплення:

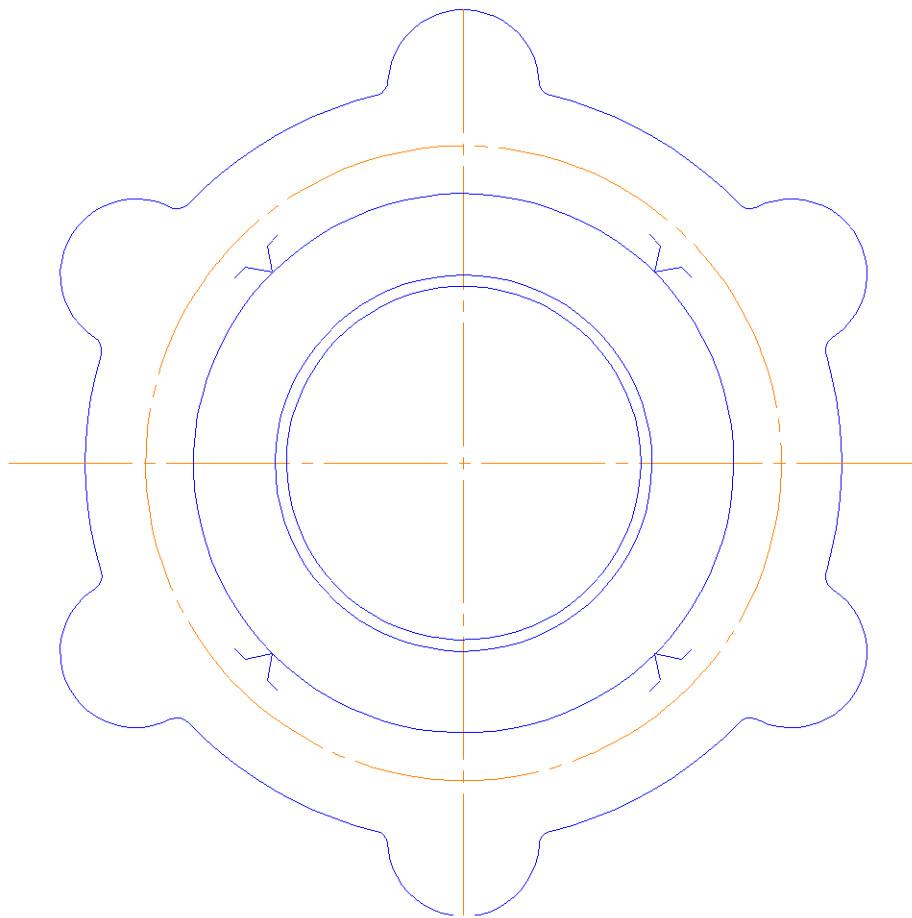


Рисунок 2.15 -Схема закріплення заготовки

Опис конструкції і принципу роботи захватного органу промислового робота

Промисловий робот моделі “ Ритм 05.01” має один захватний органи конструкції. Так, як обрані поверхні закріплення заготовки в захватному пристрої не змінюють своєї форми та розмірів і має невеликі масово-габаритні характеристики, застосуємо захватний пристрій з важіль-шарнірним передавальним механізмом.

Розрахуємо параметри затискного пристрою, який живиться від стиснутого повітря.

Розрахунок зусиль затиску захватного органу промислового робота Зусилля захоплення визначають з припущення, що утримання об'єкту маніпулювання відбувається за рахунок сил тертя, створюваних цим зусиллям:

$$F = K_1 K_2 K_3 mg \text{ [Н]} \quad (2.14)$$

де m – маса об'єкту маніпулювання;

g – прискорення вільного падіння;

K_1 – коефіцієнт безпеки, $K_1 = 1,2 - 2,0$. Приймаємо $K_1 = 1,2$; 20

K_2 – коефіцієнт, залежний від максимального прискорення A , з яким ПР переміщає об'єкт, закріплений в захватному пристрої. Для пневматичних роботів $A = g$. $K_2 = 1 + A/g = 1 + 1 = 2$;

K_3 – коефіцієнт передачі, залежний від конструкції захоплення і розташування в ньому об'єкту маніпулювання, вибираємо згідно [3].

$$K_3 = \frac{1}{\sin 2\theta} \frac{1}{\mu} = 2,7, \quad (4.2)$$

де θ – кут $\theta = 120/2 = 60^\circ$

μ - коефіцієнт тертя між об'єктом маніпулювання і губками. $\mu = 0,16$

$$K_3 = \frac{1}{\sin 60^\circ} \frac{1}{2 \cdot 0,16} = 2,7,$$

$$F = 1,2 \cdot 2 \cdot 2,7 \cdot 0,6 \cdot 38,1 \text{ (Н)};$$

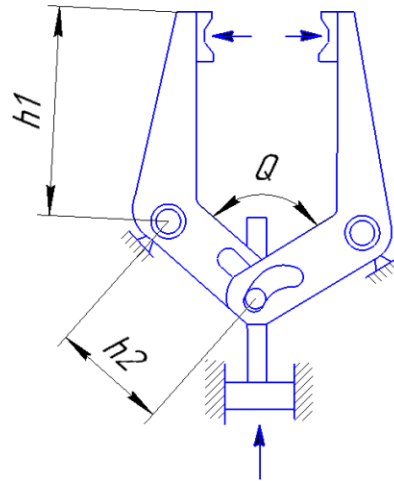


Рисунок 2.16- Схема механічного затискного пристрою

Зусилля затиску для вибраної схеми:

$$\frac{P}{F} = \frac{h_1}{h_2} \cdot 2 \sin \theta \quad (2.15)$$

$$P = \frac{h_1}{h_2} \cdot 2 \sin \theta \cdot F \quad (2.16)$$

При конструюванні ЗП приймаємо $h_1=0,15$ і кут $\theta/2=60^\circ$

$$P = (0,15/0,1) \cdot 2 \sin 60^\circ \cdot 38,1 = 65,99 \text{ (Н)}$$

Визначимо діаметр поршня Для циліндра односторонньої дії [4] в

$$F = p_B \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad (2.17)$$

де p_B – робочий тиск повітря в системі. Приймаємо $p_B=0,4 \text{ МПа}=0,4 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$,

D – діаметр поршня;

F_T – сила тертя в ущільненнях (до 10% від зусил

Приймаємо $F_{TP}=15 \text{ Н}$;

$F_{ПР}$ – зусилля створюване пружиною (в кінці ходу до 10% від зусилля,

що розвивається). Приймаємо $F_{ПР}=10 \text{ Н}$.

Звідки

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot (F + F_T + F_{\text{пр}})}{\pi \cdot p_B}} = \sqrt{\frac{4 \cdot (65,99 + 10 + 10)}{3,14 \cdot 0,4 \cdot 10^6}} = 27,5(\text{мм})$$

Приймаємо найближчий стандартний діаметр поршня $D=32$ мм

Для правильної установки деталі в верстатному пристосуванні потрібно розглянути усі похибки, які можуть виникати в процесі роботи РТК.

Розглянемо розмірні зв'язки виникаючі при автоматичній установці заготовки на верстат:

Основними ланками розмірних зв'язків є: розміри заготовки, пристосувань, які виявляються при побудові розмірних ланцюгів по загальній методиці розмірного аналізу конструкції. Виявлення настановних розмірних зв'язків і їх розрахунок виробляється з наступним цілями:

1. забезпечити працездатність автоматичної системи в перебігу необхідного часу експлуатації в умовах дії різних чинників, що впливають на стабільність становлячих розмірів і розмірних зв'язків;
2. вибрати методи і засоби автоматизації, що забезпечують необхідні розмірні зв'язки, сформульовані вимоги до розмірної точності автоматичних пристроїв, що реалізують автоматичну установку;
3. вибрати методи і способи розмірної наладки системи, тобто засоби технічного оснащення використовуваних в процесі наладки;
4. визначити регламент обслуговування і профілактики автоматичних завантажувальних пристроїв;
5. визначити обмеження зовнішніх дій, що допускаються, при роботі автоматичних пристроїв.

Розглянемо розмірні зв'язки виникаючі при автоматичній установці заготовки

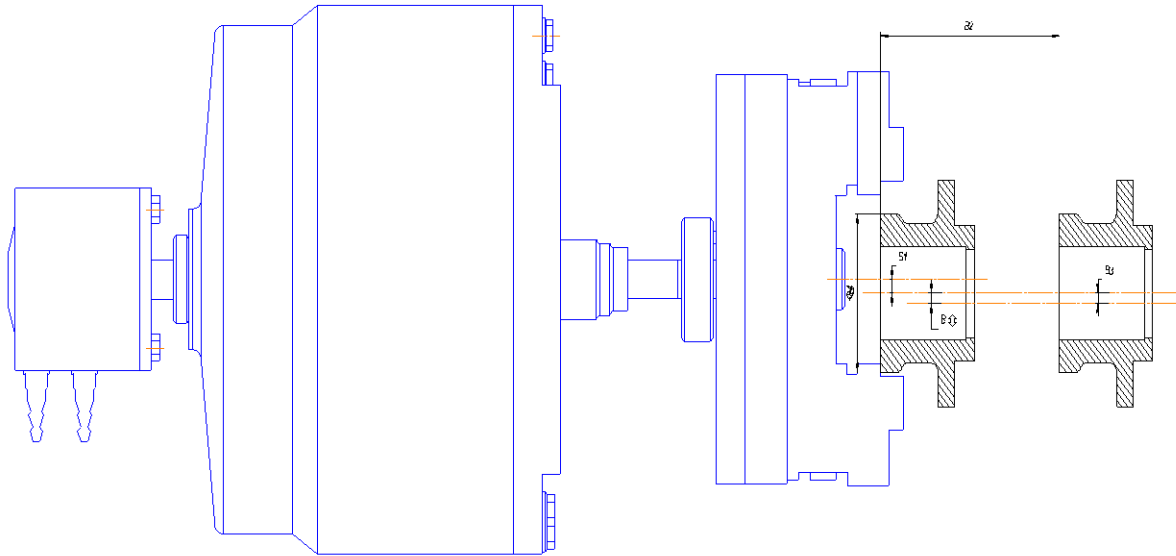


Рисунок 2.17 Схема розміщення розмірів

B_{Δ} – відхилення від співвісності затискного пристрою верстата і осі завантажувальної заготовки;

B_1 – відхилення від співвісності заготовки в ЗП;

B_2 – програмовані переміщення ЗП;

B_3 – похибка, що виникає при базуванні деталі на місці складання заготовок;

B_4 – відстань між верстатом і роботом

Встановлення заготовки та зняття деталі здійснюється за допомогою робота.

$$B_{\Delta} = \frac{D-d}{2 \cdot K_3} \quad (2.18)$$

де D – менший діаметр конуса трьох-кулачкового патрону верста;

d – поверхні базування деталі;

$B_1 = 0,01$ мм (похибка яка виникає під час затискання в призмах);

$B_2 = 0,8$ мм; (похибка переміщення $\pm 0,4$ мм)

K_3 – коефіцієнт запасу ($K_3 = 1,1-1,2$).

$$B_{\Delta} = \frac{80 - 70}{2 \cdot 1,2} = 4,16(\text{мм})$$

$B_3 = 0,2$ мм (залежить від пристрою для накопичення деталей);

$B_4 = 0,3$ мм (залежить від інертності при переміщенях);

$T_{\Delta} = 0,01+0,4+0,2+0,2$ (мм);

$T_{\Delta}=0,81$ мм.

Оскільки $T_{\Delta} \leq B_{\max}$, то точність достатня для виконання необхідних операцій.

2.3.3 Побудова та розрахунок траєкторій руху елементів ПР

Побудову траєкторії виконаємо у вигляді графічного зображення шляху

пов'яжемо з нульовою (початковою) крапкою, визначеною відповідно до початкового положення ПР

Таблиця 2.6– Елементи траєкторії переміщення захватного пристрою

Елемент траєкторії	Коментар	Величина переміщення, мм(град)
r0 1. r'0 1	Переміщення руки 1 та 2 ПР вперед	250
z 1 2	Переміщення руки 1 та 2 ПР вниз	150
-	Затиск заготовки захватами 1 та 2 ПР	-
z2 3,	Переміщення руки 1 та 2 ПР ввєрх	150
r3 4, r'3 4	Переміщення руки 1 та 2 ПР назад	250
φ 4 5.φ'4 5	Поворот руки 1 та 2 ПР за год. стрілкою	90°
r 5 6. r'5 6	Переміщення руки 1 та 2 ПР вперед	250
z 6 7	Переміщення руки 1 та 2 ПР вниз	150
-	Розтиск заготовки захватами 1 та 2 ПР	-

z 7 8	Переміщення руки 1 та 2 ПР ввєрх	150
r 8 9, r'8 9	Переміщення руки 1 та 2 ПР назад	250
9 10	Поворот руки 1 та 2 ПР проти год. стрілки	90°

Представимо на рисунку 2.18 фрагменти траєкторії переміщення ПР

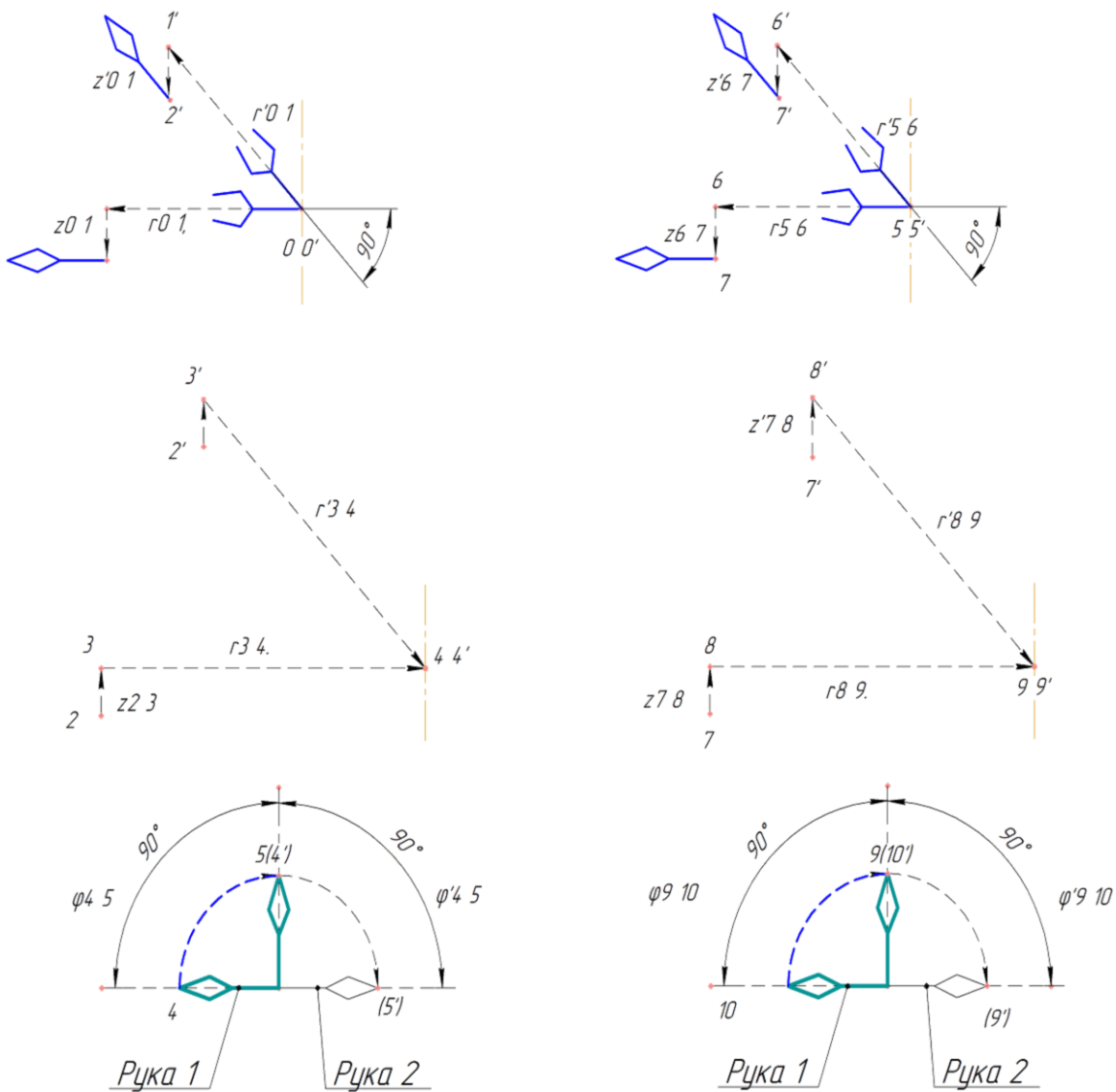


Рисунок 2.18- Схема переміщення елементів РТК

Вибір допоміжного устаткування для роботизованого технологічного

Для забезпечення безперервної подачі заготовок до робота з певною частотою та необхідною орієнтації в просторі призначасмо тактовий стіл СТ 220

Який має наступну конструкцію:

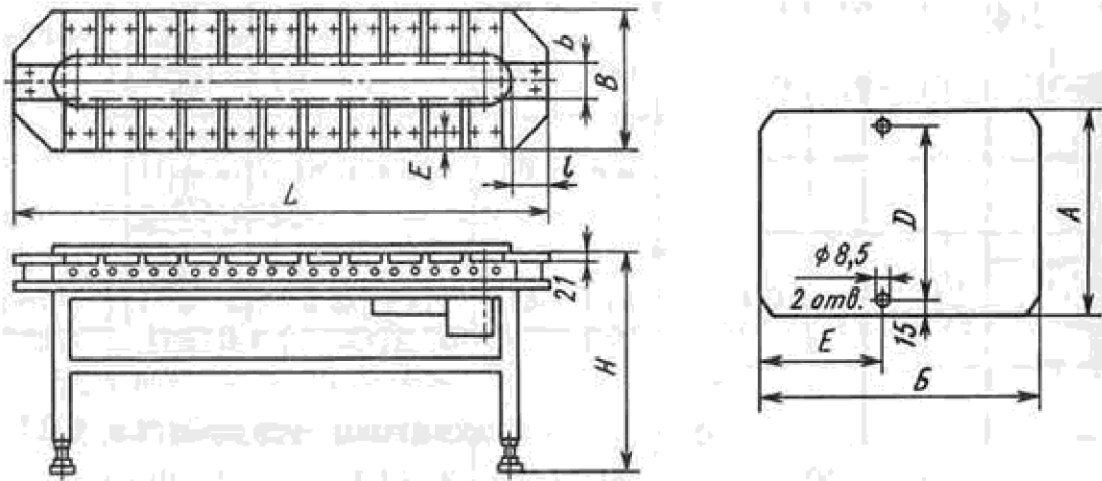


Рисунок 2.19 Тактовий стіл СТ 220

Заготовка на тактовому столі матиме наступну орієнтацію

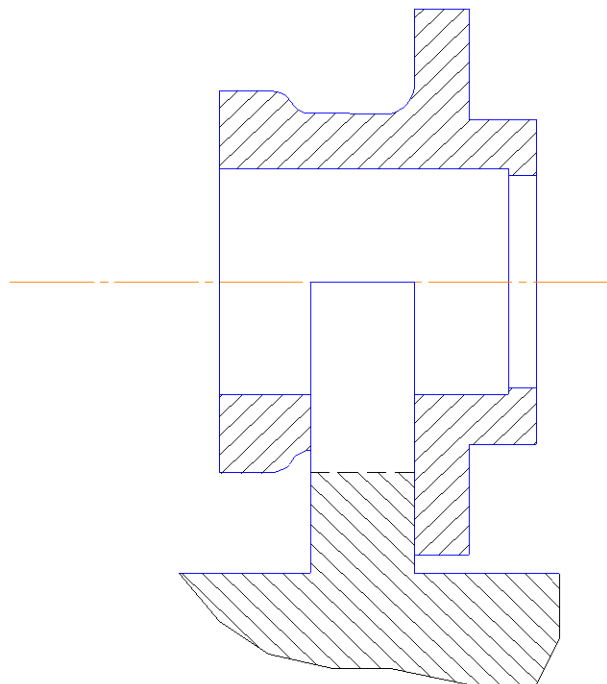


Рисунок 2.20 - Орієнтація заготовки

Аналіз можливих варіантів компоновок роботизованого технологічного

Проаналізувавши варіанти компоновок роботизованого технологічного комплексу було прийнято варіант з кільцевою установкою. Вибраний варіант дозволить зменшити шлях переміщень (у порівнянні з лінійною компоновкою де робот рухається по направляючим від пристрою подачі заготовок до верстата та виконавчими роботами що дозволить збільшити продуктивність та зменшити частку допоміжного часу на обробку.

На рисунку 6,3 представлено варіант схеми розміщення елементів кільцевої схеми

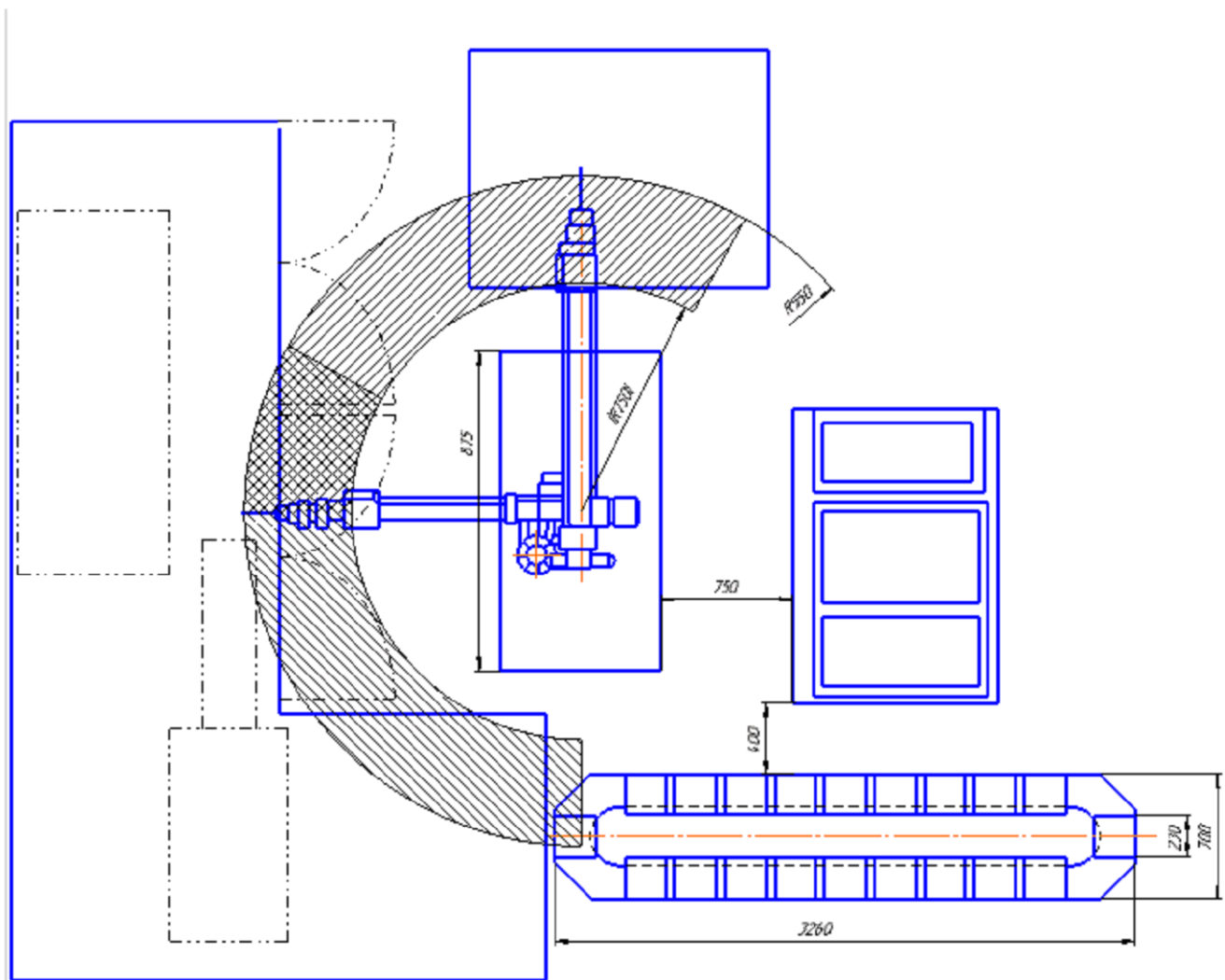


Рисунок 2.21 - Кільцева схема

Розрахунок допустимих швидкостей переміщення заготовки (деталі)

Для визначення швидкості лінійного позиціонування в діапазоні вильоту руки промислового робота використовуватимемо емпіричну формулу:

$$V_x = \frac{2 \cdot L_x \cdot \sqrt[4]{\Delta l}}{\sqrt[3]{M}}, [\text{м/с}] \quad (2.19)$$

де L_x - виліт руки ПР;

Δl - погрішність позиціонування;

M - маса об'єкту маніпулювання (маса заготовки, деталі), $m_{\text{зар}} = 0,581 \text{ кг}$, $1,19 \text{ кг}$, $0,83$

$$V_x = \frac{2 \cdot 0,25 \cdot \sqrt[4]{0,4}}{\sqrt[3]{0,581}} = 0,47 (\text{м/с})$$

Оскільки максимальна швидкість яку може забезпечити робот $0,5 \text{ м/с}$ то приймаємо $0,5 \text{ м/с}$

Кутова швидкість при повороті руки ПР щодо вертикальної осі:

$$\omega = \frac{0,5 \sqrt{\varphi} \cdot \sqrt[4]{\delta}}{\sqrt[3]{(2 \cdot L_x)^4}} \quad (2.20)$$

де δ – погрішність кутового позиціонування, с;

φ – кут повороту руки (120°), рад.;

$$\delta = \frac{\Delta l}{L_x} \cdot \frac{180}{\pi} \cdot 3600 = \frac{0,01}{750} \cdot \frac{180}{\pi} \cdot 3600 = 2,06 (\text{с})$$

$$\omega = \frac{0,5 \sqrt{120} \cdot \sqrt[4]{2,06}}{\sqrt[3]{(2 \cdot 750)^4}} = 0,38 (\text{рад/с})$$

Приймаємо значення швидкості кутового переміщення $0,40 \text{ рад/с}$

Розробка алгоритму роботи РТК та побудова циклограми його функціонування

Метою даного розділу є визначення всіх часів необхідних для виконання операції. Результат розрахунків покажемо за допомогою циклограми функціонування РТК.

Для розрахунку часу на кожний перехід використовуємо наступні формули:

$$t_1 = \frac{\varphi}{\omega} [c] \quad (2.21)$$

$$t_1 = \frac{l}{v} [c] \quad (2.22)$$

Де φ - кути поворотів механізмів.

l - лінійні переміщення механізмів

ω v - швидкості кутового і лінійного переміщення по відповідній координаті.

$$t_{01} = \frac{0.25}{0,5} = 0,5(c);$$

$$t_{12} = \frac{0.15}{0,13} = 1,15 (c);$$

$$t_{23} = \frac{0.15}{0,13} = 1,15 (c);$$

$$t_{34} = \frac{0.25}{0,5} = 0,5 (c);$$

$$t_{45} = \frac{90}{30} = 3 (c);$$

$$t_{56} = \frac{0.25}{0,5} = 0,5 (c);$$

$$t_{67} = \frac{0.15}{0,13} = 1,15 (c);$$

$$t_{78} = \frac{0.15}{0,13} = 1,15(c);$$

$$t_{89} = \frac{0.25}{0,5} = 0,5(c);$$

$$t_{910} = \frac{90}{30} = 3 \text{ (с)}$$

Таблиця 2.7 – алгоритм роботи РТК

Дія	Коментар	Величина переміщення, мм(град)	Швидкість переміщення, м/с, °/с	Час, с
Захоплення заготовки	Переміщення руки 1 та 2 ПР вперед	250	0,5	0,5
	Переміщення руки 1 та 2 ПР вниз	150	0,13	1,15
	Затиск заготовки захватами 1 та 2 ПР	-		0,5
	Переміщення руки 1 та 2 ПР ввєрх	150	0,13	1,15
	Переміщення руки 1 та 2 ПР назад	250	0,5	0,5
Сума	-			3,8
Встановлення заготовки на верстат	Поворот руки 1 та 2 ПР за год. стрілкою	90°	30°	3
	Переміщення руки 1 та 2 ПР вперед	250	0,5	0,5
	Переміщення руки 1 та 2 ПР вниз	150	0,13	1,15
	Розтиск заготовки захватами 1 та 2 ПР	-		0,5
	Переміщення руки 1 та 2 ПР ввєрх	150	0,5	1,15
	Переміщення руки 1 та 2 ПР назад	250	0,5	0,5
Сума				6,8
Верстат	Затискання заготовки на верстатному пристосуванні	-		8
	Обробка заготовки	-		42
	Розтискання заготовки на верстатному пристосуванні	-		8
Сума				58
Зняття заготовки з верстата	Переміщення руки 1 та 2 ПР вперед	250	0,5	0,5
	Переміщення руки 1 та 2 ПР вниз	150	0,13	1,15
	Затиск заготовки захватами 1 та 2 ПР	-		0,5
	Переміщення руки 1 та 2 ПР ввєрх	150	0,13	1,15
	Переміщення руки 1 та 2 ПР назад	250	0,5	0,5
Сума	-			3,8
Переміщення заготовки до місця складання готових деталей	Поворот руки 1 та 2 ПР за год. стрілкою	90°	30°	3
	Переміщення руки 1 та 2 ПР вперед	250	0,5	0,5
	Переміщення руки 1 та 2 ПР вниз	150	0,13	1,15
	Розтиск заготовки захватами 1 та 2 ПР	-		0,5
	Переміщення руки 1 та 2 ПР ввєрх	150	0,5	1,15
	Переміщення руки 1 та 2 ПР назад	250	0,5	0,5
Сума	-			6,8
Повернення руки ПР в початкове положення	Поворот руки 1 та 2 ПР проти год. стрілки	90°	30°	3
Сума	-	-		3
Тактовий стіл	Переміщення на одну позицію	90°	30°	3

Для графічного відображення окремих елементів та підсистем будемо циклограму



Рисунок 2.21 – Циклограма функціонування РТК

Один цикл роботи РТК складає 85,2 секунд.

Визначення основних показників роботизованого технологічного комплексу

Основні показники, що характеризують роботу РТК наступні: циклова продуктивність Q_u ; коефіцієнт відносної завантаженості ПР K_{rp} ; коефіцієнт використання ПР K_{sp} ; коефіцієнт використання основного устаткування K_{uo} ; коефіцієнт завантаженості ПР K_{sb} ; режиму роботи робота.

Циклова продуктивність визначається по наступній формулі:

$$Q_{\text{ц}} = \frac{1}{T_p}; \quad (2.24)$$

T_p - тривалість робочого циклу, $T_p = 85,2$ с (тому що руки робота працюють одночасно);

$$Q_{\text{ц}} = \frac{1}{85,2} = 0,$$

Коефіцієнт відносної завантаженості $K_{\text{зр}}$

$$K_{\text{зр}} = \frac{P_{\text{ср}}}{P}; \quad (2.25)$$

$P_{\text{ср}}$ - середнє значення робочого навантаження, $P_{\text{ср}} = 0,587$

P - вантажопідйомність робота, $P = 1$

$$K_{\text{зр}} = \frac{0,587}{1} = 0,587.$$

Коефіцієнт використання $K_{\text{вр}}$

$$K_{\text{вр}} = \frac{T_{\text{пр}}}{T_p}; \quad (2.26)$$

$T_{\text{пр}}$ - час роботи ПР за робочий цикл, $T_{\text{пр}} = 28,96$ с;

$$K_{\text{вр}} = \frac{28,96}{85,2} = 0,34$$

Коефіцієнт використання основного устаткування $K_{\text{во}}$

$$K_{\text{во}} = \frac{T_o}{T_p}; \quad (2.27)$$

T_o - час роботи основного устаткування за робочий цикл, $T_o = 58$ с;

$$K_{вр} = \frac{58}{85,2} = 0,68.$$

Розрахувавши значення коефіцієнтів, по [5] встановлюємо, що режим роботи ПР "легкий" при цьому коефіцієнт завантаженості $K_{нр} = 1,1$.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Оцінювання комерційного потенціалу розробки

Метою проведення технологічного аудиту є оцінювання комерційного потенціалу розробки, створеної в результаті науково-технічної діяльності. В результаті оцінювання робиться висновок щодо напрямів (особливостей) організації подальшого її впровадження з врахуванням встановленого рейтингу.

Для проведення технологічного аудиту залучено 3-х експертів, які оцінили комерційний потенціал розробки за 12-ю критеріями, наведеними в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Рекомендовані критерії оцінювання комерційного потенціалу розробки та їх можлива бальна оцінка

Критерії оцінювання та бали (за 5-ти бальною шкалою)					
Критерій	0	1	2	3	4
Технічна здійсненність концепції:					
1	Достовірність концепції не підтверджена	Концепція підтверджена експертними висновками	Концепція підтверджена розрахунками	Концепція перевірена на практиці	Перевірено роботоздатність продукту в реальних умовах
Ринкові переваги (недоліки):					
2	Багато аналогів на малому ринку	Мало аналогів на малому ринку	Кілька аналогів на великому ринку	Один аналог на великому ринку	Продукт не має аналогів на великому ринку
3	Ціна продукту значно вища за ціни аналогів	Ціна продукту дещо вища за ціни аналогів	Ціна продукту приблизно дорівнює цінам аналогів	Ціна продукту дещо нижче за ціни аналогів	Ціна продукту значно нижче за ціни аналогів
4	Технічні та споживчі властивості продукту значно гірші, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту трохи гірші, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту на рівні аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту трохи кращі, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту значно кращі, ніж в аналогів
5	Експлуатаційні витрати значно вищі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати дещо вищі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати на рівні витрат аналогів	Експлуатаційні витрати трохи нижчі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати значно нижчі, ніж в аналогів
Ринкові перспективи					
6	Ринок малий і не має позитивної динаміки	Ринок малий, але має позитивну динаміку	Середній ринок з позитивною динамікою	Великий стабільний ринок	Великий ринок з позитивною динамікою

Продовження табл. 3.1

7	Активна конкуренція великих компаній на ринку	Активна конкуренція	Помірна конкуренція	конкуренція	Конкурентів немає
Практична здійсненність					
8	Відсутні фахівці як з технічної, і з комерційної реалізації ідеї	Необхідно наймати фахівців або витратити значні кошти та час на навчання наявних фахівців	Необхідне незначне навчання фахівців та збільшення їх штату	Необхідне незначне навчання фахівців	Є фахівці з питань як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї
9	Потрібні значні фінансові ресурси, які відсутні. Джерела фінансування ідеї відсутні	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування відсутні	Потрібні значні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Не потребує додаткового фінансування
10	Необхідна розробка нових матеріалів	Потрібні матеріали, що використовуються у військово-промисловому	дорогі	досяжні та дешеві	Всі матеріали для реалізації ідеї відомі використовуються у виробництві
11	Термін реалізації ідеї більший за 10 років	Термін реалізації ідеї більший за 5 років. Термін окупності інвестицій більше 10-ти років	Термін реалізації ідеї від 3-х до 5-ти років. Термін окупності інвестицій більше 5-ти років	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій від 3-х до 5-ти років	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій менше 3-х років
12	Необхідна розробка регламентних документів та отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту	Необхідно отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту, що вимагає значних коштів та часу	Процедура отримання дозвільних документів для виробництва та реалізації продукту вимагає незначних коштів та часу	Необхідно тільки повідомлення відповідним органам про виробництво та реалізацію продукту	Відсутні будь-які регламентні обмеження на виробництво та реалізацію продукту

Таблиця 3.2 – Результати оцінювання комерційного потенціалу розробки

Критерії	Прізвище, ініціали, посада експерта		
	Пурдик В.П.	Петров О.В.	Сухоруков С.І.
	Бали, виставлені експертами:		
1	2	2	2
2	2	2	3
3	1	2	2
4	2	2	2
5	3	3	3
6	2	2	3
7	2	2	2
8	3	2	2
9	2	3	2
10	1	3	4
11	3	2	2
12	3	4	3
Сума балів	СБ ₁ =26	СБ ₂ =29	СБ ₃ =30
Середньоарифметична сума балів $\overline{СБ}$	$СБ = \frac{\sum_1^3 СБ_i}{3} = \frac{26 + 29 + 30}{3} = 28$		

Згідно [18] розробка має рівень комерційного потенціалу середній.

Характеризуючи виріб та ринок його реалізації висвітлюємо наступні питання.

Даний виріб має нову конструкцію та має забезпечити потребу споживачів у швидкому реагуванні та економії енергії.

Ринками збуту продукції можуть бути промислові регіони України.

Потенційними покупцями нового товару можуть бути малі та середні машинобудівні та ремонтні підприємства з одиничним та серійним виробництвом. Також деяка кількість підприємств може замінити старе або менш ефективне обладнання пропонованим.

Оскільки загальний ресурс роботи пропонованого пристрою є досить великим, тому будемо вважати, що його покупка підприємством буде разовою.

Також оцінивши новизну, та техніко економічні показники можна припустити що пристрій буде зберігати свою актуальність протягом 5 років.

3.2 Прогнозування витрат на розробку нового технічного рішення

Капітальні витрати на розробку нового рішення складаються з відповідних витрат і розраховуються за формулою:

$$K = Z_0 + Z_p + Z_{\text{доп}} + Z_n + A_{\text{обл}} + M + K_e + B_{\text{ЕЛ}} + B_{\text{ін}}, \quad (3.1)$$

де Z_0 – основна заробітна плата розробників, грн.;

Z_p – основна заробітна плата робітників, грн.;

$Z_{\text{доп}}$ – додаткова заробітна плата робітників, грн.;

Z_n – нарахування на заробітну плату розробників, грн.;

$A_{\text{обл}}$ – амортизація обладнання та приміщень для розробки, грн.;

M – витрати на матеріали, грн.;

K_e – витрати на інструменти, грн.;

$B_{\text{ел}}$ – витрати на електроенергію для розробки технічного рішення, грн.;

$B_{\text{ін}}$ – інші витрати, грн.

Витрати на основну заробітну плату розробників розраховують за формулою:

$$Z_0 = \frac{M \cdot t}{T_p}, [\text{грн}] \quad (3.2)$$

де M_{ni} – місячний посадовий оклад конкретного розробника, грн.;

t_i – число днів роботи конкретного розробника, грн.;

T_p – середнє число робочих днів в місяці, $T_p = 21 \dots 22$ дні (приймаємо 21).

Проведені розрахунки зведені до таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Витрати на заробітну плату розробників

Найменування посади	посадовий оклад, грн.	Оплата за робочий день, грн	Число днів роботи	Витрати на заробітну плату, грн.
Керівник проекту	8012	381,5	21	8012
Інженер-конструктор	5652	269,1	10	2691
Технік	7000	350	11	3850
Всього				$Z_o = 14562$

Витрати на основну заробітну плату робітників за відповідними найменуваннями робіт розраховують за формулою:

$$Z_p = \sum_{i=1}^n C_i \cdot t_i, [\text{грн}] \quad (3.3)$$

де C_i – погодинна тарифна ставка робітника відповідного розряду, за виконану відповідну роботу, грн./год;

t_i – час роботи робітника на визначеній i -й технологічній операції при виготовленні одного виробу, год.;

де M_M – розмір мінімальної місячної заробітної плати, грн. (4173 грн.) :

K_i – тарифний коефіцієнт робітника відповідного розряду. Величина чинних

наведена в [19];

T_p – середнє число робочих днів в місяці, приблизно $T_p = 21 \dots 22$ дні;

t_{zm} – тривалість зміни, год.

Оскільки принципова схема нового пристрою вже відома, можна скласти приблизний перелік основних деталей та операцій для їх виготовлення.

Результати розрахунків представлені у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Величина витрат на основну заробітну плату робітників

Найменування робіт (механічна обробка на верстаті)	Трудомісткість, год.	Коефіцієнт	Розряди робіт	Погодинна тарифна ставка	Величина оплати, грн.
Токарно-револьверна з ЧПК	0,1046	1,27	4	31,455	3,29
Токарно-револьверна з ЧПК	0,1046	1,27	4	31,455	3,29
Токарна з ЧПК	0,0572	1,18	3	29,310	1,68
Токарна з ЧПК	0,0572	1,18	3	29,310	1,68
Всього					$Z_p = 10$

Додаткову заробітну плату розраховуємо як 10...12% від суми основної заробітної плати розробників та робітників за формулою:

$$Z_{дод} = H_{дод} (Z_p + Z_o) = 0,12 \cdot (10 + 14562) = 1748,6 \text{ (грн.)}$$

Нарахування на заробітну плату розробників та робітників розраховується як 22% від суми основної та додаткової заробітної плати розробників і робітників за формулою:

$$Z_H = H_{zn} (Z_p + Z_o + Z_{дод}) = 0,22 \cdot (10 + 14562 + 1748,6) = 3591,9 \text{ (грн.)}$$

Амортизаційні відрахування по кожному виду обладнання та приміщенням можуть бути розраховані з використанням прямолінійного методу амортизації за

$$A_{амз} = \frac{Ц \cdot T_{\phi}}{T_K \cdot 12} \quad (3.4)$$

де Ц – загальна балансова вартість всього обладнання, комп'ютерів, приміщень тощо, що використовувались для виконання даного етапу роботи, грн;

T_{ϕ} – термін використання обладнання, приміщень тощо, місяців;

T_K – термін корисного використання, років.

Результати розрахунків представлені у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Амортизаційні відрахування

Найменування обладнання	Балансова вартість, грн.	Строк корисного використання, років	Термін використання обладнання, місяців	Амортизаційні відрахування, грн.
Оф. приміщення	100000	20	1	416,8
Вироб. прим.	250000	15	1	3125
Комп'ютери	10000	4	1	208,3
Токарно-револьверний 1П420ПФ30	100000	10	1	1562
Токарний напівавтомат 1П420ПФ40	100000	10	1	1562
Токарний з ЧПК МК6101МФ3	150000	10	1	1250
Всього:				$A_{\text{обл}} = 8124,1$

Витрати на матеріали, у вартісному вираженні розраховуємо окремо по кожному виду матеріалів за формулою:

$$M = \sum_{j=1}^n H_j \cdot C_j \cdot K_j - \sum_{j=1}^n B_j \cdot C_{sj}, \quad (3.5)$$

де H_j – норма витрат матеріалу j -го найменування, кг;

n – кількість видів матеріалів;

C_j – вартість матеріалу j -го найменування, грн./кг;

K_j – коефіцієнт транспортних витрат, (K_j);

B_j – j -го найменування, кг;

C_{sj} – вартість відходів j -го найменування,

Проведені розрахунки зводимо до таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Витрати на матеріали

Найменування	Ціна за кг., грн.	кг	відходів, кг	Ціна відходів, грн.	Коеф.	Вартість витраченого матеріалу, грн.
Сталь 20Л	25	0,9	0,365	9,1	1,1	21,43
Папір офісний	1 грн/шт	100 листків	20 шт	0,5	1,1	99
Конц.обладнання (олівець, ручка, гумка, лінійка)	50 грн/шт	1 шт.	0	-	1,1	60,5
Всього						180,93

Витрати на інструменти, які використовують при виробництві нового технічного рішення, розраховуються за формулою:

$$B_i = \sum_{j=1}^n H_j \cdot C_j \cdot K_j, \quad (3.6)$$

де H_j – кількість інструментів;

C_j – покупна ціна інструментів (без ПДВ);

K_j – коефіцієнт транспортних витрат, ($K_j=1,1 \dots 1,15$).

Таблиця 3.7 – Витрати на інструменти

Найменування інструменту	Кількість	Ціна за штуку, грн.	Сума, грн.
Різець упорний №1	10	55,72	557,2
Різець упорний №2	10	55,72	557,2
Різець розточувальний №1	10	40,0	400,0
Різець розточувальний №2	10	40,0	400,0
Різець канавочний	10	111,0	1111,0
Зенкер	10	100,0	1000,0
Свердло спіральне №1	10	100,0	1000,0
Свердло спіральне №2	10	100,0	1000,0
Мічик	10	100,0	1000,0
Всього			7025,4

Враховуючи коефіцієнт витрат на транспортування витрати на інструменти дорівнюватимуть $K_g = B_i \cdot 1,1 = 7025,4 \cdot 1,1 = 7727,9$ грн.

Витрати на силову електроенергію розраховуються за формулою:

$$B_e = B \cdot \Pi \cdot \Phi \cdot K_{\Pi}, \quad (3.7)$$

де B – вартість 1 кВт-год. Електроенергії ($B = 2,059$ грн./кВт, кВт згідно із тарифами Енера Вінниця» для промислових та прирівняних до них споживачами з приєднаною потужністю до 750 кВА 2-го класу);

Π – установлена потужність обладнання, кВт;

Φ – фактична кількість годин роботи обладнання, годин;

K_{Π} – коефіцієнт використання потужності; $K_{\Pi} < 1$.

Таблиця 3.8 – Витрати на електроенергію

Найменування обладнання	Встановлена потужність, кВт.	Тривалість роботи, год.	Коефіцієнт використання потужності	Сума, грн.
Освітлення офісних приміщень	0,8	176	0,95	346,43
Освітлення виробн. приміщень	2	176	0,95	688,52
Комп'ютерна техніка	1	176	0,7	253,66
Верстати та інше обладнання	59,9	0,4593	0,9	50,98
$B_e = 1339,59$				

Інші виробничі витрати доцільно прийняти як (100...300)% від суми основної заробітної плати розробників та робітників, які приймали участь в розробці нового технічного рішення. Величину витрат розраховують за формулою:

$$B_{in} = 2 (3_p + 3_o) = 2 \cdot (10 + 14562) = 29144 \text{ (грн.)}$$

Тоді визначаємо вкладення на розробку конструкторського технічного рішення відповідно до формули (3.1) будуть дорівнювати:

$$K = 10 + 14562 + 3591,9 + 1748,6 + 8124,1 + 180,93 + 7727,9 + 1339,59 + 29144 = 66492 \text{ (грн.)}$$

Виконуємо розрахунок загальних витрат на виконання даної роботи.

Загальна вартість всієї наукової роботи визначається за $V_{\text{заг}}$

$$V_{\text{заг}} = \frac{V_{\text{ін}}}{\alpha}, \quad (3.8)$$

де α – частка витрат, які безпосередньо здійснює виконавець даного етапу роботи, у відповідних одиницях, в даному випадку $\alpha = 0,9$.

Тоді

$$V_{\text{заг}} = \frac{V_{\text{ін}}}{\alpha} = \frac{29144}{0,9} = 32382,22 \text{ (грн.)}$$

Виконуємо прогнозування загальних витрат на виконання та впровадження результатів виконаної наукової роботи. Прогнозування загальних витрат $ЗВ$ на виконання та впровадження результатів виконаної наукової роботи здійснюється за формулою:

$$ЗВ = \frac{V_{\text{заг}}}{\beta} = \frac{29144}{0,7} = 41634,29 \text{ (грн.)}$$

де $\beta = 0,7$ – коефіцієнт, який характеризує етап (стадії розробки промислового зразка) виконання даної роботи.

3.3 Прогнозування комерційних ефектів від реалізації результатів розробки

За приблизними розрахунками на виконання науково-дослідної роботи та впровадження її результатів, а також отримання прибутків необхідно 1 місяць.

Позитивний ефект прогнозується одразу після впровадження розробки у виробництво, і за рахунок якісної зміни характеристик у порівнянні із аналогами. Актуальність нова розробка буде мати впродовж, мінімум, п'яти років.

В результаті дослідження виробництв де використовується схожі вироби, можна припустити, що впровадження нової розробки дозволить у порівнянні з аналогами, збільшити кількість оброблюваних деталей на 20% за перший рік, на 15% в другий, та на 10% у кожен послідуєчий за рахунок збільшення швидкості та якості роботи.

Приблизний час виробництво виробу в рік $T_{вир}$ (за умови використання в одну зміну) складає 2756 год. ($T_{вир} = 0,4593 \text{ год} \times 6000 \text{ шт}$). Приблизна ціна, яка буде менша аналогів та задовольнятиме потреби виробництва, становить $C_{вир} = 950$ грн. Тоді прибуток від реалізації одного виробу становитиме:

$$П = C_{вир} - M - Z_p = 950 - 180,93 - 10 = 759,07 \text{ (грн)}.$$

З цих даних можна розрахувати економічний ефект від впровадження розробки на підприємстві. Розрахунок проводимо за формулою:

$$\Delta\Pi_i = N \cdot C_{вир} \cdot R_i \cdot 0,8333 \cdot 0,82 \text{ [грн]}, \quad (3.9)$$

де N – програм випуску деталей у рік, шт;

$C_{вир}$ – запропонована ціна виробу, грн;

R_i – покращення основного кількісного показника діяльності підприємства від впровадження результатів розробки в поточному році;

Збільшення чистого прибутку протягом першого року ($R_1 = 0,20$):

$$\Delta\Pi_1 = 6000 \cdot 759,07 \cdot 0,2 \cdot 0,8333 \cdot 0,82 = 622412,5 \text{ (грн)}.$$

Збільшення чистого прибутку протягом другого року ($R_2 = 0,23$):

$$\Delta\Pi_2 = 6000 \cdot 759,07 \cdot 0,23 \cdot 0,8333 \cdot 0,82 = 715774,4 \text{ (грн)}.$$

Збільшення чистого прибутку протягом третього року ($R_3 = 0,26$):

$$\Delta\Pi_3 = 6000 \cdot 759,07 \cdot 0,26 \cdot 0,8333 \cdot 0,82 = 809136,3 \text{ (грн)}.$$

Збільшення чистого прибутку протягом четвертого року ($R_4 = 0,29$):

$$\Delta\Pi_4 = 6000 \cdot 759,07 \cdot 0,29 \cdot 0,8333 \cdot 0,82 = 902498,2 \text{ (грн)}.$$

Збільшення чистого прибутку протягом п'ятого року ($R_5 = 0,32$):

$$\Delta\Pi_5 = 6000 \cdot 759,07 \cdot 0,32 \cdot 0,8333 \cdot 0,82 = 995860 \text{ (грн)}.$$

3.4 Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності

Основними показниками, які визначають доцільність фінансування наукової розробки певним інвестором, є абсолютна і відносна ефективність вкладених інвестицій та термін їх окупності. Розрахунок ефективності вкладених інвестицій передбачає проведення таких робіт.

1. Розраховують теперішню вартість інвестицій PV, що вкладаються в наукову розробку. Такою вартістю ми можемо вважати прогнозовану величину загальних витрат ЗВ на виконання та впровадження результатів дослідження, що складає 30634,2 грн. Для спрощення подальших розрахунків будують вісь часу, на яку наносять всі платежі (інвестиції та прибутки), що мають місце під час виконання науково-дослідної роботи та впровадження її результатів. Платежі показуються у ті терміни, коли вони здійснюються.

Отже загальні витрати ЗВ на виконання та впровадження результатів роботи становлять 30634,2 грн. Результати вкладених у наукову розробку

інвестицій почнуть виявлятися через шість місяців і впродовж п'яти років від початку розробки впровадження.

Тоді рисунок, що характеризує рух платежів (інвестицій та додаткових прибутків) буде мати вигляд, наведений на рисунок 3.1.

Розраховуємо абсолютну ефективність вкладених інвестицій $E_{\text{абс}}$. Для цього користуються формулою:

$$E_{\text{абс}} = (\text{ПП} - \text{PV}), \quad (3.10)$$

де ПП – приведена вартість всіх чистих прибутків, що їх отримає підприємство (організація) від реалізації результатів наукової розробки, грн;

PV – теперішня вартість інвестицій $PV = 3B$, грн.



Рисунок 3.1 – Вісь часу з фіксацією платежів, що мають місце під час розробки та впровадження результатів НДДКР

У свою чергу, приведена вартість всіх чистих прибутків ПП розраховується за формулою:

$$\text{ПП} = \sum_1^t \frac{\Delta\Pi_i}{(1 + \tau)^i}, \quad (3.11)$$

$\Delta\Pi_i$ – збільшення чистого прибутку у кожному із років, протягом яких виявляються результати виконаної та впровадженої НДДКР, грн;

t – період часу, протягом якого виявляються результати впровадженої НДДКР, роки;

τ – ставка дисконтування, за яку можна взяти щорічний прогнозований рівень інфляції в країні; для України цей показник знаходиться на рівні 0,1;

t – період часу (в роках) від моменту отримання чистого прибутку до точки «0».

Якщо $E_{абс} \leq 0$, то результат від проведення наукових досліджень та їх впровадження буде збитковим і вкладати кошти в проведення цих досліджень ніхто не буде.

Якщо $E_{абс} > 0$, то результат від проведення наукових досліджень та їх впровадження принесе прибуток, але це також ще не свідчить про те, що інвестор буде зацікавлений у фінансуванні даного проекту (роботи).

Розрахуємо абсолютну ефективність інвестицій, вкладених у реалізацію проекту. Домовимося, що ставка дисконтування τ дорівнює 0,1.

Таким чином, отримаємо:

$$ПП = \frac{622412,5}{(1+0,1)^2} + \frac{715774,4}{(1+0,1)^3} + \frac{809136,3}{(1+0,1)^4} + \frac{902498,2}{(1+0,1)^5} + \frac{995860}{(1+0,1)^6} = \quad ,9(\text{грн})$$

Тоді $E_{абс} = (1374879,9 - 30634,2) = 1344245,7$ грн.

Оскільки $E_{абс} > 0$, то вкладання коштів на виконання та впровадження результатів НДДКР може бути доцільним.

Розраховуємо відносну (щорічну) ефективність вкладених в наукову розробку інвестицій E_v . Для цього користуються формулою:

$$E_v = \tau \sqrt[1+\tau]{1 + \frac{E_{абс}}{PV}} \quad (3.12)$$

де $E_{абс}$ – абсолютна ефективність вкладених інвестицій, грн;

PV – теперішня вартість інвестицій $PV = 3B$, грн;

$T_{ж}$ – життєвий цикл наукової розробки, роки.

Далі, розрахована величина E_B порівнюється з мінімальною (бар'єрною) ставкою дисконтування τ , яка визначає ту мінімальну дохідність, нижче за яку інвестиції вкладатися не будуть. У загальному вигляді мінімальна (бар'єрна) ставка дисконтування τ визначається за формулою:

$$\tau = d + f, \quad (3.13)$$

d – середньозважена ставка за депозитними операціями в комерційних банках; в 2019 році в Україні $d = (0,7...0,15)$;

f – показник, що характеризує ризикованість вкладень; зазвичай, величина $f = (0,05...0,1)$, але може бути і значно більше.

Якщо величина $E_B > \tau$, то інвестор може бути зацікавлений у фінансуванні даної наукової розробки. В іншому випадку фінансування наукової розробки здійснюватися не буде.

Спочатку спрогнозуємо величину τ . Припустимо, що за даних умов $\tau = 0,1 + 0,05 = 0,15$.

Тоді відносна (щорічна) ефективність вкладних інвестицій в проведення наукових досліджень та впровадження їх результатів складе:

$$E_B = \sqrt[5]{1 + \frac{E}{PV}} - 1 = \sqrt[5]{1 + \frac{,7}{30634,2}} - 1 = 0.93$$

Оскільки $E_B = 93\% > \tau = 0,15 = 15\%$, то інвестора може зацікавити вкладання капіталу в дану розробку.

Розраховуємо термін окупності вкладених у реалізацію наукового проекту інвестицій. Термін окупності вкладених у реалізацію наукового проекту інвестицій $T_{ок}$ можна розрахувати за формулою:

$$T_{ок} = \frac{1}{E_B} \quad (3.14)$$

Якщо $T_{ок} < 3 \dots 5$ -ти років, то фінансування даної наукової розробки в принципі є доцільним. В інших випадках потрібні додаткові розрахунки та обґрунтування. Термін окупності вкладених у реалізацію проекту інвестицій $T_{ок}$

$$T_{ок} = \frac{1}{0,93} = 1,07 \text{ років,}$$

що свідчить про можливу доцільність фінансування даної розробки.

3.5 Висновки до економічної частини

При оцінці економічної ефективності наукового дослідження було визначено комерційний потенціал дослідження та розраховано кошторис капітальних витрат на розробку нового технічного рішення, на його виробництво та впровадження, а також оцінено економічну ефективність інноваційного рішення.

Комерційний потенціал дослідження за результатами опитування експертів було визначено як вище середнього. Визначення капітальних витрат на розробку нового технічного рішення включало витрати на основну заробітну плату розробників (13809 грн.) і робітників (10 грн. на виготовлення одиниці продукції), а також додаткову заробітну плату (1659,6 грн.), амортизацію обладнання (8124,1 грн), витрати на електроенергію (10712 грн), матеріали (21,43 грн. на одиницю продукції) і таке інше. В розрахунку економічної ефективності було виконано прогнозування загальних витрат на виконання та впровадження результатів наукової роботи, що склали 30634,2 грн., спрогнозовано комерційний ефект від реалізації результатів розробки та ефективність (93%рік) вкладених інвестицій і періоду їх окупності (1,07). За результатами всіх розрахунків було виявлено доцільність проведення даної наукової роботи оскільки вона є економічно доцільною.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Аналіз умов праці

На робочому місці механічної обробки деталі типу " Корпус К02-17" діють небезпечні та шкідливі фактори фізичної, хімічної та психологічної груп.

В процесі механічної обробки деталі "корпус" виділяється стружка, туман мінеральних мастил, ЗОР, які видаляються через вентиляційну систему. При цьому можливий вплив на робітників шкідливих і небезпечних факторів: підвищений вплив шуму; підвищений рівень вібрації; рухомі машини і механізми, рухомі частини верстатів; підвищена запиленість робочої зони; підвищена температура робочої зони; підвищена напруга в електричному колі, замикання якого може виникнути через тіло людини; гострі кромки, заусениці і шорсткість на поверхнях заготовок, інструмента, обладнання; недостатня освітленість робочої зони.

Хімічні небезпечні і шкідливі виробничі фактори: токсичні; подразнюючі. Ці фактори виникають внаслідок застосування у виробництві ЗОР для нормальної роботи ріжучого інструменту і можуть бути причиною хронічних та гострих отруєнь.

Психофізіологічні небезпечні і шкідливі виробничі фактори, що можуть бути на дільниці: фізичні перевантаження, монотонність роботи.

4.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

В приміщенні дільниці механічної обробки виконуються роботи середньої важкості (категорія II б): енерговитрати від 200 до 250 ккал / год (232-293Вт), інструментів, супроводжуються помірним фізичним навантаженням. Робота в позі стоячи призводить до швидкої втоми .

4.2.1 Мікроклімат.

Якщо по технологічним вимогам, технічним і економічним причинам оптимальні норми не забезпечуються, то встановлюються допустимі величини

показників мікроклімату . Відповідно ГОСТ 12.1.005-88 оптимальні і допустимі показники приведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Оптимальні і допустимі показники мікроклімату

Період року	Категорія	Температура, °С		Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/хв	
		Оптим.	Доп.	Оптим.	Доп.	Оптим.	Доп.
Холодний	Пб	17-19	15-21	40-60	75	0,2	<0,4
Теплий	Пб	20-22	16-27	40-60	70-25°	0,3	0,2-0,5

В даному цеху внаслідок роботи інструменту та обладнання при більшості операцій механічної обробки виникає виробничий пил, який може викликати зношування поверхонь тертя. Головним засобом боротьби з пилом та механічну вентиляцію.

Системи опалення, вид і параметри теплоносія, а також типи нагрівальних пристроїв передбачаються з урахуванням теплової енергії навколишніх конструкцій у відповідності з характером і призначенням СНиП 27.04.05-84, в приміщенні даного цеху передбачені система опалення, внутрішнього водопроводу, гарячого водопостачання, каналізації. Система опалення холодний і перехідний періоди року на рівні 16°С. Опалення - центральне, водяне і парове з радіаторами і ребристими трубами. Нагрівачі прилади встановлюються біля зовнішніх вікон.

4.2.2 Освітленість

На дільниці механічної обробки застосовують природне і штучне освітлення. Недостатня освітленість приводить до втоми, підвищенню

травматизму. Природне освітлення характеризується коефіцієнтом природної освітленості, штучне освітлення характеризується освітленістю. Для металорізальних верстатів робоча поверхня - це місце обробки деталей. Площина в якій нормується освітлення - горизонтальна. Розряд зорової роботи II в. Освітленість при комбінованому освітленні загальному та місцевому - при загальному 200 лк. Освітленість при одному загальному освітленні 500 лк. Для розряду зорової роботи II, підрозряду "в" характеристика зорової роботи дуже високої точності, найменший розмір об'єкту розпізнавання від 0,15 до 0,3 мм. Контраст об'єкта розпізнавання з фоном може бути малий, середній, великий і відповідно фон - світлий, темний, середній.

Природне освітлення в приміщенні бічне. Нормоване значення $e_n^m = 1,5\%$. Місто Вінниця знаходиться у IV поясі світлового клімату. Нормоване значення КПО e_n для будов, розташованих у IV поясі:

$$e_n^{IV} = e_n^m \cdot m \cdot C = 1,5 \cdot 0,9 \cdot 0,95 \cong 1,28\%,$$

де e_n - значення КПО для третього поясу світлового клімату;

m - коефіцієнт світлового клімату, для IV поясу $m = 0,9$;

C - коефіцієнт сонячності клімату, для азимута 0° і поясу світлового клімату IV $C=0,95$.

Для загального штучного освітлення використовуються люмінесцентні лампи, для місцевого освітлення - лампи розжарювання.

4.2.3 Виробничий шум. (СНіП-3223-85).

Допустимі рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні звуку і еквівалентні рівні звуку на робочих місцях в виробничих приміщеннях і на територіях підприємств представленні в таблиці 6.2.

В якості акустичних засобів захисту від шуму застосовуються:

- звукопоглинаючі обшивки на редукторах приводів - корпус коробки швидкостей;

- звукоізоляція каналів витяжної вентиляції багат шаровими перегородками,

- звукоізолюючі кожухи на клинопасових передачах. Коли ці засоби виявляються не ефективними, потрібно використовувати засоби індивідуального захисту від шуму: шлеми, беруші.

-

Таблиця 4.2 – Нормування значень рівнів шуму

Рівень звукового тиску, дБ, в октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц.									Рівні звуку та еквівалентні рівні звуку, дБ(А)
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4500	8000	
107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

4.2.4 Вібраційна безпека (ГОСТ 12.1.012-78).

Від верстатів, систем вентиляції та іншого обладнання на працюючих може діяти вібрація.

Санітарні норми одночислових показників вібраційного навантаження оператора для довговічності зміни вісім годин приведені в таблиці 4.3

Таблиця 4.3 – Санітарні норми одночислових показників вібраційного навантаження на оператора для зміни в 8 год.

Вид вібрації	Категорія вібрації по сан. нормам	Напрямок дії	Нормативні і кореговані частоти і еквівалентні кореговані значення			
			Віброприскорення		Віброшвидкість	
			мс ²	дБ	мс	дБ
локальна	-	X _л Y _л Z _л	2,0	126	2,0	112
загальна		Z _з Y _з X _з	0,1	100	0,2	90

Якщо вище наведенні норми не забезпечуються то застосовують методи колективного захисту, що знижують параметри вібрації у напрямку її поширення.

4.3 Техніка безпеки

Для забезпечення безпечної експлуатації під'ємнотранспортні машини постачають із засобами захисту включаючи системи дистанційного керування. Для дистанційного керування під'ємнотранспортними машинами застосовують керування (при керуванні з різних місць). Інспекція Держнагляду й адміністрація підприємства встановлюють постійний нагляд за станом вантажопід'ємних пристроїв, канатів, ланцюгів, змінних вантаж захоплюючих органів (гаків, вантажопідійомних електромагнітів і т.п.), знімних вантаж захоплюючих пристосувань (стропів, клещей, траверс і т.п.) і тари (контейнерів), доглядом за ними і безпекою експлуатації. Зокрема, правилами Держнагляду передбачається погляду охорони праці в машинобудуванні найбільшу небезпеку серед усіх під'ємнотранспортних машин.

4.3.1 Електробезпека.

В цехах існує небезпека ураження, так як в механічних цехах експлуатується обладнання, з використанням електричного струму високої напруги. В даному приміщенні наявні такі небезпечні фактори: наявність струмопровідних основ; можливість одночасного дотику людини до металоконструкції які мають з'єднання з землею будівель, технологічних апаратів, допоміжних механізмів з одного боку і до металічних корпусів електрообладнання з іншого.

Електрообладнання живиться від трифазних чотири-провідних мереж з заземленою нейтраллю споживчого трансформатора напругою до 1000 В (380/220В).

Виходячи з вище перелічених факторів і згідно ГОСТ 12Л.013- приміщення можна класифікувати як приміщення особливо небезпечні. Тому для захисту обслуговуючого персоналу згідно ГОСТ 2Л.030-80 вибираємо такі способи захисту, як занулення та захисне заземлення.

На випадок обриву нульовий провід повторно заземлюється через кожних 2 метрів та перед вводом в будівлю.

4.4 Пожежна безпека

Дільниця механічної обробки по пожежо- і вибухонебезпеці відноситься до категорії виробництва Д - виробництва, в якому оброблюються негорючі речовини і матеріали в холодному стані.

По ступінню вогнестійкості будівлі відносяться до ступню - будівлі знесучими і огорожуючими конструкціями з природних чи штучних матеріалів, бетону, залізобетону з використанням листових чи плитних перегороджуючи матеріалів.

В таблиці 7.2 наведені межі вогнестійкості конструкцій, об'єкту. Ці межі вогнестійкості повинні бути такими, щоб конструкції зберігали несучі і огорожувальні функції під час пожежі та евакуації людей або перебуванні їх в місцях захисту.

Таблиця 4.4 – Значення меж вогнестійкості.

Максимальна границя вогнестійкості				
		Колони		
Зов. несучі	Внут. несучі			
0.25/40	0.25/40	0.25/0	1/0	0.25/0

В таблиці 3.3 вказані максимально допустимі площі поверху за СНиП 2.09.0285.

Таблиця 4.5 – Ступінь вогнестійкості

Категорія виробництв	Мах. число	Ступінь вогнестійкосты	Площа поверху в межах пожежного
Д	6	1	Не обмежується

виробничого приміщення передбачаємо безпечну евакуацію людей на випадок виникнення пожежі у відповідності з СНиП 2.01.02-85: висота від підлоги до низу виступаючих конструкцій повинна бути не менше 2,2 м, висота від підлоги до низу виступаючих частин комунікацій і обладнання в місцях регулярного знаходження людей і на шляхах евакуації - не менше 2 м.

Для запобігання пожеж в цеху необхідно провести ряд заходів з техніки безпеки, а саме:

- встановити пожежні сповісники;
- проводити своєчасні профілактичні огляди і випробування обладнання; оснащення діляниць засобами пожежегасіння, встановити новий комплект пожежного щита, забезпечити вільний доступ до пожежного інвентаря.

4.5 Безпека в надзвичайні ситуації

4.5.1 Оцінка безпеки роботи обладнання з ЧПК на ділянці механічної обробки деталі «Корпус К02-17» в умовах дії іонізуючого випромінювання

За критерій, що визначає безпеку роботи обладнання з ЧПК в цих умовах приймається таке максимальне значення дози опромінення елементної бази ($D_{зрi}, P$) або граничне значення рівня радіації ($p_{зр}, P/\text{год}$), при якому в буде працювати з потрібною якістю. Оцінку працездатності проводять в такій послідовності [12]:

- 1) Аналізуємо систему ЧПК, а саме її елементну базу, від якої залежить функціонування системи на відповідному рівні: транзистори, конденсатори,

резистори, діоди, інтегральні схеми, регулятори напруги, силові трансформатори, драйвери управління двигуна.

2) Визначаємо для кожного елемента $D_{зр}$. Дані заносимо до таблиці 4.6

Таблиця 4.6 – Максимально допустимі значення експозиційних доз опромінення для матеріалів і елементів обладнання з ЧПК

№	Блок	Елементи системи ЧПК	$D_{гр}, P$	$D_{гр}, P$
1	Блок живлення	Діоди, P26	10^5	10^5
2		Транзистори T186-500	10^5	
3		Конденсатори, K18У-6	10^7	
4		Резистори R16	10^7	
5		Силовий трансформатор	10^7	
6		Регулятор напруги	10^7	
1	Блок управління	Діоди, P26	10^5	10^5
2		Транзистори T186-500	10^5	
3		Конденсатори, K18У-6	10^7	
4		Резистори R16	10^7	
5		Драйвер управління двигуна	10^5	

3) Визначаємо граничне значення рівня радіації p , P/год:

$$D_{зр} = \frac{2P_{зр}(\sqrt{t_k} - \sqrt{t_n})}{K_{посл}} \Rightarrow$$

$$P_{зр} = \frac{D_{зр} \cdot K_{посл}}{2(\sqrt{t_k} - \sqrt{t_n})} [P/год], \quad (4.1)$$

де t_k - час закінчення роботи, $t_k = 10$ років = 87600 год;

t_n - час початку роботи, год;

$K_{посл}$ - коефіцієнт послаблення, $K_{посл}=4$

$$P_{ep} = \frac{10^5 \cdot 4}{2(\sqrt{87600} - \sqrt{1})} = 677,9 \text{ (P/год)}.$$

Визначаємо допустимий час

$$t_{дон} = \left(\frac{D_{ep} \cdot K_{носл} + 2 \cdot P_{1max} \sqrt{1}}{2 \cdot P_1} \right)^2 [\text{год}]; \quad (4.2)$$

$$t_{дон} = \left(\frac{10^4 \cdot 4 + 2 \cdot 6,77 \cdot \sqrt{1}}{2 \cdot 6,77} \right)^2 = 87332 \text{ (год)}.$$

Обладнання з ЧПК на дільниці механічної обробки деталі «Корпус К02-17» буде працювати безпечно, якщо граничне значення рівня радіації не буде перевищувати 677,9 Р/год.

4.6 Висновки до розділу 4

Для дільниці механічної обробки деталі «Корпус К02-17» було розроблено заходи з охорони праці на робочому місці. Визначено необхідну кількість ламп (24 шт.) для забезпечення освітлення.

Виявлено, що при дії іонізуючого випромінювання система ЧПК на верстаті 1П420ПФ40 на дільниці механічної обробки деталі «Корпус К02-17» буде працювати у нормальному режимі у разі обмеження значення потужності експозиційної дози від 0 до 677,9 Р/год.

ВИСНОВКИ

В запропонованій магістерській роботі мною було повністю розраховано та спроектовано маршрут механічної обробки деталі «Корпус К02-17». Було визначено тип виробництва та розраховано виготовлення заготовки.

Слідуючи сучасним тенденціям розвитку машинобудування, в БДР використані сучасні CAD –CAM системи та обладнання з ЧПК.

Враховуючи серійність, типові маршрути механічної обробки типових деталей та особливості конструкції деталі і її функціонального призначення, запропонований технологічний процес обробки деталі, який орієнтований на використання гнучкого виробництва на базі верстатів з ЧПК.

Використання комплексу CAD/CAM-систем дозволило значно пришвидшити процес проектування технологічного маршруту та зменшити час на виконання необхідних розрахунків.

В хорді роботи розроблено РТК для виконання токарної операції на токарному верстаті з ЧПК.

Для даного РТК вибрана компоновальна схема кільцевого типу. Дана схема одна відносно одної. Дане конструкторське рішення дозволить зменшити допоміжний час за рахунок зменшення шляху руху робота, а також одночасна робота двох рук.

В ході роботи розраховані усі часові витрати на виконання основних та допоміжних операцій, побудована циклограма роботи РТК.

В останньому розділі було визначено основні елементи техніки безпеки, пожежної безпеки та охорони праці

ЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Дерібо, О. В. Основні технології машинобудування. Частина 2. Практикум : навчальний посібник / Дерібо О. В., Дусанюк Ж. П., Сухоруков С. І. — Вінниця : ВНТУ, 2015. — 116 с.
2. Дерібо О. В., Дусанюк Ж. П., Пурдик В. П. Методичні вказівки до виконання курсового проектування з дисципліни «Технологія обробки типових деталей та складання машин» для студентів спеціальностей «Технологія машинобудування» та «Металорізальні верстати та системи». — Вінниця, 2009. — 102 с. Електронний ресурс: http://www.vstu.vinnica.ua/ua/inst/inmt/site_tam/.
3. Дерібо О. В., Дусанюк Ж. П., Мироненко О. М. та ін. Теоретичні основи технології виробництва деталей та складання машин. Лабораторний практикум. — Вінниця: ВНТУ, 2006. — 119 с.
4. Дерібо О. В., Ж. П. Дусанюк Ж. П., С. В. Репінський С. В.. Теоретичні основи технології виробництва деталей та складання машин. Частина 1: практикум /— Вінниця: ВНТУ, 2010. — 114 с.
5. Дусанюк Ж. П. Проектування та виробництво заготовок деталей машин / Ж. П. Дусанюк, С. В. Дусанюк. — Вінниця : ВНТУ, 2004. — 90 с.
6. Балакшин Б. С. Основы технологии машиностроения. Учебник для машиностроительных специальностей вузов. М.: Машиностроение. 1969. — 358 с.
7. Расчеты экономической эффективности новой техники. Справочник. / Под ред. К. М. Великанова. Л.: Машиностроение. 1990. — 488 с.
8. Ж.П. Дусанюк. С.В. Дусанюк. Методичні вказівки до "машинобудування" для студентів заочної форми навчання спеціальності 7.090202 "Технологія машинобудування"
9. Технология машиностроения. (специальная часть). / А.А. Гусев, Е.Р.Ковальчук, И.М. Колесов и др. М. : Машиностроение, 1986 — 480 с.

10. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / Под ред. А.Ф. Горбачевича. – Минск: Высшая школа, 1983. – 288 с.

11. ГОСТ 7505 - 89. Поковки стальные штампованные.

12. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для числовым программным управлением. Часть I Нормативы времени – Экономика, 1990-206 с.

13. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для числовым программным управлением. Часть II Нормативы режимов резания – Москва Экономика, 1990-

14. Д. О. Лозінський Застосування CAD/CAE/CAM-систем для технологічної підготовки виробництва деталей типу корпус / Лозінський Д.О., Коломійчук А. В., Хоменко І. А. // XLVII науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів університету з участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств м. Вінниці та області(березень2018р.).Режим доступу до журн.: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2018/paper/view/4510/3607>

ДОДАТКИ

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
зав. кафедри ТАМ

д.т.н., проф. Л.Г.Козлов

_____ (підпис)

« ____ » _____ 20__ р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на магістерську кваліфікаційну роботу

РОБОЧЕ МІСЦЕ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ЗАГОТОВКИ ДЕТАЛІ
«КОРПУС К02.17»
08-26.МКР.026.00.000 ТЗ

Керівник роботи: к.т.н., доцент каф. ТАМ
Лозінський Д.О. _____

« ____ » _____ 20__ р.

Виконавець: студент 2 курсу, групи 1ПМ-18м
спеціальності 131 – «Прикладна механіка»

_____ « ____ » _____ 20__ р.

Вінниця ВНТУ 2019

1. Підстава для виконання магістерської кваліфікаційної роботи

а) низький рівень автоматизації, підвищені непродуктивні витрати часу при механічній обробці деталі «КОРПУС К02.17»;

б) наказ про затвердження теми магістерської кваліфікаційної роботи.

2. Мета і призначення МКР

а) мета – є розробка робочого місця механічної обробки деталі «КОРПУС К02.17»;

б) розробка призначена для застосування на машинобудівних підприємствах України.

3. Вихідні дані для виконання МКР

Вихідними даними є креслення деталі «КОРПУС К02.17». та річна програма випуску 6000 шт.

4. Вимоги до виконання МКР

МКР повинно використовувати розробки, схеми та рішення, адекватність яких підтверджена попередніми дослідженнями, обґрунтованими висновками чи експериментальними даними.

5. Етапи МКР та очікувані результати

№ етапу	Назва етапу	Термін виконання		Очікувані результати
		початок	кінець	
1	Основні теоретичні та практичні дослідження проведені попередниками	02.09.19 р.	22.10.19 р.	Формування задачі досліджень, розділ 1 ПЗ
2	Методика теоретичних (експериментальних) досліджень об'єкту вивчення	02.09.19 р.	22.10.19 р.	Об'єкт дослідження, розділ 1
3	Моделювання та аналіз результатів дослідження, проектування та розробка.	04.10.19 р.	28.11.19 р.	розділ 2, публікація результатів
4	Підготовка економічної частини	04.10.19 р.	02.12.19 р.	розділ 3, апробація
5	Підготовка розділу з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях	04.10.19 р.	02.12.19 р.	розділ 4
6	Оформлення пояснювальної записки, графічного матеріалу та презентації	04.10.19 р.	02.12.19 р.	пояснювальна записка

6. Матеріали, що подаються до захисту МКР

Пояснювальна записка МКР і ілюстративні матеріали, протокол попереднього захисту МКР на кафедрі, відзив наукового керівника, відзив

рецензента, анотації до МКР українською та іноземною мовами, довідка про відповідність оформлення МКР діючим вимогам.

7. Порядок контролю виконання та захисту МКР

Виконання етапів науково-дослідницької частини МКР контролюється науковим керівником згідно зі встановленими термінами. Представлення МКР на захист відбувається після проходження попереднього захисту на засіданні кафедральної комісії та її позитивного висновку. Готова робота, з усіма необхідними компонентами і підписами подається на кафедри за два дні до захисту. Захист МКР відбувається на засіданні Державної екзаменаційної комісії, затвердженої наказом ректора.

8. Вимоги до оформлення МКР

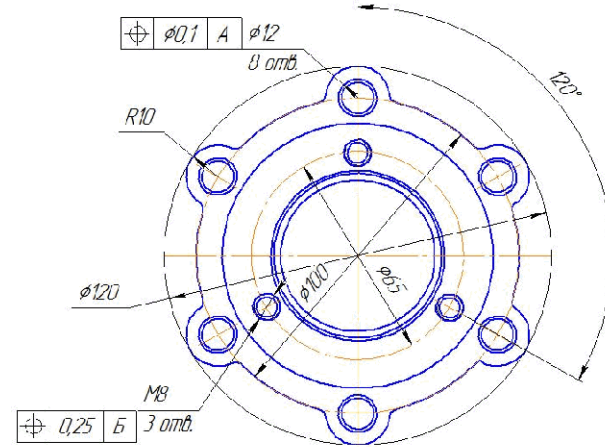
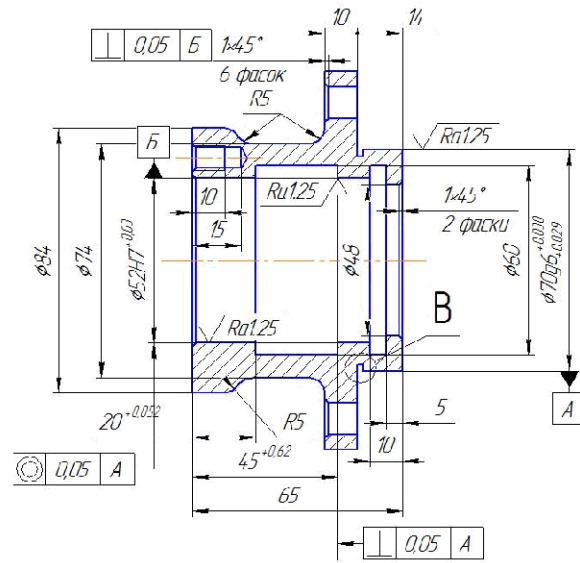
Вимоги викладені в «Положенні про порядок підготовки магістрів у Вінницькому національному технічному університеті» з урахуванням змін, що подані у бюлетені ВАК України № 9-10, 2011р. та на основі ДСТУ 3008:2015.

9. Вимоги щодо технічного захисту інформації в МКР з обмеженим доступом

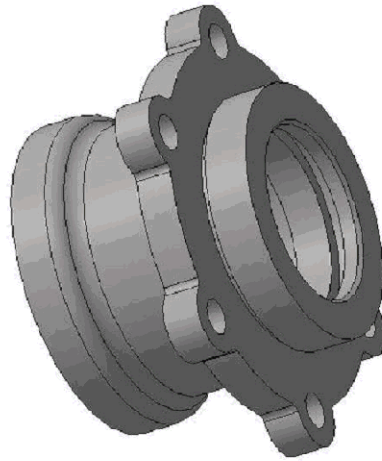
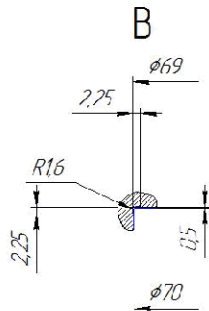
Вимоги відсутні.

08-28.МКР.026.00.001

√ Ra 6,3 (√)



3-D модель детали



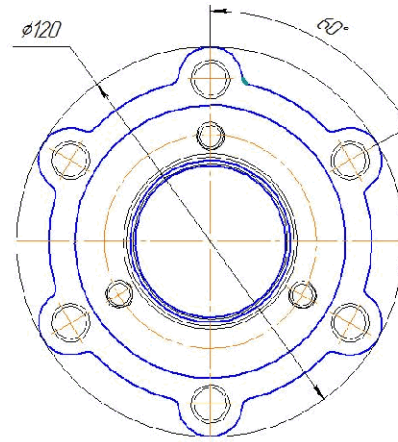
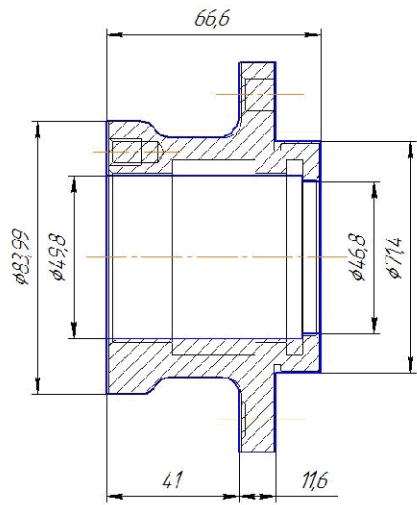
1. H14, h14, ±0.1;
2. Неказані радіуси не більше 2мм.

Розроблено: _____
 Схвалено: _____
 Технічний керівник: _____
 Інженер: _____

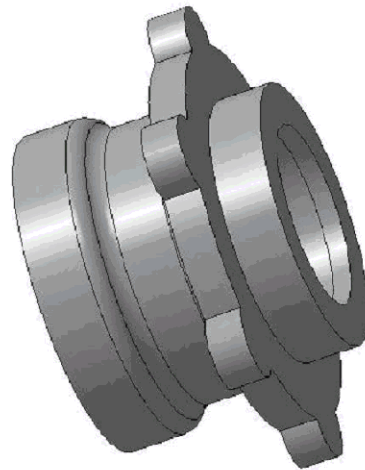
				08-28.МКР.026.00.001		
Вид листа	№ докум.	Грідка	Шкала	Корпус КО2.17	Лист	Маса
Розробник	Харченко І.А.				0.535	11
Перевірник	Лозинський Ю.В.					
Технікер					Листів	Кількість
Технікер	Лозинський Ю.В.			Сталь 20Л ГОСТ 1050-88	1	1
Фінанс	Клишнів Г.Г.			ВНТУ зр. 17М-16МС		
				Корпусовий	Формат А2	

08-28.MKP.026.00.002

√ Ra16



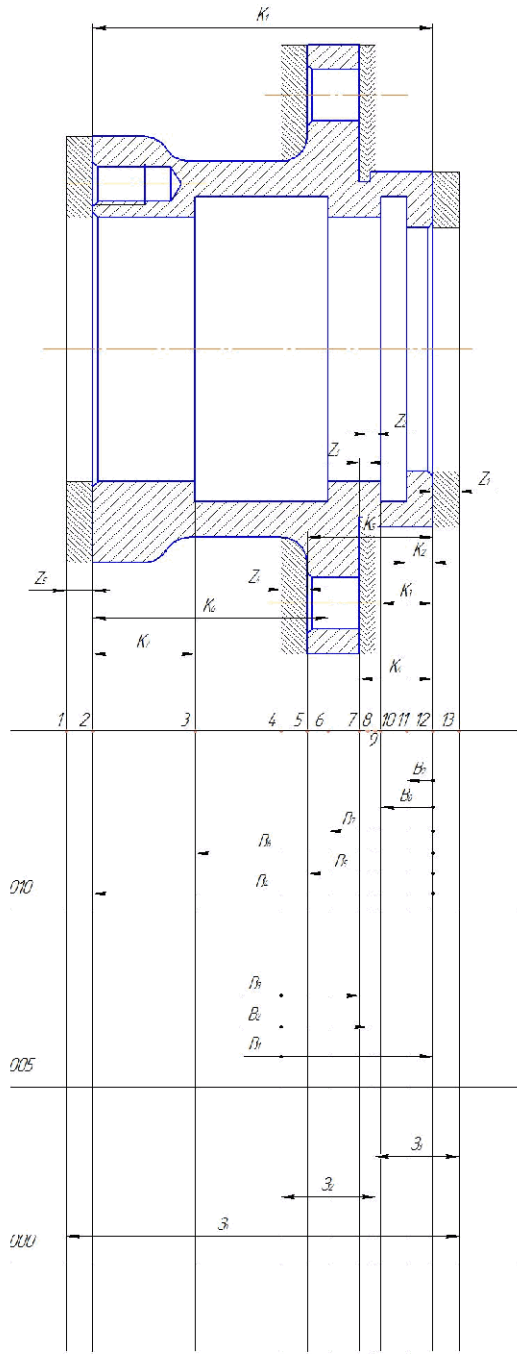
3-D модель зигитовки



- 1. Клас розмірної точності—Т6, група сталі—М2, ступінь складності С1;
- 2. Невказані лінійні нахили 5°, радіуси 4мм;
- 3. Невказані допуски радіусів заокруглень 1,0мм;

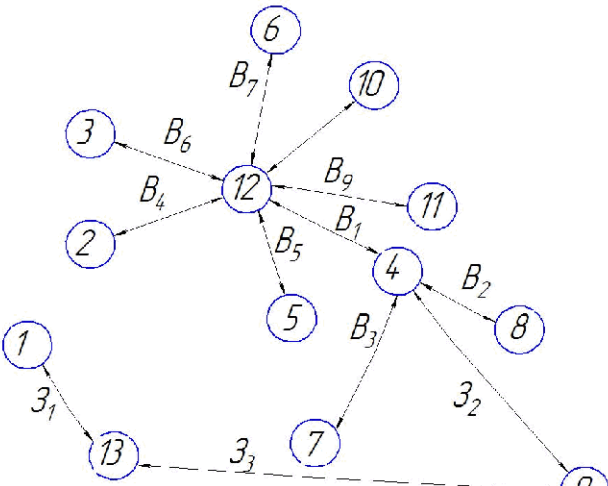
Генд. інженер.
Склад №
Листів у збірці
Листів у даному
Лист № збірці
Лист № даного
Лист № деталі

08-28.MKP.026.00.002								
Вид	Лист	№ докум.	Гроби	Дата	Заготовка корпус КО2-17 (вилувак)	Лист	Маса	Мас. сталі
Розроб.		Хомченко І.А.						1:1
Перев.		Морозов О.В.				Лист		Листів 1
Інженер								
Начальн.	Сердюк О.В.				Сталь 20Л ГОСТ 1050-88			ВНТУ
Члб	Козлов О.Г.							Листів 2/2 11М-16мл
					Корпус			Формат А2



Розмірна схема

Розмірний аналіз технологічного процесу



Похідне граф-дерево

Рівняння технологічних розмірних ланцюгів

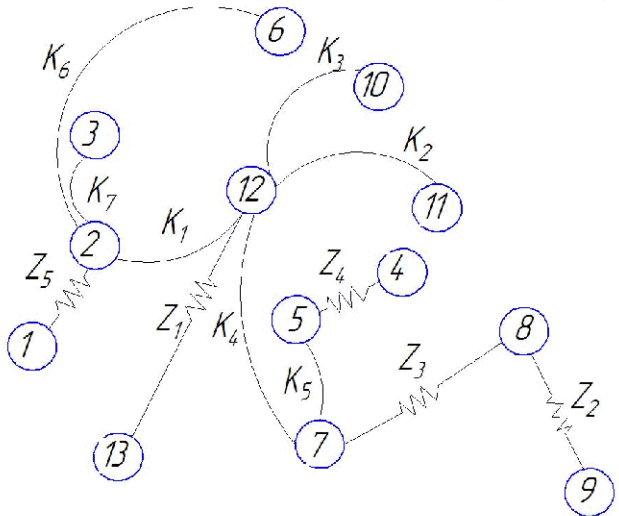
№	Розмірний ланцюг	Вихідні зв'язки	Невідомі ланки
1	$B_1 - K_1 = 0$	$B_1 = K_1$	B_1
2	$B_2 - K_2 = 0$	$B_2 = K_2$	B_2
3	$B_3 - K_3 = 0$	$B_3 = K_3$	B_3
4	$B_4 - K_4 = 0$	$B_4 = K_4$	B_4
5	$B_5 - K_5 - B_1 = 0$	$B_5 = B_1 + K_5$	B_5
6	$B_6 - K_6 - B_2 = 0$	$B_6 = B_2 + K_6$	B_6
7	$B_7 - Z_1 - B_3 = 0$	$B_7 = B_3 + Z_1$	B_7
8	$B_8 - Z_2 - B_4 = 0$	$B_8 = B_4 + Z_2$	B_8
9	$B_9 - Z_3 - B_5 = 0$	$B_9 = B_5 + Z_3$	B_9
10	$Z_4 - Z_5 - B_6 = 0$	$Z_4 = B_6 + Z_5$	Z_4
11	$Z_6 - B_7 + Z_7 - Z_1 = 0$	$Z_6 = B_7 - Z_7 + Z_1$	Z_6
12	$Z_8 - Z_9 - B_8 - Z_2 = 0$	$Z_8 = Z_9 + B_8 + Z_2$	Z_8

Значення технологічних розмірних

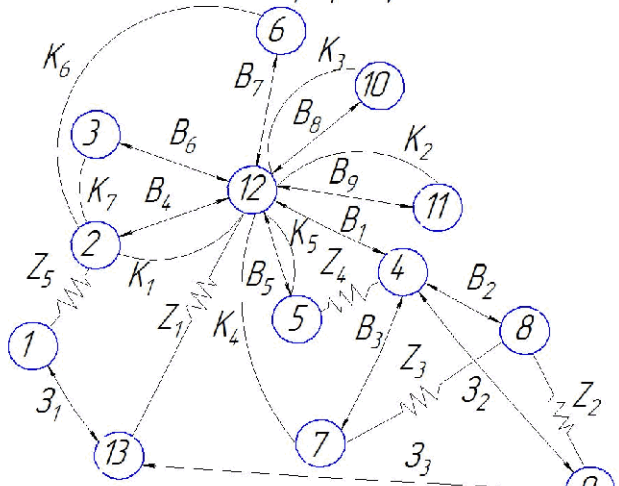
Позиція розміру	Граничні значення розміру		Довжина ланки	Кількість ланок	Значення розміру	
	мін.	макс.			у технологічному документі	на кресленні вихідної заготовки
B1	97,675	98,075	0,35	97,85	97,85-0,175	-
B2	97,675	97,975	0,25	97,8	97,8-0,125	-
B3	97,625	97,875	0,25	97,75	97,75-0,125	-
B4	97,675	98,025	0,25	97,85	97,85-0,125	-
B5	97,625	97,975	0,25	97,8	97,8-0,125	-
B6	97,675	98,075	0,25	97,875	97,875-0,125	-
B7	97,675	98,075	0,25	97,875	97,875-0,125	-
B8	97,675	98,075	0,25	97,875	97,875-0,125	-
B9	97,675	98,075	0,25	97,875	97,875-0,125	-
B10	97,675	98,075	0,25	97,875	97,875-0,125	-
B11	97,675	98,075	0,25	97,875	97,875-0,125	-
B12	97,675	98,075	0,25	97,875	97,875-0,125	-
B13	97,675	98,075	0,25	97,875	97,875-0,125	-

Граничні припуски

Припуски	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5
Z _{вхід}	1,5	1,8	1,8	1,8	1,8
Z _{вихід}	1,1	2,6	2,05	3,1	1,1



Вихідне граф-дерево

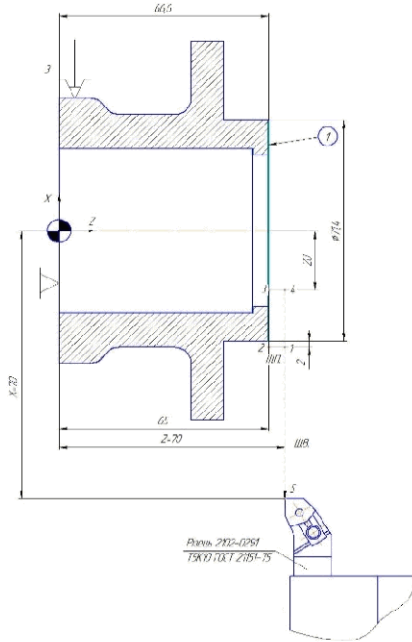


Суміщене граф-дерево

НРА00 7194С6/М1С/ВВ

Перехід 2

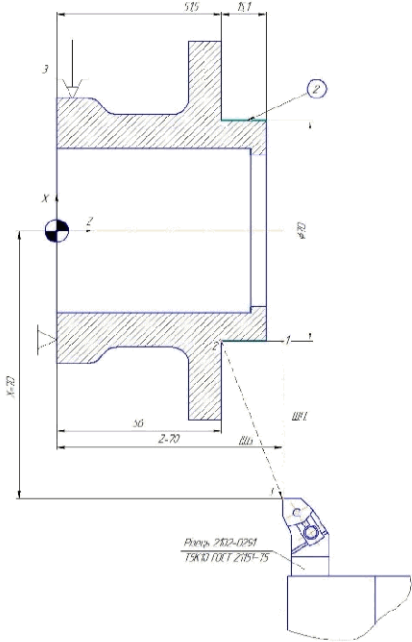
√Rr 6.3 (✓)



Рисунк 2112-0291
ТЗК/ОКТ 2161-75

Перехід 3

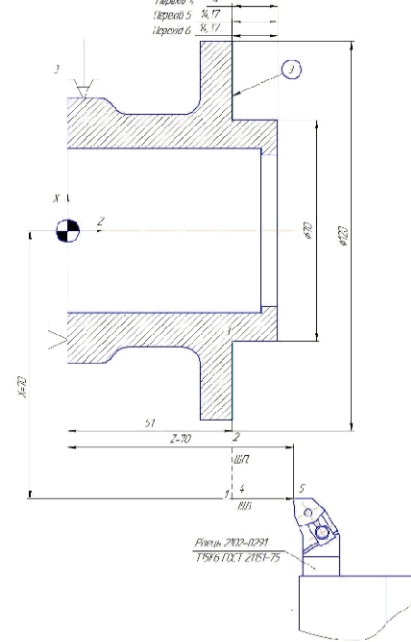
√Rr 6.3 (✓)



Рисунк 2112-0291
ТЗК/ОКТ 2161-75

Перехід 4,5,6

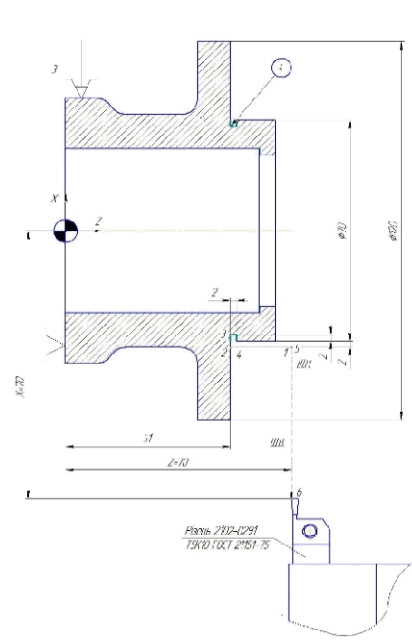
√Rr 1.25 (✓)



Рисунк 2112-0291
ТЗК/ОКТ 2161-75

Перехід 7

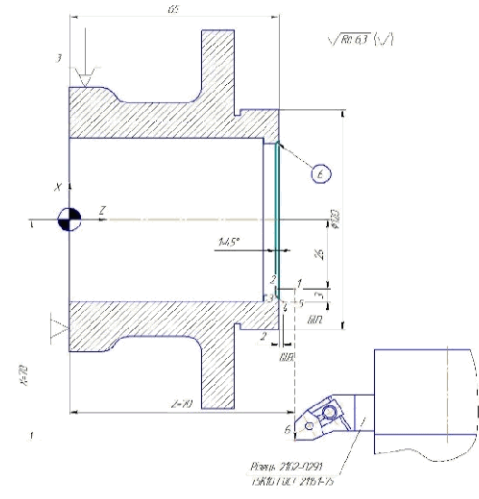
√Rr 6.3 (✓)



Рисунк 2112-0291
ТЗК/ОКТ 2161-75

Перехід 8

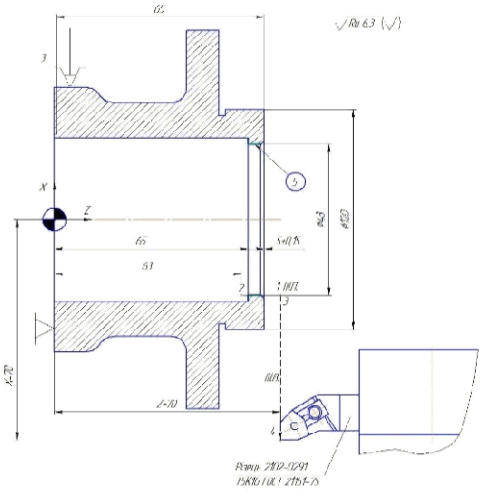
√Rr 6.3 (✓)



Рисунк 2112-0291
ТЗК/ОКТ 2161-75

Перехід 9

√Rr 6.3 (✓)



Рисунк 2112-0291
ТЗК/ОКТ 2161-75

№	Точка	Позиція	Розмір	Кількість	Вартість	
0	Точка під 2	остаточно	0.15	0.15	0.001	
0	Позиція під 6	3x45° однократно	0.2	0.2	0.001	
7	Позиція під 5	однократно	0.2	0.2	0.001	
5	Точка канавки 3	однократно	0.2	0.2	0.001	
0.05	5	Точка під 4	остаточно	0.15	0.15	0.001
4	Точка під 4	паралельно	0.2	0.2	0.001	
3	Точка по канавці під 2	однократно під 4 паралельно	0.2	0.2	0.001	
2	Позиція парель 1	однократно	0.2	0.2	0.001	

№	Позиція	Розмір	Кількість	Вартість
0	Позиція парель	0.2	0.2	0.001
0	Позиція парель	0.2	0.2	0.001

Технічний рисунок
Масштаб: 1:1
Матеріал: Сталь 45

ОКЗ/ОКТ 2161-75

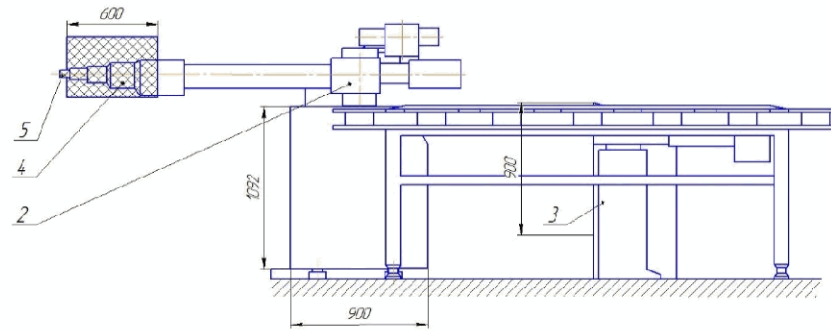
08-28/ЖР.026.04.00000

Карта налагодження на операції ОД5

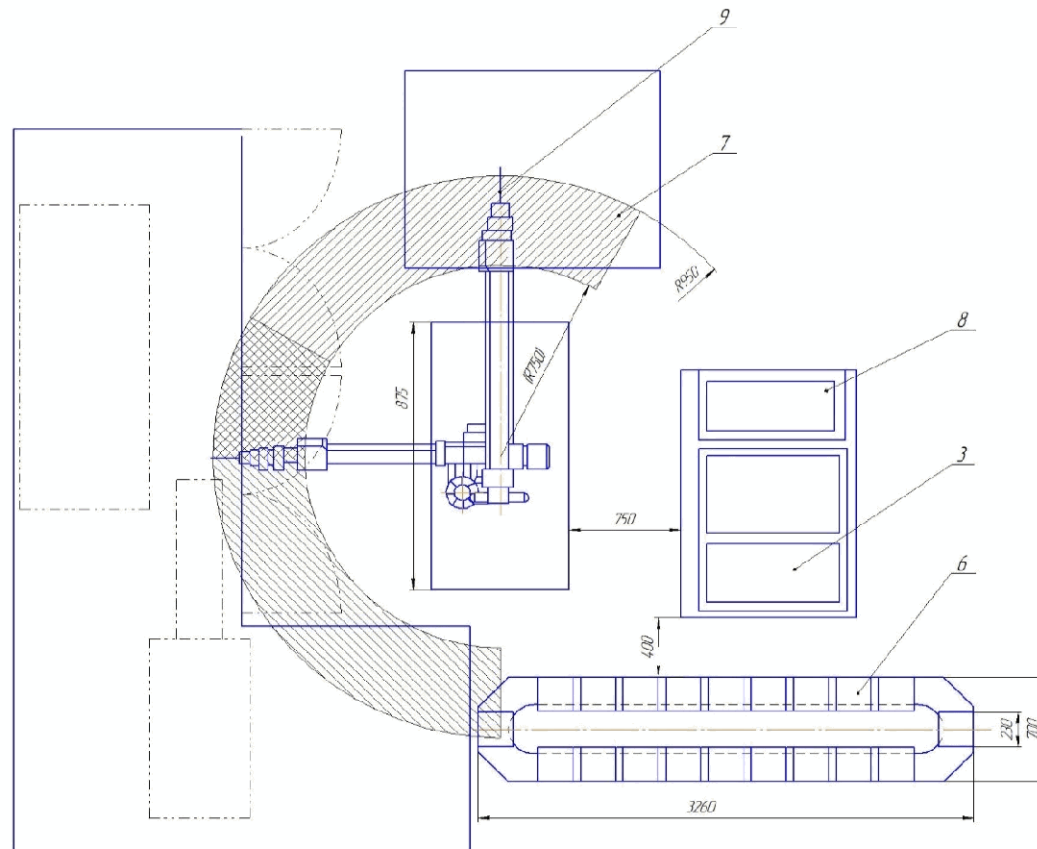
Лист 1 з 1

08-28/ЖР.026.04.00000

Компонувка РТК



1. Верстат моделі 1F4.20Ф30
2. ПР моделі Ритм 05.01
3. Пристрій керування
4. Виконавчий орган
5. Захватний пристрій
6. Тактовий стіл СТ 220
7. Місце складування оброблених деталей
8. Пульт
9. Робоча зона ПР



Технічні характеристики ПР

- вага/навантажувальність - 1 кг;
- число ступенів рухливості - 4;
- число рук - 2;
- пристрій основних рухів - пневматичний;
- пристрій керування - шкільний;
- число програмованих координат - 5;
- засіб програмованого переміщення - по шпиром;
- точність позиціонування - ±0,1 мм;
- кількість програмованих кроків - 100;
- похибка позиціонування - ±0,1 мм;
- максимальний виток руки - 950 мм;
- переміщення руки, мм/ швидкість, м/с;
- $r = 400/0,1$;
- $z = 150/0,5$;
- кутові переміщення $^{\circ}$ / кутова швидкість $^{\circ}/с$;
- $\alpha = 180/10$;
- $\phi = 120/120$;
- габаритні розміри, мм - 500x660x875;
- вага, кг - 555.

Характеристика робочого місця

- 1 Циклова продуктивність, 9ц 0,013
- 2 Коефіцієнт відносного навантаження, Кг 0,73
- 3 Режим роботи ПР легкий

				08-28.МКР.026.006П1		
Тип	№ документа	Лист	Листів	Лист	Листів	Масштаб
Статус	Датум	Датум	Датум	Датум	Датум	1:10
Категорія	Вид	Вид	Вид	Вид	Вид	ВНТУ
Місце	Сторона	ПР	Сторона	ПР	Сторона	ПР
Між	Між	Між	Між	Між	Між	Між

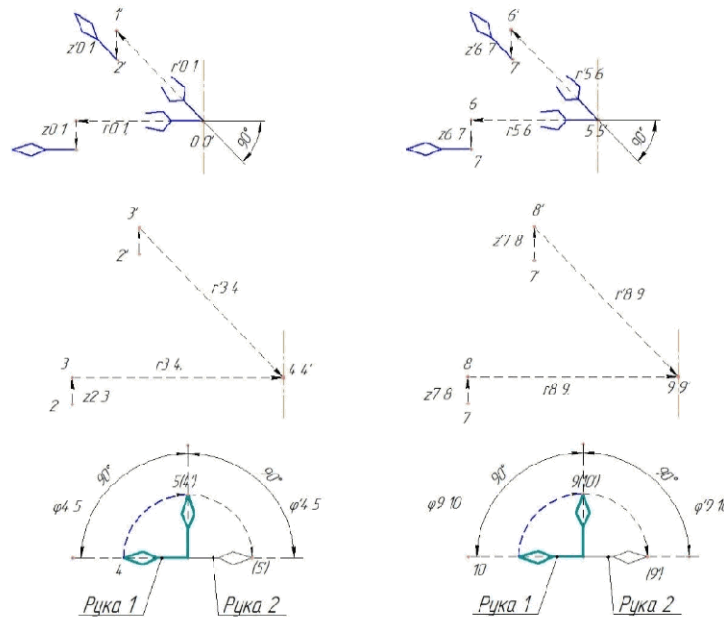
Циклограма функціонування та алгоритм роботи РТК

Циклограма функціонування РТК

Об'єктив	Операція	Час, с												
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	
ПР	Забір заготовки	█												
	Установка заготовки на верстат	█												
	Зняття заготовки з верстата													
	Переміщення заготовки до місця складання сортиру багачки													
	Підготовка руки ПР в початкове положення													
Верстат	Забір заготовки в пристосування													
	Різання заготовки в пристосуванні													
	Обробка заготовки													
Тактичний спіл	Підготовка до однієї палички													

Алгоритм роботи РТК

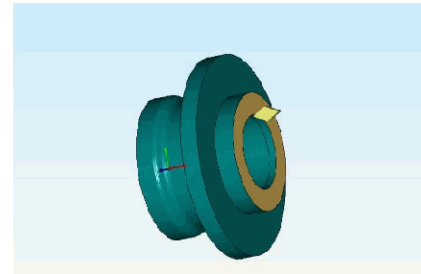
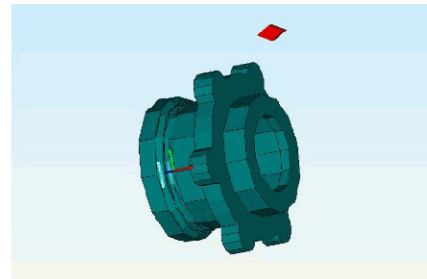
Дія	Комп'ютер	Враховано переміщення м/секунд	Швидкість скремблення РТК, %	Час, с
Зачеплення заготовки	Переміщення руки 1 та 2 ПР вгору	250	0,5	0,5
	Переміщення руки 1 та 2 ПР вниз	250	0,33	1,5
	Забір заготовки захватом 1 та 2 ПР	-	-	0,5
Сума				2,5
	Переміщення руки 1 та 2 ПР вгору	250	0,33	1,5
Встановлення заготовки на верстат	Переміщення руки 1 та 2 ПР вгору	250	0,5	1,2
	Переміщення руки 1 та 2 ПР назад	250	0,5	1,2
	Розлік заготовки захватом 1 та 2 ПР	-	-	0,5
Сума				2,9
	Переміщення руки 1 та 2 ПР вгору	250	0,5	1,2
Вирізання	Різання заготовки на верстаті	-	-	0
	Обробка заготовки	-	-	4,2
	Полірування заготовки на верстаті	-	-	8
Сума				12,4
	Переміщення руки 1 та 2 ПР вгору	250	0,5	0,5
Зняття заготовки з верстата	Переміщення руки 1 та 2 ПР вгору	250	0,33	1,5
	Переміщення руки 1 та 2 ПР назад	250	0,5	1,2
	Забір заготовки захватом 1 та 2 ПР	-	-	0,5
Сума				3,2
	Підготовка руки 1 та 2 ПР до гаді ступінки	90°	30°	3
Переміщення заготовки до скремблера	Переміщення руки 1 та 2 ПР вгору	250	0,5	1,2
	Переміщення руки 1 та 2 ПР вниз	250	0,33	1,5
	Розлік заготовки захватом 1 та 2 ПР	-	-	0,5
Сума				3,2
	Переміщення руки 1 та 2 ПР вгору	250	0,5	1,2
Підготовка руки ПР в початкове положення	Переміщення руки 1 та 2 ПР назад	250	0,5	1,2
	Підготовка руки 1 та 2 ПР проти гаді ступінки	90°	30°	3
	Переміщення на одні палички	-	-	3
Сума				7,6
	Переміщення на одні палички	90°	30°	3



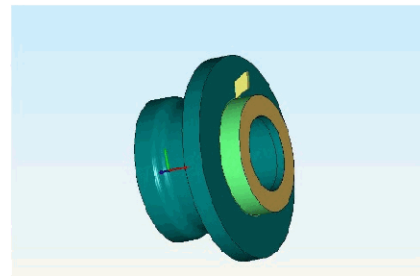
				08-28.МКР.026.07.000 П/А			
№ документа	№ документа	Дата	Вид	№ документа	№ документа	Дата	Вид
Циклограма функціонування та алгоритм роботи РТК							
				ВНТУ			
				ст. 111 2174-934			
				Формат А1			

Імітація обробки деталі в САМ – системі

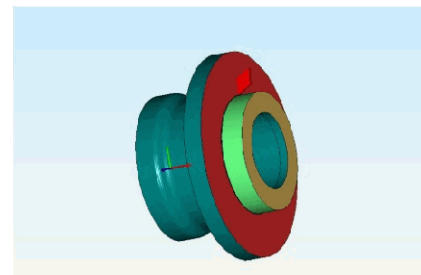
08-28 МКР.026.000.10П1



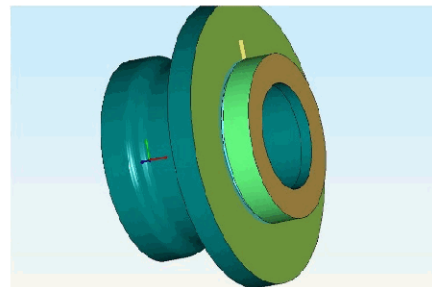
Точіння торця $\varnothing 70_{\pm 0.029}^{+0.03}$



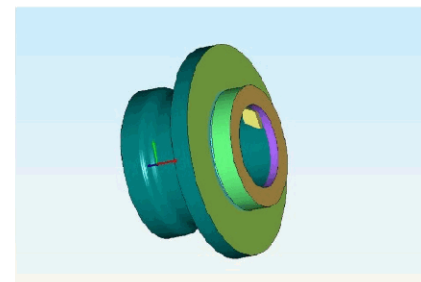
Точіння поверхні $\varnothing 70_{\pm 0.029}^{+0.03}$



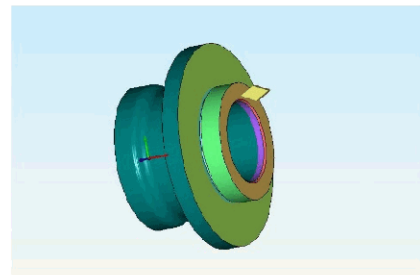
Точіння торця $\varnothing 120$



Точіння канавки $\varnothing 66$



Точіння поверхні $\varnothing 48$



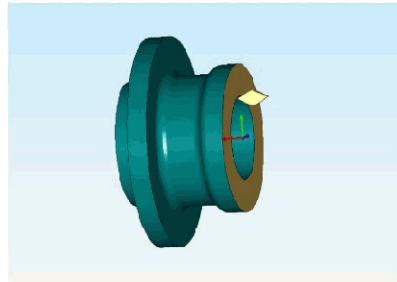
Розточування фаски $1 \times 45^\circ$

08-28 МКР.026.000.10П1

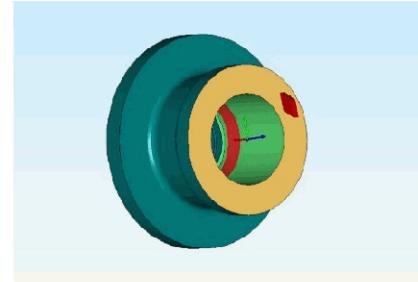
		08-28 МКР.026.000.10П1			
№	№	№	№	№	№
1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	13
14	14	14	14	14	14
15	15	15	15	15	15
16	16	16	16	16	16
17	17	17	17	17	17
18	18	18	18	18	18
19	19	19	19	19	19
20	20	20	20	20	20
21	21	21	21	21	21
22	22	22	22	22	22
23	23	23	23	23	23
24	24	24	24	24	24
25	25	25	25	25	25
26	26	26	26	26	26
27	27	27	27	27	27
28	28	28	28	28	28
29	29	29	29	29	29
30	30	30	30	30	30
31	31	31	31	31	31
32	32	32	32	32	32
33	33	33	33	33	33
34	34	34	34	34	34
35	35	35	35	35	35
36	36	36	36	36	36
37	37	37	37	37	37
38	38	38	38	38	38
39	39	39	39	39	39
40	40	40	40	40	40
41	41	41	41	41	41
42	42	42	42	42	42
43	43	43	43	43	43
44	44	44	44	44	44
45	45	45	45	45	45
46	46	46	46	46	46
47	47	47	47	47	47
48	48	48	48	48	48
49	49	49	49	49	49
50	50	50	50	50	50
51	51	51	51	51	51
52	52	52	52	52	52
53	53	53	53	53	53
54	54	54	54	54	54
55	55	55	55	55	55
56	56	56	56	56	56
57	57	57	57	57	57
58	58	58	58	58	58
59	59	59	59	59	59
60	60	60	60	60	60
61	61	61	61	61	61
62	62	62	62	62	62
63	63	63	63	63	63
64	64	64	64	64	64
65	65	65	65	65	65
66	66	66	66	66	66
67	67	67	67	67	67
68	68	68	68	68	68
69	69	69	69	69	69
70	70	70	70	70	70
71	71	71	71	71	71
72	72	72	72	72	72
73	73	73	73	73	73
74	74	74	74	74	74
75	75	75	75	75	75
76	76	76	76	76	76
77	77	77	77	77	77
78	78	78	78	78	78
79	79	79	79	79	79
80	80	80	80	80	80
81	81	81	81	81	81
82	82	82	82	82	82
83	83	83	83	83	83
84	84	84	84	84	84
85	85	85	85	85	85
86	86	86	86	86	86
87	87	87	87	87	87
88	88	88	88	88	88
89	89	89	89	89	89
90	90	90	90	90	90
91	91	91	91	91	91
92	92	92	92	92	92
93	93	93	93	93	93
94	94	94	94	94	94
95	95	95	95	95	95
96	96	96	96	96	96
97	97	97	97	97	97
98	98	98	98	98	98
99	99	99	99	99	99
100	100	100	100	100	100

Імітація обробки деталі в САМ – системі

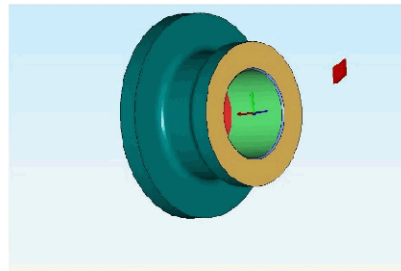
08-28 МКР.026.00.01 МЛ



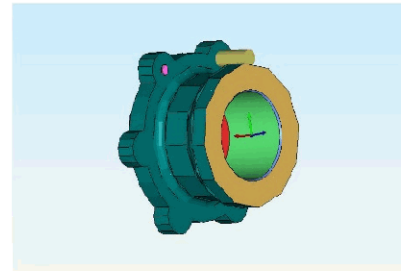
Точіння торця $\varnothing 84$



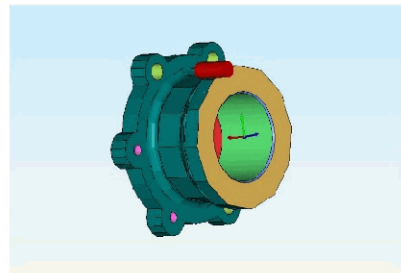
Розточування поверхні $\varnothing 52Н7^{-0,03}$



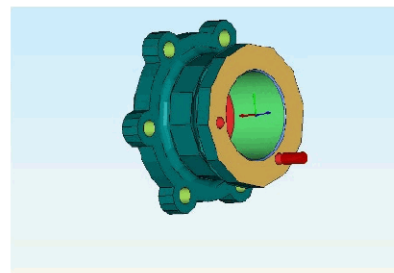
Точіння фаски $1:4,5^\circ$



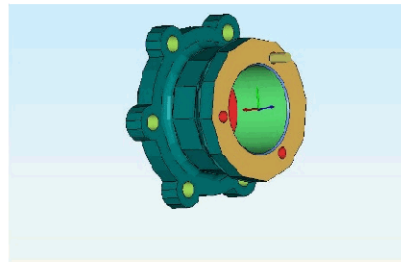
Центрування отворів $\varnothing 12$ та $\varnothing 6,8$



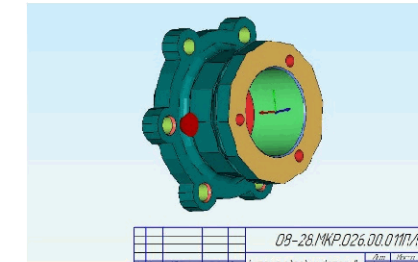
Свердління отворів $\varnothing 12$



Свердління отворів $\varnothing 6,8$



Нарізування різі М8



08-28 МКР.026.00.01 МЛ		№	11
Ім'я	М.В.В.В.	Ім'я	Імітація обробки деталі в САМ-системі
Прізвище	В.В.В.В.	Ім'я	Землеузнавач
П.І.Б.	В.В.В.В.	Ім'я	В.В.В.В.
Спеціальність	Механік	Ім'я	М.В.В.В.
Місце роботи	М.В.В.В.	Ім'я	М.В.В.В.
Місце навчання	М.В.В.В.	Ім'я	М.В.В.В.
Місце проживання	М.В.В.В.	Ім'я	М.В.В.В.

Керуюча програма для верстату з ЧПК

STANKI.SKR	N031G0G90*	N054T25S2500*	N071T1S3800*
N001T1S3800*	N032T10M112*	N055X140...*	N072X70...*
N002X76.233...*	N033M6*	N056Z-70...*	N073Z70...*
N003Z70...*	N034M118*	N057X16.56...*	N074Z67.8...*
N004Z65...*	N035S800M3*	N058Z30.152...*	N075Z51.8F0.2*
N005X42.8F0.2*	N036X-70*	N059X22.76F0.1*	N076Z70...*
N006T2S2600*	N037Y45.116*	N060Z-10.848*	N077X140...*
N007X70M08...*	N038X0F160*	N061Z-70...*	N078...*
N008Z70...*	N039G1Y22.9*	N062X16.56...*	N079M02*
N009Z67...*	N040G0X-70*	N063Z44.952...*	
N010Z51.8F0.2*	N041Y70*	N064X22.76*	
N011T3M08S2600*	N042X-50*	N065Z41.752*	
N012X74...*	N043T11M112*	N066Z-70...*	
N013Z0.37...*	N044M6*	N067X140...*	
N014X4...*	N045M118*	N068Z-50...*	
N015X58F0.2*	N046G0X-70*	N069Z-20...*	
N016X74...*	N047Y8.28*	N070M02*	
N017T4M08S3800*	N048X30.152F80*		
N018X74...*	N049G1Y11.38*		
N019Z0.17...*	N050X-10.048*		
N020X4...*	N051G0X-70*		
N021X58F0.15*	N052Y8.28*		
N022X74...*	N053X44.952F80*		
N023T5M08S3800*	N054G1Y11.38*		
N024X74...*	N055X41.752*		
N025Z35.1...*	N056G0X-70*		
N026X4...*	N057Y70*		
N027Z0.1...*	N058X-50*		
N028Z0F0.15*	N059T15M112*		
N029X58*	N050M6*		
N030X74...*	N051M118*		
	N052G0X-70*		
	N053Y17.075*		