

ЕКОНОМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ РОБЕРТА ЕЛЬВОРТІ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ МЕХАНІКИ

«Допущено до захисту»

Завідувач кафедри прикладної механіки

 Пузирьов О.Л.

«02» 06 2023 р.

Кваліфікаційна робота

на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»
зі спеціальності 131 «Прикладна механіка»

на тему:


«Розроблення технологічного процесу виготовлення деталі
шестерня»

Серьогін Олександр Олександрович

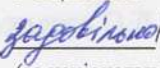
Керівник кваліфікаційної роботи:

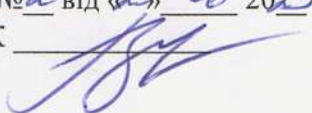
Пузирьов Олександр Леонідович, кандидат
технічних наук, завідувач кафедри прикладної
механіки

Роботу рекомендовано до захисту
на засіданні кафедри прикладної механіки та
інформаційних технологій
Протокол №10 від «02» 06. 2023р.

Завідувач кафедри прикладної механіки
 Пузирьов О.Л.

Роботу захищено на засіданні ЕК
з оцінкою

завідувач  / 65
(за національною шкалою, шкалою ECTS, бали)

Протокол №2 від «02» 06 2023р.
Голова ЕК 

Завідувачу кафедри прикладної

к.т.н. Пузирьову О.Л.


студента IV курсу групи ЗПМ -19

Серьогіна Олександра Олександровича


ЗАЯВА

Прошу затвердити тему кваліфікаційної роботи «Розробка технологічного процесу виготовлення деталі шестерня» та керівника Пузирьова Олександра Леонідовича кандидата технічних наук, завідувача кафедри прикладної механіки та інформаційних технологій.

З графіком виконання кваліфікаційної роботи ознайомлений
«2» лютого 2023р.



(підпис студента)

ПОГОДЖЕНО


Керівник кваліфікаційної роботи
Завідувач кафедри прикладної механіки та
інформаційних технологій

Пузирьов О.Л. «3» лютого 2023 р

СХВАЛЕНО


Завідувач кафедри прикладної механіки та
інформаційних технологій

Пузирьов О.Л. «__» _____ 2023 р

ЕКОНОМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ РОБЕРТА ЕЛЬВОРТИ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ МЕХАНІКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Рівень вищої освіти бакалавр

Спеціальність 131 «Прикладна механіка»

Строк виконання завдання (роботи)	Примітка
6.02.2023-10.02.2023	
10.02.2023-15.02.2023	
17.02.2023-21.02.2023	
21.02.2023-24.02.2023	
24.02.2023-31.02.2023	
31.02.2023-01.03.2023	
01.03.2023-04.03.2023	
04.03.2023-07.03.2023	
07.03.2023-10.03.2023	
10.03.2023-13.03.2023	
13.03.2023-16.03.2023	
16.03.2023-19.03.2023	
19.03.2023-22.03.2023	
22.03.2023-25.03.2023	
25.03.2023-28.03.2023	
28.03.2023-31.03.2023	
31.03.2023-03.04.2023	
03.04.2023-06.04.2023	
06.04.2023-09.04.2023	
09.04.2023-12.04.2023	
12.04.2023-15.04.2023	
15.04.2023-18.04.2023	
18.04.2023-21.04.2023	
21.04.2023-24.04.2023	
24.04.2023-27.04.2023	
27.04.2023-30.04.2023	
30.04.2023-03.05.2023	
03.05.2023-06.05.2023	
06.05.2023-09.05.2023	
09.05.2023-12.05.2023	
12.05.2023-15.05.2023	
15.05.2023-18.05.2023	
18.05.2023-21.05.2023	
21.05.2023-24.05.2023	
24.05.2023-27.05.2023	
27.05.2023-30.05.2023	
30.05.2023-01.06.2023	

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри прикладної
механіки

Пузирьов О.Л.

«6» лютого 2023 р.

ЗАВДАННЯ

для кваліфікаційної роботи студентів

Серьогіну Олександр Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Розробка технологічного процесу виготовлення деталі шестерня»

Керівник роботи Пузирьов Олександр Леонідович, к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

2. Строк подання роботи до захисту 6.06.2023-7.06.2023

3. Вихідні дані до роботи: Креслення деталі «Шестерня»

Річний обсяг випуску: 1000 шт.

Тип виробництва - середньосерійне

Техніко-економічні характеристики обладнання

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки:

Технологічна частина, Конструкторська частина, Техніка безпеки та організація праці

5. Перелік графічного матеріалу:

Креслення деталі та її 3-D моделі - 1 аркуш;

Креслення заготовки - 1 аркуш;

Керівник роботи

Пузирьов О.Л.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Складання плану виконання роботи	6.02.2023-10.02.2023	
2.	Підбір та вивчення літературних джерел за темою кваліфікаційної роботи	10.02.2023-15.02.2023	
3.	Підготовка та подання науковому керівнику: - першого розділу - другого розділу - третього розділу - вступу та висновків	1.03.2023-15.03.2023 17.04.2023-12.05.2023 22.05.2023-31.05.2023 29.05.2023-31.05.2023	
4.	Подання робочого варіанту роботи керівнику	1.06.2023-2.06.2023	
5.	Доопрацювання роботи з урахуванням зауважень керівника. Одержання відгуку	2.06.2023-5.06.2023	
6.	Подання роботи завідувачу кафедри на перевірку	6.06.2023-7.06.2023	
7.	Рецензування роботи. Підготовка документів, що подаються до ЕК (листи, довідки, інформаційний листок, висновок-виписка, опубліковані статті). Нормоконтроль секретаря ЕК	7.06.2023-9.06.2023 7.06.2023-8.06.2023 9.06.2023	
8.	Доопрацювання роботи з урахуванням зауважень завідувача кафедри. Допуск роботи до захисту	12.06.2023	
9.	Подання роботи та супровідних документів до ЕК	14.06.2023	
10.	Захист роботи	23.06.2023	

Студент


(підпис здобувача)

Серьогін О.О.

Керівник роботи


(підпис керівника)

Пузирьов О.Л.

АНОТАЦІЯ

Theme of qualification work: Development of a technological process for the manufacture of a gear part. The volume of the thesis is 68 pages, 16 figures and 12 tables.

Keywords: gear, technological process, fixture.

The qualification work includes an introduction, three chapters, and a final conclusion.

The introduction describes the purpose and objectives of the study.

In chapter one, the technological process of manufacturing the part is developed.

Chapter two designs a design part that will be used in one of the operations of the technological process.

Section three deals with issues related to the organization of the workplace and safety at work

Тема кваліфікаційної роботи: Розробка технологічного процесу виготовлення деталі шестерня. Обсяг дипломної роботи 68 ст., 16 рис. і 12 таб.

Ключові слова: шестерня, технологічний процес, пристосування.

До кваліфікаційної роботи входить вступ, три розділи, підсумковий висновок.

У вступі розкривається мета та завдання дослідження.

У розділі першому розроблюється технологічний процес виготовлення деталі.

У розділі другому проектується конструкторська частина, яка буде використана на одній з операцій технологічного процесу.

У розділі третьому розглянуто питання, пов'язані з організацією робочого місця та техніка безпеки на виробництві

ЗМІСТ

ВСТУП

РОЗДІЛ 1. Технологічна частина

1.1 Аналіз службового призначення та технологічності конструкції деталі.....	1ст.
1.2 Визначення типу виробництва, форм і методів організації робіт.....	4ст.
1.3.Аналіз технологічності конструкції деталі.....	6ст.
1.4 Вибір заготовки і методів її виготовлення.....	6ст.
1.5 Вибір технологічного обладнання.....	19ст.
1.6 Вибір технологічного оснащення.....	21ст.
1.7 Розробка технологічного процесу виготовлення деталі.....	22ст.
1.8 Аналіз схем базування деталі.....	25ст.
1.9 Розробка маршруту обробки заготовки та зміст технологічної операції.....	30ст.
1.10Розрахунок припусків на обробку операційних і вихідних розмірів Заготовки.....	34ст.
1.11 Розрахунок режимів різання	58ст.

РОЗДІЛ 2. Конструкторська частина

2.1 Аналіз вихідних даних і розробка технічного завдання	59ст.
2.2 Розробка компонування пристосування.....	60ст.
2.3 Вибір і розрахунок приводу затискного пристрою.....	61ст.
2.4 Опис конструкції та принципу роботи пристосування.....	61ст.
2.5 Розрахунок пристосування на точність.....	62ст.
2.6 Аналіз технічних вимог.....	63ст.
2.7 Аналіз технологічності конструкції.....	63ст.

РОЗДІЛ 3. Техніка безпеки та організація праці на робочому місці

3.1 Організація праці	65ст.
3.2 Безпечна експлуатація металоріжучого обладнання.....	66ст.
3.3 Правила техніки безпеки на робочому місці	67ст.
3.4.Правові та організаційні питання забезпечення безпеки.....	68ст.

Висновок

Список літератури

Додатки

ВСТУП

Машинобудування відіграє основоположну роль у прискоренні науково-технічного прогресу, у підвищенні продуктивності праці, створює умови, що визначають розвиток багатьох видів виробництва і галузей промисловості.

Важливими завданнями машинобудування є розробка технологічних процесів, впровадження автоматизації виробництва та механізації.

Розробка технологічного процесу вимагає постійного аналізу. Моніторинг продуктивності, збирання даних, результатів і впровадження корективних заходів, що дозволяють постійно підвищувати ефективність процесу і досягати поставлених цілей.

Метою кваліфікаційної роботи є розроблення технологічного процесу виготовлення деталі - шестерня. Для цього необхідно розрахувати припуски, режими різання. Вибрати обладнання, пристосування, інструмент, за допомогою якого буде проводитися обробка. Спроектований технологічний процес повинен задовольняти вимогам виготовлення деталі.

1. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1. АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ДЕТАЛІ

Шестерня - це механічний елемент, який використовується для передачі руху і сили між валами. Вона складається з зубчатих виступів, які взаємодіють з іншими шестернями або зубчатими колесами, що дозволяє передавати обертальний момент і змінювати швидкість обертання. Залежно від кількості випущених у партії редукторів залежить і кількість випущених для нього комплектувальних деталей. У нашому випадку кількість визначено як середньосерійну (1000 шт.).

Конструкція деталі є не дуже складною, але є розміри, які потрібно витримувати під час виготовлення

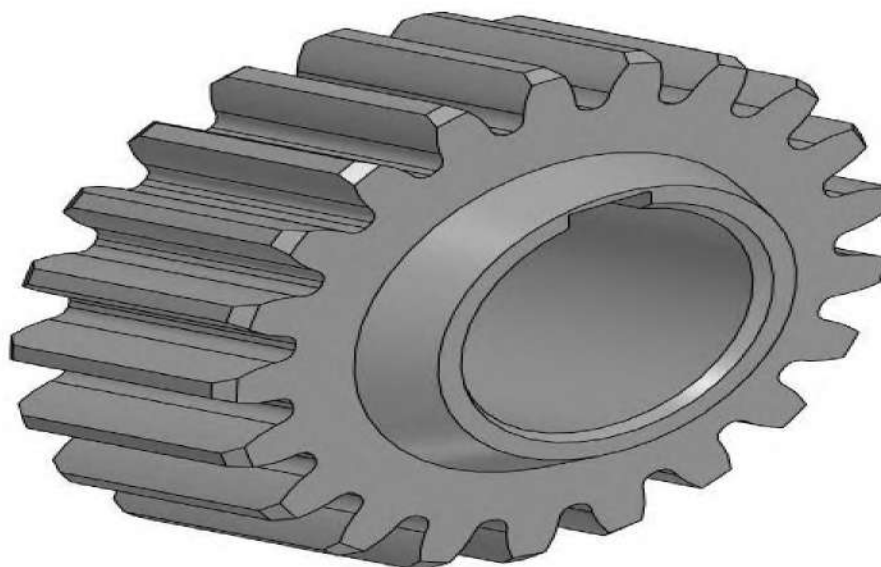


Рис.1.1- Деталь Шестерня

1.2.ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА, ФОРМ І МЕТОДІВ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБІТ

Для виробничої програми 1000 шт. і маси виробів 1,9 кг - тип виробництва - середньосерійне.

Даний тип виробництва характеризується випуском продукції окремими серіями, групами (партіями), які можуть бути і великими й складаються з сотень чи тисяч виробів, і дрібними, що обчислюються десятками чи сотнями виробів.

У середньосерійному виробництві використовують універсальні верстати, оснащені як спеціальними, так і універсальними та універсально-складальними пристосуваннями, що дає змогу знизити трудомісткість і собівартість виготовлення виробу. У середньосерійному виробництві технологічний процес виготовлення, як правило, диференційований, тобто розчленований на окремі операції, що виконуються на певних верстатах.

Серійне виробництво в цьому випадку характеризує послідовний перехід до масового виробництва шляхом нарощування обсягів, збільшення кількості виробів у партіях, що випускаються.

У той же час, серійне виробництво широко застосовується при випуску продукції, товарів, потреба в яких явно обмежена за-даною межею (як правило, попитом).

Під час вибору технологічного обладнання спеціального і спеціалізованого, дорогого пристосування або допоміжного пристосування та інструменту необхідно проводити розрахунок витрат і термінів окупності

Розрахуємо партію запуску:

$$N_{\text{зан}} = \frac{N \cdot a}{F},$$

Де N – річна програма випуску деталей, $N=1000$ шт.;

a - необхідний на складі, для дрібносерійного виробництва

дрібногабаритних виробів приймаємо рівним 7 дн.;

F - кількість робочих днів в році, $F = 247$ дн.

На підставі цього отримуємо:

$$N = \frac{1000 \cdot 7}{247} = 28,34 \text{ шт}$$

Приймаємо партію запуску рівну 28 деталям

Штучно-калькуляційний час, необхідний для випуску деталі шестерня, для повного складання агрегату виробляє виробничий відділ нормування часу, затверджується керівником підприємства.

Тип виробництва визначаємо за коефіцієнтом закріплення операцій, який знаходимо за формулою:

$$K_{з.о} = \frac{t_{в}}{T_{ср}}$$

де $t_{ч}$ - такт випуску деталі, хв;

$T_{ср}$ - середній штучно-калькуляційний час на виконання операцій технологічного процесу, хв.

Такт випуску деталі визначається за формулою:

$$t_{д} = \frac{\Phi_{р}}{N_{р}}$$

де $\Phi_{р}$ - річний фонд часу роботи обладнання. ін;

$N_{р}$ - річна програма випуску деталей.

Річний фонд часу роботи обладнання при двозмінному режимі роботи:

$\Phi_{р} = 4030 \text{ год. Тоді;}$

$$t_{д} = \frac{\Phi_{р}}{N_{р}} = \frac{4030 \cdot 60}{1000} = 241,8 \text{ хв}$$

Середній штучно калькуляційний час на виконання операцій технологічного процесу:

$$T_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.кі}}{n},$$

де $T_{ш.кі}$ - штучно-калькуляційний час основної операції, хв;

n - кількість основних операцій.

Як основні операції виберемо 3 операції ($n=6$): дві токарні, одну зубофрезерну.

Штучно-калькуляційний час основної операції визначаємо за .

$$T_{ш.кi} = \varphi_{к.i} * T_{o.i}$$

де $\varphi_{к.i}$ - коефіцієнт основної операції, який залежить від виду верстату та типу виробництва;

$T_{o.i}$ – основний технологічний час основної операції, хв.

Для перших двох токарних операцій: $\varphi_{к.1} = \varphi_{к.2} = 2,14$; для зубофрезерування: $\varphi_{к.3} = 3,27$;

Основний технологічний час першої операції:

$$\begin{aligned} T_{o.1} &= 0,037d^2 + 0,17dl + 0,17dl + 0,17dl + 0,52dl + 0,18dl + 0,52dl + 0,52dl \\ &\quad + 0,17dl + 19dl + 0,4dl \\ &= 0,037 * 60^2 + 0,17 * 39 * 52 + 0,17 * 34 * 45 + 0,17 * 32 * 12 \\ &\quad + 0,52 * 16 * 74 + 0,18 * 17 * 9 + 0,52 * 4 * 55 + 0,52 * 4 * 55 + 0,17 \\ &\quad * 22 * 10 + 19 * 39 * 5 + 0,4 * 18 * 9 = 21,795 \text{ хв}; \end{aligned}$$

Штучно-калькуляційний час данної операції визначається за формулою:

$$T_{ш.к1} = \varphi_{к.1} * T_{o.1} = 2,14 * 21,795 = 46,641 \text{ хв};$$

Основний технологічний час другої операції:

$$\begin{aligned} T_{o.2} &= 0,037d^2 + 0,17dl + 0,17dl + 0,63(D^2 - d^2) + 0,18dl \\ &= 0,037 * 60^2 + 0,17 * 52 * 22 + \\ &\quad + 0,17 * 30 * 8 + 0,63(52^2 - 34^2) + 0,18 * 18 * 65 = 1,554 \text{ хв}; \end{aligned}$$

Штучно-калькуляційний час данної операції визначається за формулою:

$$T_{ш.к2} = \varphi_{к.2} * T_{o.2} = 2,14 * 1,554 = 3,325 \text{ хв};$$

Основний технологічний час третьої операції:

$$T_{o.3} = 4l + 4l + 4l = 4 * 13,8 + 4 * 13,8 + 4 * 13,8 = 0,165 \text{ хв};$$

Штучно-калькуляційний час данної операції визначається за формулою:

$$T_{ш.к3} = \varphi_{к.4} * T_{o.3} = 1,84 * 0,165 = 0,303 \text{ хв};$$

Тип виробництва визначається за формулою:

$$K_{з.о} = \frac{t_{в}}{T_{ср}} = \frac{80,6}{12,616} = 6,388.$$

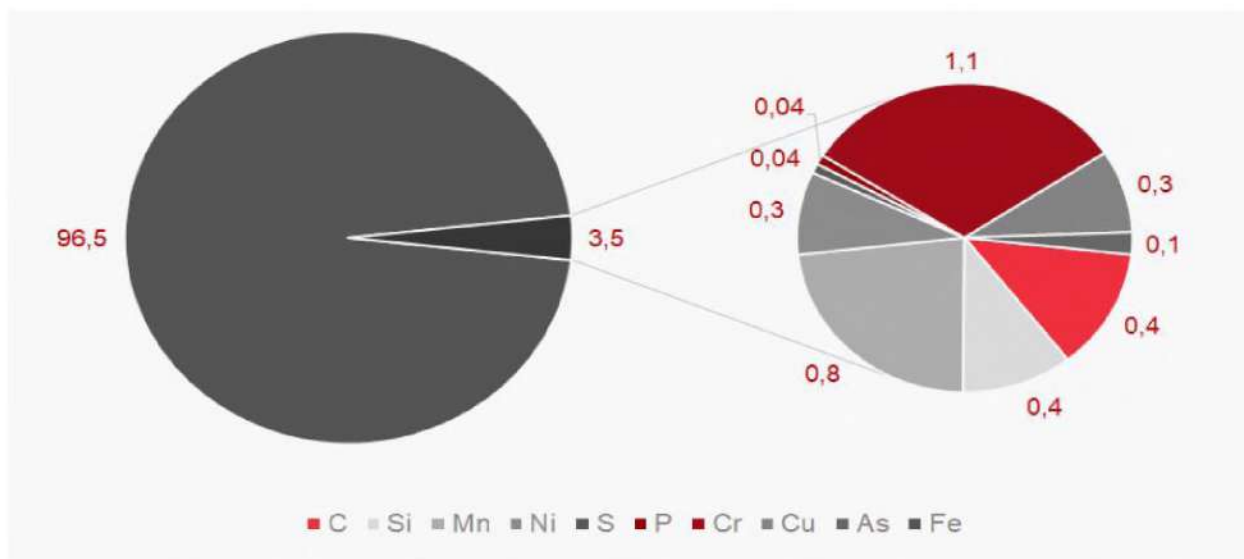
Так як $K_{з.о} = 1 < 6,388 < 10$, то тип виробництва – середньосерійне виробництво.

1.3. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Сталь 40Х

Клас: Сталь конструкційна легована

Використання в промисловості : осі, вали, вал-шестерні, плунжери, штоки, колінчасті та кулачкові вали, кільця, шпинделі, оправки, рейки, та інші деталі підвищеної міцності



Вуглець (C)	Кремній (Si)	Марганець (Mn)	Нікель (Ni)	Сірка (S)	Фосфор (P)	Хром (Cr)	Мідь (Cu)	Решта заліза
0,36% 0,44%	0,17 % 0,37%	0,5% 0,8%	≤ 0,3%	≤ 0,035%	≤ 0,035%	0,8 % 1,1%	≤ 0,3 %	≈97%

На кресленні деталі подано всі види, перерізи та розрізи, необхідні для з'ясування конструкції деталі. Деталь має просту форму і не становить особливих технологічних труднощів при її виготовленні.

Обробка деталі можлива із застосуванням стандартного і стандартизованого різального і вимірювального інструменту.

Під час проектування деталі витримані всі вимоги стандартів.

Точність розмірів і параметри шорсткості узгоджені.

Найточнішими поверхнями деталі є поверхня Ø50H7 - її можна отримати дворазовим (чорновим і чистовим) точінням.

Також 21 зубців m5 розташованих на діаметрі Ø115 - їх можна отримати

нарізуванням зубців і шліфуванням поверхні зубців після термообробки. Решту поверхонь отримуємо одноразовою механічною обробкою.

Технологічний контроль креслення проводиться в технічному відділі підприємства. Після розробки креслення конструктором проводиться перевірка, технічний контроль і вимірювальний з боку технолога. До затвердження креслення проходить

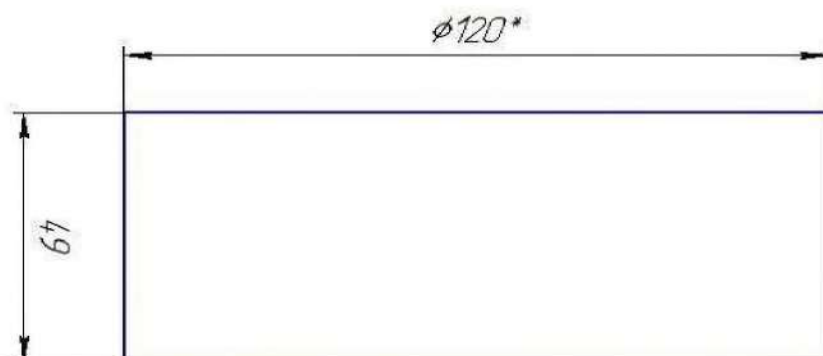
перевірку у начальника відділу, після креслення затверджується головним фахівцем, який курирує відділ. Складається технологічна карта з видачею комплекту документів на технологічний процес обробки різанням.

1.4.ВИБІР ЗАГОТОВКИ І МЕТОДІВ ЇЇ ВИГОТОВЛЕННЯ

Виготовлення заготовок - один з основних етапів машинобудівного виробництва, що безпосередньо впливає на витрату матеріалів, токарні вироби, трудомісткість виготовлення та собівартість.

Таб.1.1 – Визначення розмірів заготовки

Розмір деталі	Допуск, мм	Припуск, мм	Розмір заготовки, мм
Ø115	0,5	2,5x2	Ø120
45	0,5	2+2	49



1.5 ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Після вибору методів обробки, точності, шорсткості і припуски на обробку поверхонь здійснюємо вибір устаткування, на якому буде реалізуватися цей технологічний процес, з урахуванням типу виробництва.

Вибір технологічного устаткування вироблюваний за критерієм, який найбільшою мірою відбиває його функціональне призначення і технологічні можливості.

Таким критерієм є вид обробки, на який розрахований верстат, відповідно до його службового призначення (фрезерний - для фрезерування, свердловальний - для свердління, шліфувальний - для шліфування).

Другим по важливості критерієм є габаритні розміри робочої зони верстата, які повинні відповідати розмірам заготовлі з урахуванням розмірів пристосувань. Третій критерій відповідність верстата необхідній точності обробки

Забезпечивши дотримання цих трьох основних вимог, здійснюємо вибір моделі за допомогою паспортів верстатів і каталогів металорізального устаткування.

Вибраний верстат повинен давати можливість роботи на оптимальних режимах різання, відповідати по потужності і продуктивності.

Вибраний верстат повинен дозволяти здійснювати взаємне переміщення деталі та інструменту по командах без застосування матеріального аналога оброблюваної деталі (кулачків, шаблонів, копирів), характеристик механізмів подань по різних координатах з метою забезпечення високої точності обробки криволінійних контурів в деталі; зменшення зношування і нагріву механічних вузлів щоб уникнути втрати.

Для токарного оброблення обираємо універсальний токарний верстат із ЧПК моделі Haas DS-30 (рис. 1.3).

Токарний верстат з ЧПК - Токарні верстати з програмним управлінням призначені для зовнішньої і внутрішньої обробки складних заготовок типу тіл обертання. Токарні верстати з ЧПУ використовують для обробки зовнішніх і внутрішніх сферичних, конічних і циліндричних поверхонь тіл обертання, а також для

нарізання зовнішньої і внутрішньої різьби. За переміщення виконавчих органів верстата відповідає електроніка - числове програмне управління (ЧПУ) і система двигунів і приводів.

Токарне обладнання застосовується при середньо- і дрібносерійному виробництві, де важлива висока точність. Верстати з ЧПУ можуть бути оснащені револьверними головками, що забезпечують автоматичну зміну інструменту.

Таке рішення дає змогу використовувати токарне обладнання як недорогі, багатофункціональні системи, здатні виконувати більшу частину виробничих завдань у мінімальні терміни за низької собівартості робіт.

Токарні верстати з ЧПУ порівняно зі звичайними верстатами мають ширші технологічні можливості:

1. потужний привід головного руху до 20-40 і більше кВт. Використовують двигуни постійного струму, що дають змогу здійснити безступінчасте регулювання частоти обертання шпинделя, або трифазні двигуни змінного струму з великим числом ступенів регулювання (18-20 і більше). Верхні межі частоти обертання шпинделя досягають 2000 об/хв (16K20Ф3С5, 1П717Ф3, 1П416Ф3).

Межі регулювання частоти обертання шпинделя змінюються до 200 разів (1П752МФ3, 1А61Ф3С2, 1А512МФ3, 1А516МФ3).

2. без ступінчатий привід руху подачі з широкими межами регулювання величини подачі.

При встановленні спеціальних державок в одному гнізді можна закріплювати кілька ріжучих інструментів для одночасного оброблення деталі положення кожного з інструментів регулюються так, щоб розміри обробленої ним поверхні деталей відповідали зазначеним у кресленні.



Рис .1.3– Універсальний токарний верстат ЧПК. Haas DS-30

Табл.1.2 – Технічні характеристики верстату ЧПК. Haas DS-30

Найменування обладнання	Haas DS-30	Haas DY-30Y
Максимальний діаметр, що встановлюється, над станиною, мм	806	806
Максимальний діаметр, що встановлюється, над кареткою, мм	527	527
Максимальний оброблюваний діаметр (залежить від револьвера), мм	457	457
Максимальна довжина обробки (без патрона), мм	660	584
Діаметр 3-х кулачкового патрона, мм	210	210
Максимальний діаметр обробляючого прутка, мм	51	51
Діаметр отвору в шпинделі, мм	88,9	88,9
Макс. частота обертання шпинделя, об/хв	4000	4000
Максимальний крутний момент, Нм	407	407
Максимальна потужність шпинделя, кВт	22,4	22,4
Переміщення по осі X, мм	318	318
Переміщення по осі Y, мм	–	±50,8
Переміщення по осі Z, мм	660	584
Максимальне осьове зусилля, кН	22,7	22,7

Максимальная швидкість холостих подач, м/мин	24	24
Виконання посадкового гнізда револьвера	VDI40/BOT	VDI40/BOT
Кількість інструментальних гнізд в револьвері, шт.	12	12
Максимальні кількість приводних станцій,шт.	6*	6
Макс.швидкість обертання приводного інструменту, об/хв	6000*	6000
Максимальна частота обертання контршпинделя, об/хв	4000	4000
Максимальна потужність контршпинделя, кВт	14,9	14,9

Діаметр 3-х кулачкового патронаконтршпинделя, мм	210	210
Точність позиціонування, мм	±0,0050	±0,0050
Повторюємість, мм	±0,0025	±0,0025
Об'єм бака СОЖ, литр	208	208

Верстат Довбальний ГД 200



Рис.1.4 –Верстат довбальний ГД 200

Довбальний верстат ГД200 призначений для виготовлення шпонкових пазів, шліців, піднутрень і канавокпоказник на фасонних і плоских поверхнях в одиничному і дрібносерійному виробництві. Верстат оснащений поворотною різцевою голівкою для довбання під кутом 90° в обидва боки, пристроєм нахилу полозок довб'яка на кут до 8° до вертикальної площини для виготовлення шпонкових пазів у конічних отворах, а також довб'яком, який вертикально встановлюється заново, у діапазоні до 265 мм, що дає змогу значно розширити номенклатуру виробів, які обробляються на верстаті.

Табл.1.3 – Технічні характеристики верстату довбальний гд 200

Максимальний хід довб'яка, мм	200
Відстань від поверхні стола до нижнього торця направляючих довб'яка, мм	320
Відстань від зовнішньої поверхні різцевої головки до станини (виліт), мм	450
Висота оброблюваного виробу, мм, при обробці:	
- зовнішньої поверхні	300
- внутрішньої поверхні	100
Зусилля різання, кН	15
Швидкість довб'яка під навантаженням, двійних ходів/хв	32, 49, 66, 101
Хід стола:	
- повздовжній, мм	500
- поперечний, мм	400

- круговий, град	360
Діапазон подач стола на один двійний хід довб'яка:	
- повздовжніх, мм	0,1...1,2
- поперечних, мм	0,1...1,2
- кругових, град	0,07...0,8
Потужність головного приводу, кВт	3
Габаритні розміри, мм	
- довжина	900
- ширина	1270
- висота	2175
Маса, кг	2000

Зубофрезерний верстат HERA 500



Рис.1.5 –Зубофрезерний верстат HERA500

Зубофрезерування є найпоширенішою, але трудомісткою операцією для забезпечення високої якості виготовлення зубчастих коліс, її слід виконувати на жорстких з потужним електродвигуном високопродуктивних верстатах на підвищених режимах різання із застосуванням багатозахідних черв'ячних фрез.

Залежно від розташування осі оброблюваної деталі зубофрезерні верстати поділяють на верстати з вертикальним і горизонтальним компонованням. У верстатах з вертикальним компонованням стіл із заготівлею нерухомий, по горизонтальних напрямних переміщається ліва стійка з черв'ячною фрезою. Верстати з нерухомим столом зручні та надійні для автоматизації та вбудовування в автоматичні лінії. Забезпечується висока жорсткість системи стіл, магазин, заготівля і постійний рівень розташування заготовки під час завантаження і розвантаження.

Горизонтальні верстати мають дві модифікації. Для обробки зубчастих коліс малого модуля верстати мають замкнуту конструкцію з широким фрезерним супортом, хорошу доступність затискних елементів та інструменту.

Табл .1.4 –Технічні характеристики Зубофрезерного верстата

Технічні данні	Ед.Изм	HERA 500
Максимальний діаметр заготовки	мм	Ø 500
Максимальний модуль	модуль	12
Радіальне переміщення зубофрезерного шпинделя (Х-ось)	мм	360 (40-400)
Наклон зубофрезерного шпинделя (А-ось)	град	+35° / -45°
Частота обертання зубофрезерного шпинделя (В-ось)	об/хв	20-500
Частота обертання стола (С-ось)	об/хв	110
Робочий діапазон заготовки по вертикалі (Z-ось)	мм	380 (250-630)
Робочий діапазон переміщення прижимного центра (Z-ось)	мм	420 (400-820)
Діаметр стола	мм	Ø 450
Конус шпинделя		NT 50
Максимальний розмір модульної фрези з оправкой (діаметр × довжина)	мм	Ø 220 × 260
Переміщення зубофрезерного шпинделя (Y-ось)	мм	240
Прискорені подачі по осі Z	мм/хв	5000
Прискорені подачі по осі X	мм/хв	50000
Прискорені подачі по осі Y	мм/хв	2000
Наклон зубофрезерного шпинделя (А-ось)	-	720
Споживча потужність	кВт	90
Потужність головного шпинделя	кВт	24.5
Контроллер ЧПК		SIEMENS 840Di
Габарити	мм	3570×2800×2900
Масса		13000

Внутрішньо шліфувальний універсальний особливо високої точності верстат 3К228В

Внутрішньо шліфувальний верстат 3К228В призначений для шліфування циліндричних і конічних (з кутом при вершині до 60°) наскрізних і глухих отворів: для верстата моделі 3К228В діаметр 50-200 мм, довжина до 200 мм...

Верстати 3К228В забезпечені шліфувальним пристосуванням, що дає змогу шліфувати зовнішній торець виробу одразу зі шліфуванням отвору.

Область застосування верстатів 3К228В - машинобудівні заводи з дрібносерійним і серійним виробництвом, а також інструментальні і ремонтні цехи цих заводів. Клас точності верстатів В. Категорія якості - вища.

Табл .1.5 –Технічні характеристики верстата 3К228В:

Найменування параметра	3К228В
Основні параметри	
Клас точності по ГОСТ 8-71	В
Найбільший діаметр встановлююмого виробу, мм	200
Найбільший діаметр встановлюваного виробу в кожусі, мм	560
Найбільша довжина виробу, що встановлюється, мм	200
Діаметр шліфувального отвору, мм	50..200
Найбільша довжина шліфування при діаметрі шліфування не менше за 100 мм	320

Найбільша рекомендована довжина шліфування при найменшому діаметрі, мм	200
Відстань від осі шпинделя передньої бабки до підшви станини, мм	1225
Відстань від осі шпинделя передньої бабки до дзеркала столу (висота центрів), мм	340
Відстань від опорного торця фланця шпинделя виробу до торця кронштейна шліфувальної бабки, мм	1335
Відстань від торця нового кола торце шліфувального пристосування до опорного торця фланця шпинделя, мм	150..400
Робочий стіл верстата	
Найбільша довжина переміщення столу, мм	630
Ручне переміщення столу за одне обертання маховика, мм	25
Швидкість переміщення столу під час шліфування, м/хв	1..7
Швидкість переміщення столу під час правки круга, м/хв	0,1..2
Швидкість переміщення столу під час швидкого поздовжнього підведення і відведення, м/хв	10
Привід і електрообладнання верстата	
Кількість електродвигунів на верстаті	7
Електродвигун шпинделя шліфувальної бабки, кВт	7,5

Електродвигун приводу торце шліфувального пристосування, кВт	2,2
Електродвигун приводу виробу (бабки виробу) постійного струму, кВт	1,6
Електродвигун насоса гідросистеми, кВт	3,0
Електродвигун фільтра-транспортера, кВт	0,09
Електродвигун насоса системи охолодження, кВт	0,15
Електродвигун магнітного сепаратора, кВт	0,09
Загальна потужність електродвигунів, кВт	14,63
Перетворювач тиристорний ET1E2-10, кВт	1,3
Габаритні розміри та маса верстата	
Габаритні розміри верстата (довжина x ширина x висота), мм	3970x2200 x1870
Маса верстата з електрообладнанням та охолодженням, кг	6900
Електродвигун магнітного сепаратора, кВт	0,09

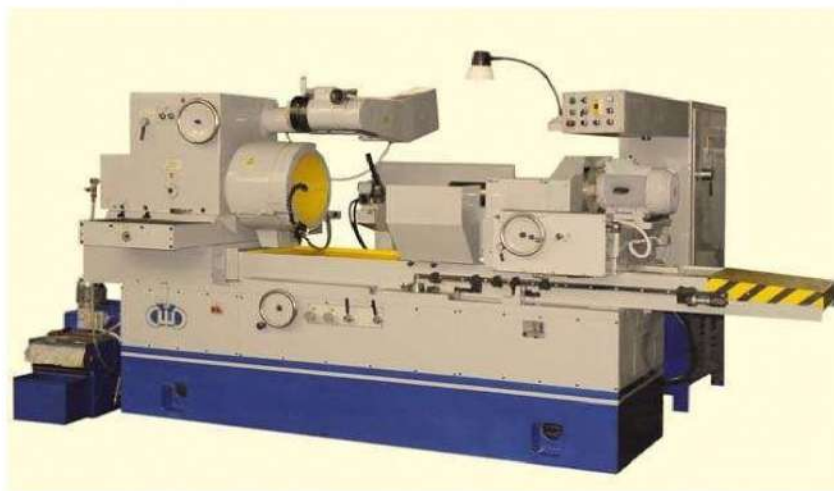


Рис.1.6 –Внутрішньошліфувальний універсальний особливо високої точності верстат 3K228B

Шліфувальний верстат **Samputensili G 450** - це інноваційний компактний, надзвичайно гнучкий шліфувальний верстат.

Samputensili G 450 спеціально розроблений для дуже малих циклів і для високоякісного та ефективного масового виробництва шестерень із зовнішнім діаметром до 450 мм і валів довжиною до 550 мм.

Цей шліфувальний устанок із зубчастою передачею може використовувати профільні та черв'ячні шліфувальні круги, як у керамічній, так і в гальванізованій CBN. Сильні сторони цієї унікальної машини - найпростіші концепції дизайну з погляду оснащення і перев'язувальних технологій, швидка автоматизація і дивовижна зручність для користувача.

Робочий шпиндель, встановлений на обертовому столі, спрощує операцію навантаження/розвантаження, а також операції оснащення. Пов'язувальний шпиндель також встановлений на обертовому столі, але діаметрально протилежно робочому шпинделю.

Основні переваги:

Орієнтовані на клієнта рішення для кожного додатка Шліфування всіх видів заготовок і складних геометрій Ідеально підходить для невеликих виробничих партій Можливе шліфування великого модуля

Легкі вантажно-розвантажувальні операції Висока термічна і механічна стабільність

Таблиця. 1.6 –Технічні данні Шліфувального верстата Samputensili G 450

Модель	G 450
Діаметр заготовки, макс. мм	450
Діапазон модулів m _n	0,5 - 7,0
Довжина деталі, макс. Мм	550
Ширина обличчя, макс. Мм	380
Кут повороту стріли градуси	+45°/-45°
Діаметр шліфувального круга, мм	120 макс/90 хв
Ширина шліфувального круга мм	180
Швидкість шліфування, макс. м/с	80 м/с

Діаметр дозувального інструмента. мм	120
Розміри верстата, Д x Ш x В мм	4 120 x 2,200 x 2,700
Керування	Siemens 840 D sl



Рис 1.7 – Шліфувальний верстат Samputensili G 450

1.6 ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ

Для закріплення заготовок та інших елементів технологічного обладнання застосовують затискні механізми. Їх також використовують як проміжні передавальні ланки у складі складніших систем. За ступенем автоматизації затискні механізми бувають ручними, механізованими й автоматизованими.

Ручні механізми вимагають докладання м'язової сили робітника, застосовуються тільки в дрібносерійному та одиничному виробництві. Механізовані затискні пристрої, які обладнані силовим приводом (пневмопривод або гідропривод), використовують у серійному виробництві. Автоматизовані механізми працюють без участі робітника і застосовуються у великосерійному та масовому виробництві.

Базуючими елементами технологічних пристосувань є основні та допоміжні опори. Основними опорами називають елементи пристосувань, які позбавляють заготовку всіх або деяких ступенів свободи, визначаючи її положення в просторі або в системі координат верстата. Тому вони в більшості випадків закріплені нерухомо щодо технологічної системи.

Допоміжні опори - окремі елементи або

механізми, призначені для надання заготовці додаткової жорсткості або стійкості під час її обробки. Під час обробки цієї деталі використовувалися основні та напрямні опори.

Загальні вимоги до базових елементів пристосувань зумовлені заданою точністю і зводяться до такого:

-кількість і розташування настановних елементів повинні забезпечувати надійне базування заготовки, її стійкість і жорсткість під час закріплення. Для забезпечення стійкого положення заготовки в пристосуванні відстань між опорами приймають якомога більшою;

-робочі поверхні настановних елементів не повинні бути занадто великими (для зменшення впливу відхилень розмірів і форми базових поверхонь заготовки на точність базування);

-установчі опори не повинні погіршувати якість базових поверхонь заготовки, для чого слід збільшувати контактну поверхню, що суперечить попередній вимозі. Тому прийняте рішення має бути оптимальним;

-для забезпечення надійного сполучення опор із корпусом пристосування установчі опори мають бути досить жорсткими.

На токарних операціях заготовка устанавлюється в трикулачковий самоцентрувальний патрон DIN 6350 тип 3204-250. На операції 005 заготовка встановлюється по зовнішній циліндричній поверхні Ø120 мм, а на операції 015 заготовка встановлюється по обробленій внутрішній циліндричній поверхні Ø49,5 мм. Загальний вигляд патрона представлено на рис13.

Корпус цього патрона одержано чавунним литтям вищої якості. Кулачки з легованої високоякісної сталі, напрямні та інші робочі поверхні цементовані, загартовані та відшліфовані.



Рис.1.8 – Токарний самоцентрувальний трикулачковий патрон DIN 6350 тип 3205-250.

Основні розміри трикулачкового самоцентрувального патрону DIN 6350 тип 3205: $B=89$ мм, $B_1=92,8$ мм, $C=5$ мм, $D=200H7$, $E=76$ мм, $F=224$ мм, $G=6 \times M12$, $H=105$ мм, $J=34$ мм, $K=95$ мм, $L=53$ мм, $P=3 \times M12$, вага 29кг.

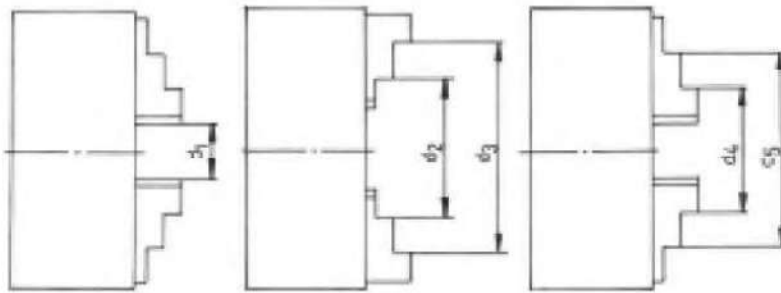


Рис.1.9 –Діапазони кріплення трикулачкового самоцентрувального патрону DIN 6350 тип 3205.

Діапазони кріплення трикулачкового самоцентрувального патрону DIN6350 тип 3205: $d_1=5-118$ мм, $d_2=77-188$ мм, $d_3=160-250$ мм, $d_4=62-174$ мм, $d_5=145-256$ мм.

Максимальна швидкість обертання патрону 2000 об/хв.

Сила кріплення в патроні приблизно 4600 Н при моменті на ключі 180 Нм.

На шліфувальній верстатоперациі 040 заготовлю встановлюють у спеціальний цанговий патрон: базування і закріплення відбувається по внутрішній циліндричній поверхні $\varnothing 50H7$ з упором у лівий торець.

1.7. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Стандартний технологічний процес розробляється на основі аналізу багатьох існуючих та можливих технологічних процесів для типових груп продукції.

Він має бути оптимальним для конкретних умов виробництва і мати єдність змісту та послідовності більшості операцій для групи продуктів зі спільними конструктивними ознаками.

Проектування технологічних процесів залежить від типу виробництва.

Зазвичай стандартні технологічні процеси оснащуються універсальним верстатним устаткуванням і стандартними пристроями.

Технологічний процес записується поопераційно, з перерахуванням всіх переходів. Поєднання переходів визначається конструкцією деталі, можливостями розташування ріжучих інструментів на станку і жорсткістю заготовки

Таб. 1.7 - Маршрутна карта технологічного процесу

Номер операції	Найменування Операції	Обладнання
000	Заготівельна	Пила стрічкова FDB Maschinen SG-380
005	Токарна з ЧПУ	Токарний верстат з ЧПК Haas DS-30
010	Токарна з ЧПУ	
015	Довбальна	Довбальний верстат ГД200
020	Зубонарізна	HERA 500
025	Термообробка	
030	Шліфувальна	3K228B
035	Шліфувальна	Samputensili G 450
040	Слюсарна	Верстак
045	Мийна	Мийна ванна
050	Контрольна	Контрольний стіл

1.8. АНАЛІЗ СХЕМ БАЗУВАННЯ ДЕТАЛІ

Вибір баз є одним з найскладніших і принциповіших розділів проектування технологічних процесів. Від правильного вибору технологічних баз значною мірою залягають: фактична точність виконання розмірів, правильність взаємного розташування поверхонь, міра складності пристосувань, різальних і вимірювальних інструментів, загальна продуктивність обробки заготовель.

Вибір базових поверхонь залежить від конструктивних форм деталі, технічних вимог і масштабу випуску.

Циліндричні деталі мають основні базуючі поверхні у вигляді циліндричних поверхонь чи комбінації поверхонь, які мають достатню протяжність.

Як допоміжні бази зазвичай використовують торцеві

При виборі баз використовувалися наступні основні рекомендації:

- базові поверхні мають бути простими за формою та мати достатню протяжність;
- заготовка повинна займати в пристосуванні місце, що відповідає їй, під дією власної ваги, а не в результаті додатка усилійтокарная закріплення;
- на усіх операціях бажано домагатися дотримання принципу постійстваупором баз і принципу поєднання баз.

На першій токарній операції 005 заготовля базується по зовнішній поверхні $\varnothing 120$ з упором в торець (у трикулачковому патроні, що центрується).

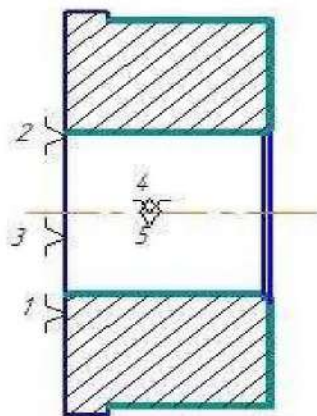


Рис 1.9 – Схема базування заготовки на токарній операції 005.

На токарній операції 010 заготовка базується по внутрішній поверхні $\varnothing 49,5$ з упором в трикулачковий патрон, що центрується.

Схема базування в цій операції показана на рис. 1.10.

Використання цієї схеми забезпечує принцип поєднання баз, тому погрішність Установки визначається погрішністю установки в 3х кулачковому патроні: $\epsilon_y = 50 \text{ мкм}$.

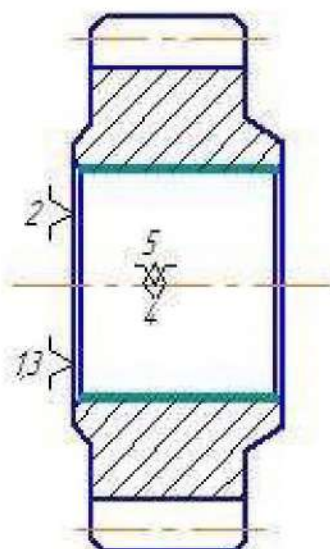


Рис. 1.10 – Схема базування заготовки на токарній операції 010

На довбальній операції 020 заготівля встановлюється на спеціальне пристосування вибираємо схему базування по зовнішній поверхні $\varnothing 115$ з упором у торець основи. Схема базування цієї операції показано на рис.1.11. Цей спосіб дозволяє забезпечувати принцип суміщення баз, а також забезпечує найбільш точне положення поверхонь, що обробляються щодо інструменту.

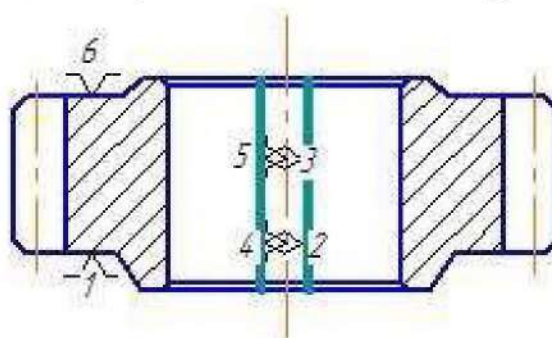


Рис 1.11 – Схема базування заготовки на довбальній операції 020

На зубонарізній операції 025 заготовка базується на спеціальній оправці верстата по внутрішній поверхні $\varnothing 49,5$ з упором в торець.

Схема базування в цій операції показана на рис.1.12. Використання цієї схеми забезпечує принцип поєднання баз.

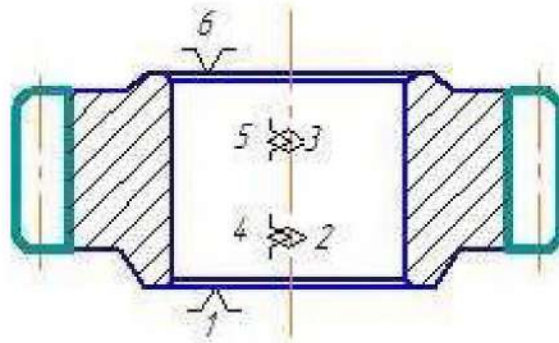


Рис.1.12 – Схема базування заготовки на зубонарізній операції 025

1.9. РОЗРОБЛЕННЯ МАРШРУТУ ОБРОБКИ ПОВЕРХНІ ЗАГАТОВКИ ТА ЗМІСТ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ

Розроблення маршрутного технологічного процесу зводиться до визначення виду обробки кожної чистової поверхні, відповідної точності даної поверхні.

Маршрутний технологічний процес розробимо у вигляді таблиці.

Розробку маршрутного технологічного процесу починаємо зі встановлення кількості переходів для кожної оброблюваної поверхні.

Визначається необхідна кількість технологічних переходів, для забезпечення необхідної якості поверхні, що залежить від її точності, способу обробки, відносного положення, шорсткості, якості поверхневого шару. Результати вибору кількості переходів в таблиці 1.8.

Таб. 1.8 - Формування маршрутного технологічного процесу

Перехід	Точність	Ra МК М	Технологічний перехід	Квалітет	Ra МКМ
	<u>IT14/2</u>	2,5	Чорнове підрізання торця	IT14/2	12.5
1		2,5	Чистове підрізання торця	IT14/2	2.5
2	h6	2.5	Чорнове точіння	h6	12.5
		2.5	Чистове точіння	h6	2.5
	<u>IT14/2</u>	2.5	Чорнове підрізання торця	IT14/2	12.5
3		2.5	Чистове підрізання торця	IT14/2	5.0
	h6	2.5	Чорнове точіння	h6	12.5
4		2.5	Чистове точіння	h6	5.0
		5.0	Свердління	H12	12.5
5	H12	5.0	Розсвердлювання	H12	12.5
		3.2	Розточування	H12	2.5
6	<u>IT14/2</u>	2.5	Чорнове підрізання торця	IT14/2	12.5
		2.5	Чистове підрізання торця	IT14/2	2.5
7	<u>IT14/2</u>	2.5	Чорнове підрізання торця	IT14/2	12.5
		2.5	Чистове підрізання торця	IT14/2	5.0
8	h6	2.5	Чорнове точіння	h6	12.5
		2.5	Чистове точіння	h6	5.0
9		2.5	Продовбати шпон.паз	H12	12.5
10		1.25	Нарізання зубів	h6	0.63

За даними з таблиці складемо маршрутний техпроцес обробки деталі шестерня:

000. Заготівельна.

005. Токарна з ЧПУ

А Встановити і зняти деталь.

1. Підрізати торець витримуючи розмір A1,1
2. Точити поверхню витримуючи розмір $\text{Ø}117 \text{ L } 38$
3. Свердлити отвори наскрізь і розточити витримуючи розмір D0.1
4. Зняти фаску $1,85 \times 45^\circ$

010. Токарна з ЧПУ

А Встановити і зняти деталь

1. Підрізати торець витримуючи розмір A2,1
2. Підрізати торець витримуючи розмір A1,2
3. Проточити поверхню витримуючи розмір D1.2 і D1.3
4. Зняти фаски $1,85 \times 45^\circ$ і $3 \times 45^\circ$

015. Токарна з ЧПУ

А. Установити і зняти деталь.

1. Проточити поверхню витримуючи розмір D1.1
2. Підрізати торець постійні витримуючи розмір K3
3. Проточити поверхню витримуючи розмір D2.1 і D2.2
4. Зняти фаску 2×4 операційний 5°

020. Довбальна

А Встановити і зняти деталь

1. Продовжити шпон.паз витримуючи розмір D3.1

025. Зуборізна

А Встановити і зняти деталь.

Нарізати 21 зубців m5 витримуючи розмір D3.1

030. Термообробка

1. Калити деталь

035. Шліфувальна

А Встановити та зняти деталь

1. Шліфувати внутрішню поверхню витримуючи розмір D5.1

040. Шліфувальна

А Встановити і зняти деталь

1. Шліфувати поверхню зубів витримуючи розмір D4.1

045. Слюсарна

1. Гострі кромки притупити

050. Мийна

1. Промити деталь

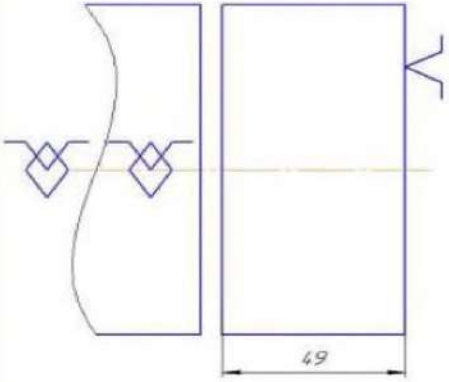
055. контрольна

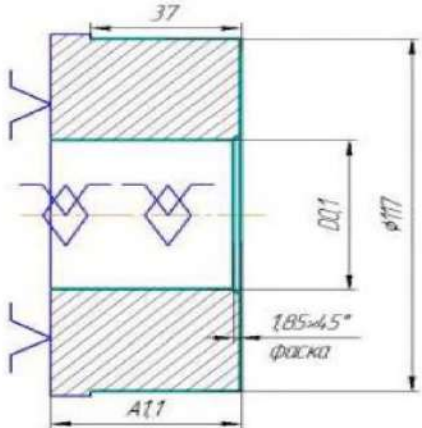
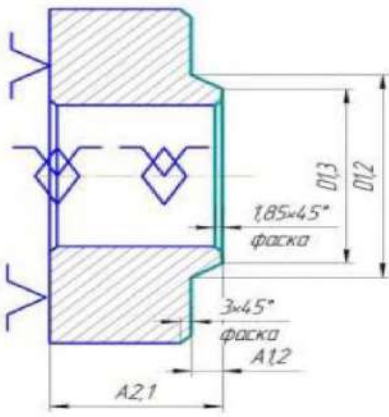
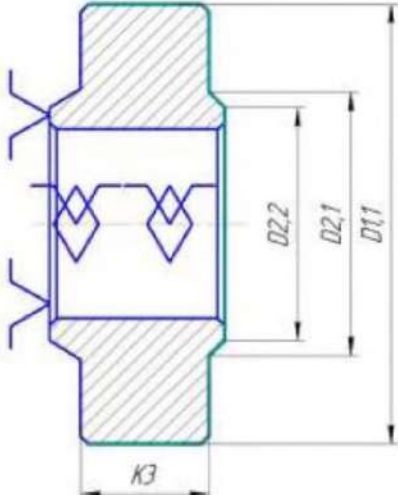
1. контроль розмірів остаточний.

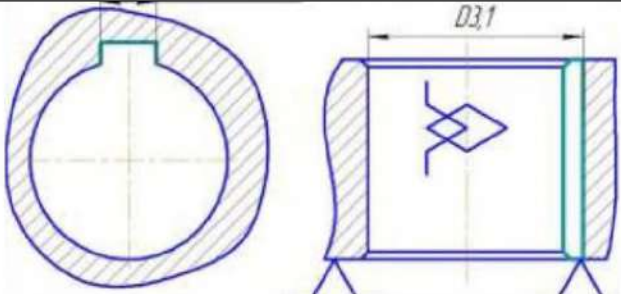
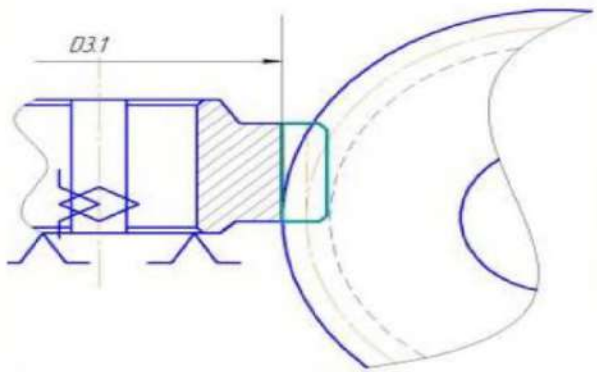
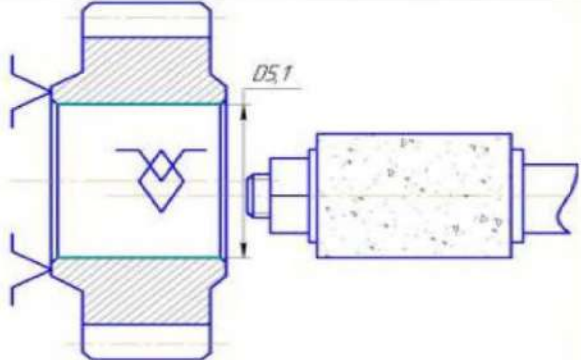
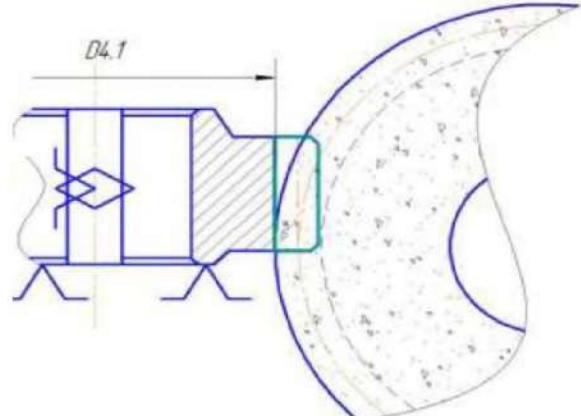
Розробка маршруту виготовлення деталі

Маршрут технології виготовлення деталі типу Шестерня представлений у табличній таблиці 3. Попередній маршрут містить у собі схеми базування заготовки, технологічні розміри, що витримуються, а також тексти переходів та їхні ескізи.

Таб.1.9- Маршрут обробки.

<i>Операц</i>	<i>Установ</i>	<i>Найменування операцій та зміст переходів</i>	<i>Операційний ескіз</i>
1	2	3	4
000	А	<i>Заготівельна.</i> <i>Встановити та зняти</i> <i>Деталь</i>	
1		<i>Відрізати</i> <i>заготовку</i> <i>витримуючи розміри</i>	

005	<p>А Токарна.з ЧПК Встановити та зняти Деталь</p> <p>1 Підрізати торецьподача витримуючи розмір А1,1</p> <p>2 Точити поверхню витримуючи розмір $\varnothing 117$ L 38</p> <p>3 Свердлити отвори на наскрізь і розточити витримуючи розмір D0.1</p> <p>4 Зняти фаску $1,85 \times 45^\circ$</p>	 <p>Technical drawing showing a shaft with a diameter of $\varnothing 117$ and a length of 37. It features a hole with a diameter of 001. The drawing includes chamfers with dimensions $1,85 \times 45^\circ$ and a label 'фаска' (chamfer).</p>
010	<p>А Встановити зняти деталь</p> <p>1 Підрізати торець витримуючи розмір А2,1</p> <p>2 Підрізати торець витримуючи розмір А1,2</p> <p>3 Проточити поверхню витримуючи розмір D1.2 і D1.3</p> <p>4 Зняти фаски $1,85 \times 45^\circ$ і $3 \times 45^\circ$</p>	 <p>Technical drawing showing a shaft with a length of A2.1. It features diameters D1.2 and D1.3. The drawing includes chamfers with dimensions $1,85 \times 45^\circ$ and $3 \times 45^\circ$, and a label 'фаска' (chamfer).</p>
015	<p>А Встановити і зняти деталь.</p> <p>1 Проточити поверхню витримуючи розмір D1.1</p> <p>2 Підрізати торецьпостійні витримуючи розмір К3</p> <p>3 Проточити поверхню витримуючи розмір D2.1 і D2.2</p> <p>4 Зняти фаску 2×4перациійний 5°</p>	 <p>Technical drawing showing a shaft with a length of 111. It features diameters D2.1 and D2.2. The drawing includes a chamfer with dimension K3.</p>

020	A 1	Довбальна Встановити і зняти деталь Продовжити шпон.паз втримуючи розмір D3.1	
025	A 1	Зубофрезерна Встановити і зняти деталь. Нарізати 21 зубців m5 втримуючи розмір D3.1	
030		Термообробка	Калити деталь згідно з вимогами за кресленням 32...36 HRC
035	A 1	Шліфувальна Встановити та зняти деталь Шліфувати внутрішню поверхню втримуючи розмір D5.1	
040	A 1	Шліфувальна Встановити і зняти деталь швидкість Шліфувати поверхню зубів втримуючи розмір D4.1	
045		Слюсарна	Гострі кромки притупити
050		Мийна	Промити деталь
055		Контрольна	Контроль розмірів остаточний.

1.10. РОЗРАХУНОК ПРИПУСКІВ НА ОПЕРАЦІЙНИХ І ВИХІДНИХ РОЗМІРІВ ЗАГОТОВОК

Розрахунок припусків на механічну обробку для $\varnothing 50H7^{(+0,025)}$.

Припуск на механічну обробку аналітичним методом визначається по формулі: (6.1.1)

$$2Z_{\min i} = 2(R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2})$$

де R_{zi-1} – шерохватість поверхні на попередньому переході, мкм;

h_{i-1} – глибина дефектного слоя на попередньому переході, мкм;

$\Delta_{\Sigma i-1}$ - суммарна погрішність взаємного положення поверхонь на попередньому переході, мкм

ε_{yi} - погрішність установки на виконуваному переході, мкм.

Визначаємо параметри поверхні Rz - шорсткість і h-глибину дефектного шару залежно від виду обробки поверхні.

Сумарна погрішність взаємного розташування поверхонь визначаємо для заготовлі передбачена по формулі:

$$\Delta\Sigma = l \frac{l\Delta_{\kappa}}{\Delta^2 + 0,25}$$

Де Δ_{κ} - відхилення осі деталі від прямолінійності, мкм на 1мм $\Delta_{\kappa} = 84$ мкм

l - довжина вильоту заготовки $l = 45000$ мкм

Таким чином:

$$\Delta\Sigma = 45000 \frac{84}{84^2 + 0,25} = 333 \text{ мкм}$$

На інших переходах $\Delta\Sigma$ визначаємо через коефіцієнт уточнення ky

$$\Delta\Sigma_i = \Delta\Sigma_{i-1} \cdot ky, \quad (6.1.3)$$

Після точіння:

чорнового $k_y=0,06$,

$$\Delta\Sigma_{т.чорн} = 333 \cdot 0,06 = 19,98 \text{ мкм},$$

чистового $k_y=0,04$,

$$\Delta\Sigma_{т.чист} = 19,98 \cdot 0,04 = 0,799 \text{ мкм}.$$

Операційний припуск для токарної чорної:

$$2z_{\min}^{\text{ток.чорн}} = 2(200 + 300 + \sqrt{333^2}) = 1666 \text{ мкм},$$

Операційний припуск для токарної чистової:

$$2z_{\min}^{\text{ток.чист}} = 2(50 + 50 + \sqrt{19,98^2 + 80^2}) = 365 \text{ мкм},$$

Після цього визначаємо максимальне $2z_{\max i}$ та $2z_{\min i}$ мінімальне округлене значення операційних припусків за формулами:

$$2z_{\min i} = A_{\min i-1} + A_{\max I} \quad (6.1.4)$$

$$2z_{\max i} = A_{\max i-1} + A_{\min I} \quad (6.1.5)$$

де $A_{\max i}$, $A_{\min i}$ - максимальне та мінімальне значення операційного розміру на виконуваному переході; $A_{\max i-1}$, $A_{\min i-1}$ - максимальне та мінімальне значення операційного розміру на попередньому переході.

Результат розрахунку занесемо в таблицю.

Таб. 1.10 – Визначення припусків операційним методом для 50Н7

Технологічний перехід, операція	Квалітет	Rz	h	$\Delta\Sigma$	ϵ_y	$2z_{\min}$, МКМ	Допуск	Операцій. Розмір, мм	розр. опер роз-р max, мм	розр. опер роз-р min, мм	розр. прип. max, мм	розр. роз-р прип. min, мм
Пов. 50Н7												
Заготовка		200	300	333	0	-	200 0	64,75 0	67,00 0	65,00 0	-	-
Чорн. точіння	1 2	50	50	19,98	80	166 6	755	63,58 5	64,34 0	63,62 5	2,66 0	1,37 5
Чист. точіння	7	25	25	0,8	80	365	310	63,26 0	63,57 0	63,26 0	0,77	0,36 5

Розрахунок припусків на механічну обробку для Ø115

Припуск на механічну обробку аналітичним методом визначається по формулі:

$$2Z_{\min i} = 2(R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}), \quad (6.2.1)$$

де R_{zi-1} – шорсткість поверхні на попередньому переході, мкм;

h_{i-1} – глибина дефектного шару на попередньому переході, мкм;

$\Delta_{\Sigma i-1}$ – сумарна погрішність на попередньому переході, мкм

ε_{yi} – погрішність установки на виконуваному переході, мкм.

Визначаємо параметри поверхні Rz - шорсткість та h-глибину дефектного шару

Залежно від виду обробки поверхні.

Сумарна погрішність взаємного розташування поверхонь визначаємо для заготівлі по формулі:

$$\Delta_{\Sigma} = l \frac{\Delta_{\kappa}}{\Delta_{\kappa}^2 + 0,25},$$

Де Δ_{κ} - відхилення осі деталі від прямолінійності, мкм на 1мм $\Delta_{\kappa} = 72$ мкм

l - довжина вильоту заготовки $l = 33000$ мкм.

Таким чином:

$$\Delta_{\Sigma} = 33000 \frac{72}{72^2 + 0,25} = 333 \text{ мкм}$$

На інших переходах Δ_{Σ} визначаємо через коефіцієнт уточнення ky :

$$\Delta_{\Sigma i} = \Delta_{\Sigma i-1} \cdot ky, \quad (6.2.3)$$

Після точіння:

чорнового $Ky = 0,06$,

$$\Delta_{\Sigma \text{т.чорн}} = 333 \cdot 0,06 = 19,98 \text{ мкм},$$

чистового $Ky = 0,04$,

$$\Delta_{\Sigma \text{т.чист}} = 19,98 \cdot 0,04 = 0,799 \text{ мкм}.$$

Операційний припуск для токарної чорнової:

$$2Z_{\min}^{\text{ток.чорн}} = 2(200 + 300 + \sqrt{333^2}) = 1666 \text{ мкм},$$

Операційний припуск для токарної чистової:

$$2z_{\min}^{\text{ток.чист}} = 2(50 + 50 + \sqrt{19,98^2 + 80^2}) = 365 \text{ мкм},$$

Після цього визначаємо максимальне $2z_{\max i}$ і та $2z_{\min i}$ мінімальне

округлене значення операційних припусків за формулами:

$$2z_{\min i} = A_{\min i-1} + A_{\max} \quad (6.1.4)$$

$$2z_{\max i} = A_{\max i-1} + A_{\min I} \quad (6.1.5)$$

де $A_{\max i}$, $A_{\min i}$ - максимальне та мінімальне значення операційного розміру на виконуваному переході; $A_{\max i-1}$, $A_{\min i-1}$ - максимальне та мінімальне значення операційного розміру на попередньому переході.

Результат розрахунку занесемо в таблицю 1.11.

Таб.1.11 – Визначення припусків аналітичним методом для Ø115.

перехід, операція	Квалітет	Rz	h	$\Delta\Sigma$	ϵ_y	$2Z_{\min}$, МКМ	Допуск, МКМ	Операц. розмір, мм	розр. опер роз-р max, мм	розр. опер роз-р min, мм	розр. роз-р прип. max, мм	розр. роз-р прип. min, мм
Пов. Ø115												
Заготовка		200	30 0	333	0	-	200 0	53,800	56,000	54,000	-	-
Чорн. точіння	12	100	10 0	18,5	80	166 6	780	52,540	53,320	52,751	2,68 0	1,24 9
Чист. точіння	7	25	25	0,74	80	365	280	52,260	52,570	52,386	0,75 0	0,36 5

1.11. РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ РІЗАННЯ

Розрахунок режимів різання для токарної операції 005

1) Точити з 49, 47, послідовно за програмою.

На даному етапі обробка проводиться різцем CoroTurn 107 для контурного точіння, тримач SCLCR2020K09, правий з механічним кріпленням непереточуваної пластини CCMG090308-MR, матеріал пластини GC1525, рекомендовані режими різання: подача $S = 0,2$ мм / об, швидкість різання при даному $V = 90$ м/хв.

Частота обертання визначається за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (2.11.1)$$

де, V - швидкість різання, $V=90$ мм/хв;

D - діаметр, $D=120$ мм,

Підставивши числові значення у формулу (2.11.1), одержимо:

$$n = \frac{1000 \cdot 90}{\pi \cdot 120} = 238 \text{ об / хв.}$$

Головна складова сили різання визначається за формулою:

$$P_z = 10 C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.11.2)$$

де $C_p = 204$, $x=1$, $y=0,75$, $n=0$ – постійні коефіцієнти ;

t – глибина різання, $t=2$ мм;

$$K_p = k_{mp} k_{\varphi p} k_{\gamma p} k_{\lambda p} k_{r p}, \quad (2.11.3)$$

де k_{mp} – поправочний коефіцієнт на якість оброблюваного матеріалу:

$$k_{mp} = \left(\frac{\sigma_s}{750} \right)^n,$$

де σ_B - границя міцності, $\sigma_B = 655$ МПа

$n=0,75$ – показник ступеню, тоді:

$$k_{mp} = \left(\frac{655}{750} \right)^{0,75} = 0,90;$$

$$k_{\varphi p} = 0,89 (\varphi = 95^\circ), \quad k_{\gamma p} = 1,1 (\gamma = 0^\circ), \quad k_{\lambda p} = 0,98 (\lambda = 0^\circ),$$

$k_{rp} = 0,9 (r = 0,8 \text{ мм})$ – коефіцієнти, які враховують фактичні умови різання.

Підставивши чисельні значення у формулу (2.11.3) отримаємо:

$$K_p = 0,90 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 0,98 \cdot 0,9 = 0,780;$$

Підставивши чисельні значення у формулу (2.11.2) отримаємо:

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 2^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 90^0 \cdot 0,780 = 952 \text{ Н.}$$

Визначимо ефективну потужність різання:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{952 \cdot 90}{1020 \cdot 60} = 1,40 \text{ кВт.}$$

Основний час процесу обробки визначається за формулою:

де n – частота оберту, $n = 238$ об/мин,

L – довжина обробки:

$$L = l_o + l_n + l_{ep},$$

де, l_o - довжина поверхні обробки, $l_o = 60$ мм;

l_n - довжина проходу, $l_n = 0$ мм;

l_{ep} – глибина врізання, $l_{ep} =$ мм;

Підставив числові значення в формулу (2.11.4) отримаємо:

$$t_o = \frac{(60 + 0) \cdot 1}{238 \cdot 0,2} = 1,26 \text{ хв.}$$

1) Точити з $\varnothing 120$, $\varnothing 117$, послідовно за програмою.

На цьому переході обробка проводиться різцем Sogo Turn 107 для контурного точіння, тримач SCLCR у прискоренні 020K09, правий

контурного точіння, тримач SCLCRy2020K09, правий з механічним кріпленням непереточуваної пластини CCMG090308-MR, матеріал пластини GC1525, рекомендовані режими різання: подача $S=0,2$ мм/об, швидкість різання $V=90$ м/хв

Частота обертання визначається по формулі:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \quad (2.11.1)$$

де, V – швидкість різання, $V=90$ мм/хв;

D – діаметр, $D=120$ мм,

Підставив числові значення в формулу (2.11.1) отримаємо:

$$n = \frac{1000 \cdot 90}{\pi \cdot 120} = 238 \text{ об / мин.}$$

Головна складова сили різання визначається за формулою:

$$P_z = 10 C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.11.2)$$

де $C_p = 204$, $x=1$, $y=0,75$, $n=0$ – постійні коефіцієнти

t – глибина різання, $t=1,5$ мм;

$$K_p = k_{mp} k_{\phi p} k_{\gamma p} k_{\lambda p} k_{rp}, \quad (2.11.3)$$

де k_{mp} – поправочний коефіцієнт на якість оброблюваного матеріалу :

$$k_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n,$$

де σ_B - межа міцності, $\sigma_B=655$ МПа

$n=0,75$ – показники ступені , тоді:

$$k_{mp} = \left(\frac{655}{750} \right)^{0,75} = 0,90;$$

$k_{\varphi p}=0,89$ ($\varphi=95^0$), $k_{\gamma p}=1,1$ ($\gamma=0^0$), $k_{\lambda p}=0,98$ ($\lambda=0^0$),
 $k_{r p}=0,9$ ($r=0,8$ мм) – коефіцієнти, що враховують фактичні умови різання.

Підставив числові значення в формулу (2.11.3) отримаємо:

$$K_p=0,90 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 0,98 \cdot 0,9=0,780;$$

Підставив числові значення в формулу (2.11.2) отримаємо:

$$P_z=10 \cdot 204 \cdot 1,5^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 90^0 \cdot 0,780 = 713H.$$

Визначимо ефективну потужність різання:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \cdot \frac{713 \cdot 90}{1020 \cdot 60} = 1,05_{кВт}.$$

Основний час процесу обробки визначається за формулою:

$$t_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S},$$

де n – частота оберту, $n=238$ об/мин,

L – довжина обробки:

$$L=l_o+l_n+l_{ep},$$

де, l_o - довжина поверхні обробки, $l_o=37$ мм;

l_n - довжина перебігу, $l_n=0$ мм;

l_{ep} – глибина врізання, $l_{ep}=$ мм;

Підставивши числові значення у формулу (2.11.4) отримаємо:

$$t_o = \frac{(37+0) \cdot 1}{238 \cdot 0,2} = 0,77_{мин}.$$

Свердлити отвір діаметром $\varnothing 24$ послідовно за програмою.

Швидкість різання визначається за формулою:

$$V_P = \frac{C \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V, \quad (2.11.5)$$

де D – діаметр сверління, $D=24$ мм;

T – період стійкості свердла з матеріалом із швидко різальної сталі,
 $T=50$ мин ;

S – горизонтальна подача, $S=0,12$ мм/об ;

$C_v=9,8$ – коефіцієнт ;

$q=1,0$, $y=0,8$, $m=0,9$ – показники ступеню;

K_v – загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV} , \quad (2.11.6)$$

де K_{MV} – коефіцієнт на оброблювальний матеріал :

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$$

де $k_r=1,0$, $n_v=1,0$ – постійні коефіцієнти;

σ_B - межа міцності, $\sigma_B=655$ МПа;

Підставивши числові значення у формулу (2.11.7) отримаємо:

$$K_{mv} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{655} \right)^{1,0} = 1,14 ;$$

$K_{IV}=1,0$ – коефіцієнт на інструментальний матеріал ;

$K_{IV}=1,0$ – коефіцієнт, що враховує глибину зенкерування;

Підставивши чисельні значення у формулу (2.11.6) отримаємо:

$$K_v = 1,14 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,14 .$$

Підставивши чисельні значення у формулу (2.11.5) отримаємо:

$$V_p = \frac{9,8 \cdot 24^1}{50^{0,9} \cdot 0,12^{0,8}} \cdot 1,14 = 43,2 \text{ м / хв.}$$

Частота оберту інструменту визначається за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 43,2}{\pi \cdot 24} = 573,1 \text{ об / хв.}$$

Крутний момент розраховується за формулою:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_{MP}, \quad (2.11.8)$$

де $C_M = 0,0345$ – коефіцієнт ;

$q = 2,0$, $x = 0$, $y = 0,8$ – показники ступеню ;

K_{MP} – коефіцієнт, що враховує фактичні умови обробки, у цьому разі залежить тільки від матеріалу оброблюваної заготовки :

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n,$$

де $n = 0,75$ – показник ступеню, тоді :

$$K_{MP} = \left(\frac{655}{750} \right)^{0,75} = 0,90;$$

Підставивши чисельні значення у формулу (2.11.8) отримаємо:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 24^{2,0} \cdot 35^0 \cdot 0,12^{0,8} \cdot 0,90 = 32,8 \text{ Нм}.$$

Осьова сила розраховується за формулою:

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_{MP}, \quad (2.11.9)$$

де $C_p = 68$ – коефіцієнт ;

$q = 1,0$, $x = 0$, $y = 0,7$ – показники ступеню;

K_{MP} – коефіцієнт, що враховує фактичні умови обробки, у цьому випадку залежить тільки від матеріалу оброблюваної заготовки,

$$K_{MP} = 0,90;$$

Підставивши чисельні значення у формулу (2.11.9) отримаємо:

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 35^0 \cdot 0,12^{0,7} \cdot 0,90 = 138,8 \text{ Н}.$$

Потужність різання визначають за формулою:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{32,8 \cdot 573,1}{9750} = 1,93 \text{ кВт}.$$

$$9750$$

Основний технологічний час визначається за формулою:

$$T_O = \frac{L}{n_{cm} \cdot S_{cm}}, \quad (2.11.10)$$

де L – розрахункова глибина отвору :

$$L=l+l_1+l_2,$$

де $l=47$ мм – глибина отвору,

l_1 – величина врізання інструменту,

l_2 – величина переходу інструменту.

Можемо прийняти $l_1+l_2=0,47D=0,47 \cdot 26=9,1$ мм.

Підставивши числові значення у формулу (2.11.10) отримаємо:

$$T_O = \frac{47+12,2}{573 \cdot 1 \cdot 0,12} = 1,27 \text{ хв}$$

Розсвердлити отвір діаметром $\varnothing 45$ послідовно за програмою. Швидкість різання визначається за формулами

$$V_p = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (2.11.5)$$

де D – діаметр сверління, $D=45$ мм;

T – період стійкості свердла зі швидкорізальної сталі, $T=90$ мин;

S – горизонтальна подача, $S=0,2$ мм/об ;

$C_v=9,8$ – коефіцієнт ;

$q=1,0$, $y=0,8$, $m=0,9$ – показники ступені;

K_v – загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{NV} \cdot K_{1V}, \quad (2.11.6)$$

де K_{MV} – коефіцієнт на оброблювальний матеріал:

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_s} \right)^{n_s}$$

де $k_r=1,0$, $n_v=1,0$ – постійні коефіцієнти;

σ_B - межа міцності, $\sigma_B=655$ МПа;

Підставивши числові значення у формулу (2.11.7) отримаємо:

$$K_{mv} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{655} \right)^{1,0} = 1,14;$$

$K_{IV}=1,0$ – коефіцієнт на інструментальний матеріал;

$K_{IV}=1,0$ – коефіцієнт, що враховує глибину зенкерування;

Підставивши числові значення у формулу (2.11.6) отримаємо:

$$K_V=1,14 \cdot 1,0 \cdot 1,0=1,14 .$$

Підставивши числові значення у формулу (2.11.5) отримаємо:

$$V_p = \frac{9,8 \cdot 45^1}{90^{0,9} \cdot 0,2^{0,8}} \cdot 1,14 = 31,75 \text{ м/хв.}$$

Частота оберту інструменту визначається за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 31,75}{\pi \cdot 45} = 224 \text{ об/хв.}$$

Крутний момент розраховується за формулою:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_{MP} , \quad (2.11.8) \text{де}$$

$C_M=0,09$ – коефіцієнт;

$q=1,0$, $x=0,9$, $y=0,8$ – показники ступеню;

K_{MP} – коефіцієнт, що враховує фактичні умови обробки, у цьому разі залежить тільки від матеріалу оброблюваної заготовки:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n ,$$

де $n=0,75$ – показники ступеню, тоді :

$$K_{MP} = \left(\frac{655}{750} \right)^{0,75} = 0,90;$$

Підставивши числові значення у формулу (2.11.8) отримаємо:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,09 \cdot 45^{1,0} \cdot 35^{0,0} \cdot 0,2^{0,8} \cdot 0,90 = 10,1 \text{ Нм} .$$

Осьова сила розраховується за формулою:

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_{MP} , \quad (2.11.9)$$

де $C_p = 67$ – коефіцієнт;

$q = 0$, $x = 1,2$, $y = 0,65$ – показники ступеню;

K_{MP} – коефіцієнт, що враховує фактичні умови обробки, у цьому випадку залежить тільки від матеріалу оброблюваної заготовки, $K_{MP} = 0,90$;

Підставивши числові значення у формулу (2.11.9) отримаємо:

$$P_0 = 10 \cdot 67 \cdot 35^{0,0} \cdot 0,2^{0,65} \cdot 0,90 = 211,8 \text{ Н} .$$

Потужність різання визначається за формулою:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{10,7 \cdot 224}{9750} = 0,23 \text{ кВт}$$

Основний технологічний час визначається за формулою :

$$T_0 = \frac{L}{n_{cm} \cdot S_{cm}} ,$$

де L – розрахункова глибина отвору :

$$L = l + l_1 + l_2 ,$$

де $l = 47$ мм – глибина отвору,

l_1 – величина врізання інструменту,

l_2 – величина переходу інструменту.

Можемо прийняти $l_1 + l_2 = l = 47 \cdot 7 = 54$ мм.

Підставивши числові значення у формулу (2.11.10) отримаємо:

$$T_o = \frac{47 + 7}{224 \cdot 0.2} = 1.20 \text{ хв}$$

розточити отвори Ø45, Ø49,5, L-47 послідовно за програмою.

На даному переході обробка проводиться різцем CoroTurn 107 для контурного точіння, тримач S16R-SCLCR06, правий з механічним кріпленням непереточуваної пластини CCMT 06 02 08-PR, матеріал ріжучої частини GC4035, рекомендовані режими різання: глибина різання $t = 1,6$ (0,8-3,2) мм, подача $S = 0,19$ (0,09-0,26) мм / об, швидкість різання $V = 235$ м/хв.

Частота обертання розраховується за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \quad (2.11.1)$$

де, V – швидкість різання, $V=235$ мм/хв;

D – діаметр, $D=49,5$ мм,

Підставивши числові значення у формулу (2.11.1) отримаємо:

$$n = \frac{1000 \cdot 235}{\pi \cdot 49,5} = 1511 \text{ об/хв}$$

Головна складова сили різання визначається за формулою:

$$P_z = 10 C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.11.2)$$

де $C_p = 204$, $x=1$, $y=0,75$, $n=0$ – постійні коефіцієнти;

t – глибина різання, $t=2,25$ мм;

$$K_p = k_{mp} k_{\varphi p} k_{\gamma p} k_{\lambda p} k_{r p}, \quad (2.11.3)$$

де k_{mp} – поправочний коефіцієнт на якість оброблюваного матеріалу :

$$k_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n,$$

де σ_B - межа міцності, $\sigma_B = 655$ МПа

$n=0,75$ – показник ступеню, тоді:

$$k_{mp} = \left(\frac{655}{750} \right)^{0,75} = 0,90;$$

$k_{\varphi p}=0,89$ ($\varphi=95^0$), $k_{\gamma p}=1,1$ ($\gamma=0^0$), $k_{\lambda p}=0,98$ ($\lambda=0^0$),
 $k_{r p}=0,9$ ($r=0,8\text{мм}$) – коефіцієнти, що враховують фактичні умови різання .

Підставивши числові значення у формулу (2.11.3) отримаємо:

$$K_p=0,90 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 0,98 \cdot 0,9=0,780;$$

Підставивши числові значення у формулу (2.11.2) отримаємо:

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 2.25^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 90^0 \cdot 0,780 = 1070\text{Н}.$$

Визначимо ефективну потужність різання:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1070 \cdot 235}{1020 \cdot 60} = 4.11 \text{ кВт}$$

Основний час обробки визначається за формулою:

$$t_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} \tag{2.11.4}$$

де n – частота оберту, $n=1511$ об/мин,

L – довжина обробки:

$$L = l_o + l_n + l_{ep},$$

де, l_o - довжина поверхні обробки, $l_o=47$ мм;

l_n - довжина переходу, $l_n=0$ мм;

l_{ep} – глибина врізання, $l_{ep}=$ мм;

Підставивши числові значення у формулу (2.11.4) отримаємо:

$$t_o = \frac{(47+0) \cdot 1}{1511 \cdot 0.2} = 0.15 \text{ хв}$$

Розрахунок режимів різання для токарної операції 010

1) Точити з 47, 45 ± 0.33 , послідовно за програмою.

На даному переході обробка проводиться різцем CoroTurn 107 для контурного точіння, тримач SCLCR2020K09, правий з механічним кріпленням непереточуваної пластини CCMG090308-MR, матеріал пластини GC1525, рекомендовані режими різання: подача $S=0,2$ мм/об, швидкість різання $V=90$ м/хв.

Частота обертання визначається за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \quad (2.11.1)$$

де, V – швидкість різання, $V=90$ мм/хв;

D – діаметр, $D=117$ мм,

Підставивши числові значення у формулу (2.11.1) отримаємо:

$$n = \frac{1000 \cdot 90}{\pi \cdot 117} = 244 \text{ об / хв.}$$

Головна складова сили різання визначається за формулою:

$$P_z = 10 C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.11.2)$$

де $C_p = 204$, $x=1$, $y=0,75$, $n=0$ – постійні коефіцієнти ;

t – глибина різання, $t=2$ мм;

$$K_p = k_{mp} k_{\varphi p} k_{\gamma p} k_{\lambda p} k_{r p}, \quad (2.11.3)$$

де k_{mp} – поправочний коефіцієнт на якість оброблюваного матеріалу:

$$k_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n,$$

де σ_B - межа міцності, $\sigma_B = 655$ МПа

$n=0,75$ – показник ступеня , тоді:

$$k_{mp} = \left(\frac{655}{750} \right)^{0,75} = 0,90;$$

$k_{\varphi p}=0,89$ ($\varphi=95^0$), $k_{\gamma p}=1,1$ ($\gamma=0^0$), $k_{\lambda p}=0,98$ ($\lambda=0^0$),
 $k_{rp}=0,9$ ($r=0,8$ мм) – коефіцієнти, що враховують фактичні умови різання.

Підставивши числові значення у формулу (2.11.3) отримаємо:

$$K_p=0,90 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 0,98 \cdot 0,9=0,780;$$

Підставивши числові значення у формулу (2.11.2) отримаємо:

$$P_z=10 \cdot 204 \cdot 2^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 90^0 \cdot 0,780=952H.$$

Визначимо ефективну потужність різання:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{925 \cdot 90}{1020 \cdot 60} = 1.40 \text{ кВт}$$

Основний час обробки визначається за формулою:

$$t_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} \tag{2.11.4}$$

де n – частота обертання, $n=244$ об/мин,

L – довжина обробки:

$$L=l_o+l_n+l_{ep},$$

де, l_o - довжина поверхні обробки, $l_o=33,75$ мм;

l_n - довжина переходу, $l_n=0$ мм;

l_{ep} – глибина врізання, $l_{ep}=$ мм;

Підставивши числові значення у формулу (2.11.4) отримаємо:

$$t_o = \frac{(33.75 + 0) \cdot 1}{244 \cdot 0.2} = 0,69 \text{ хв}$$

1) Точити з $45 \pm 0,33$, $37 \pm 0,33$ послідовно за програмою.

На даному переході обробка проводиться різцем CoroTurn 107 для контурного точіння, тримач SCLCR2020K09, правий з механічним кріпленням непереточуваної пластини CCMG090308-MR, матеріал пластини GC1525, рекомендовані режими різання: подача $S=0,2$ мм/об, швидкість різання $V=90$ м/хв.

Частота обертання визначається за формулою:

$$N = \frac{P \cdot V}{\pi \cdot D} \quad (2.11.1)$$

де, V – швидкість різання, $V=90$ мм/хв;

D – діаметр, $D=117$ мм,

Підставив числові значення у формулу (2.11.1) отримаємо:

$$n = \frac{1000 \cdot 90}{\pi \cdot 117} = 224 \text{ об/хв}$$

Головна складова сили різання визначається за формулою:

$$P_z = 10 C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.11.2)$$

де $C_p = 204$, $x=1$, $y=0,75$, $n=0$ – постійні коефіцієнти;

t – глибина різання, $t=8$ мм;

$$K_p = k_{mp} k_{\varphi p} k_{\gamma p} k_{\lambda p} k_{r p}, \quad (2.11.3)$$

де k_{mp} – поправочний коефіцієнт на якість оброблюваного матеріалу:

$$k_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n,$$

де σ_B – межа міцності, $\sigma_B = 655$ МПа

$n=0,75$ – показник ступеня, тоді:

$$k_{mp} = \left(\frac{655}{750} \right)^{0,75} = 0,90;$$

$$k_{\varphi p} = 0,89 \ (\varphi=95^0), \quad k_{\gamma p} = 1,1 \ (\gamma=0^0), \quad k_{\lambda p} = 0,98 \ (\lambda=0^0),$$

$k_{r p} = 0,9$ ($r=0,8$ мм) – коефіцієнти, що враховують фактичні умови різання.

Підставивши числові значення у формулу (2.11.3) отримаємо:

$$K_p = 0,90 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 0,98 \cdot 0,9 = 0,780;$$

Підставивши числові значення у формулу (2.11.2) отримаємо:

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 8^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 90^0 \cdot 0,780 = 3807 \text{ Н.}$$

Визначимо ефективну потужність різання:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{3807 \cdot 90}{1020 \cdot 60} = 5,59 \text{ кВт}$$

Основний час обробки визначається за формулою:

$$t_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} \quad (2.11.4)$$

де n – частота обертання, $n=244$ об/хв,

L – довжина обробки:

$$L = l_o + l_n + l_{ep},$$

де, l_o - довжина поверхні обробки, $l_o=23$ мм;

l_n - довжина переходу, $l_n=0$ мм;

l_{ep} – глибина врізання, $l_{ep}=$ мм;

Підставивши числові значення у формулу (2.11.4) отримаємо:

$$t_o = \frac{(23 + 0) \cdot 1}{244 \cdot 0,2} = 0,47.$$

1) Точити з Ø71, Ø61 послідовно за програмою.

На даному переході обробка проводиться вимірювальним різцем CoroTurn 107 для контурного точіння, тримач SCLCRn2, редел 020K09.

контурного точіння, тримач SCLCRn2, виріз 020K09, правий аголан з механічним кріпленням непереточуваної пластини CCMG0903030-M

кріпленням непереточуваної пластини CCMG090308-MR, матеріал пластини GC1525, рекомендовані режими різання: подача $S=0,2$ мм/об, швидкість різання $V=90$ м/хв.

Частота обертання визначається за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D},$$

Підставивши числові значення у формулу (2.11.1) отримаємо:

$$n = \frac{1000 \cdot 90}{\pi \cdot 60} = 469 \text{ об/хв}$$

Головна складова сили різання визначається за формулою:

$$P_z = 10 C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.11.2)$$

де $C_p = 204$, $x=1$, $y=0,75$, $n=0$ – постійні коефіцієнти;

t – глибина різання, $t=2,5$ мм;

$$K_p = k_{mp} k_{\varphi p} k_{\gamma p} k_{\lambda p} k_{r p}, \quad (2.11.3)$$

де k_{mp} – поправочний коефіцієнт на якість оброблюваного матеріалу:

$$k_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n,$$

Де σ_B Межа міцності $\sigma_B = 655$ МПа

$n=0,75$ – показник ступеня, тоді

$$k_{mp} = \left(\frac{655}{750} \right)^{0,75} = 0,90;$$

$$k_{\varphi p} = 0,89 (\varphi = 95^\circ), \quad k_{\gamma p} = 1,1 (\gamma = 0^\circ), \quad k_{\lambda p} = 0,98 (\lambda = 0^\circ),$$

$k_{r p} = 0,9 (r = 0,8 \text{ мм})$ – коефіцієнти, що враховують фактичні умови різання.

Підставивши числові значення у формулу (2.11.3) отримаємо:

$$K_p = 0,90 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 0,98 \cdot 0,9 = 0,780;$$

Підставивши числові значення у формулу (2.11.2) отримаємо:

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 2,5^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 90^0 \cdot 0,780 = 1189 \text{ Н.}$$

Визначимо ефективну потужність різання:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1189 \cdot 90}{1020 \cdot 60} = 1,75 \text{ кВт.}$$

Основний час обробки визначається за формулою

$$t_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S},$$

де n – частота оберту, $n=496$ об/хв,

L – довжина обробки:

$$L=l_o+l_n+l_{ep},$$

де, l_o -довжина поверхні обробки, $l_o=8$ мм;

l_n - довжина переходу, $l_n=0$ мм;

l_{ep} – глибина врізання, $l_{ep}=$ мм;

Підставивши числові значення у формулу (2.11.4) отримаємо:

$$t_o = \frac{(8+0) \cdot 1}{469 \cdot 0,2} = 0,08 \text{ хв}$$

Розрахунок режимів різання для токарної операції 015

1)Точити з Ø117, Ø115, послідовно за програмою.

На даному переході обробка проводиться різцем CoroTurn 107 для контурного точіння

контурного точіння, тримач SCLCRдіаметр 020K09, правий з механічним кріпленням непереточуваної пластини CCMG090308-MR, матеріал пластини GC1525, рекомендовані режими різання:

подача $S=0,2$ мм/об,

швидкість різання $V=90$ м/хв.

Частота обертання визначається за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (2.11.1)$$

де, V – швидкість різання, $V=90$ мм/хв;

D – діаметр, $D=115$ мм,

Підставивши числові значення у формулу (2.11.1) отримаємо:

$$n = \frac{1000 \cdot 90}{\pi \cdot 115} = 249 \text{ об / мин.}$$

Головна складова сили різання визначається за формулою:

$$P_z = 10 C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.11.2)$$

де $C_p = 204$, $x=1$, $y=0,75$, $n=0$ – постійні коефіцієнти;

t – глибина різання, $t=1$ мм;

$$K_p = k_{mp} k_{\varphi p} k_{\gamma p} k_{\lambda p} k_{r p}, \quad (2.11.3)$$

де k_{mp} – поправочний коефіцієнт на якість оброблюваного матеріалу:

$$k_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n,$$

де σ_B - межа міцност, $\sigma_B = 655$ МПа

$n=0,75$ – показник ступеня, тоді:

$$K_{mp} = \left(\frac{655}{750} \right)^{0,75} = 0,90$$

$k_{\varphi p} = 0,89$ ($\varphi=95^\circ$), $k_{\gamma p} = 1,1$ ($\gamma=0^\circ$), $k_{\lambda p} = 0,98$ ($\lambda=0^\circ$),

$k_{r p} = 0,9$ ($r=0,8$ мм) – коефіцієнти, що враховують фактичні умови різання.

Підставивши числові значення у формулу (2.11.3) отримаємо:

$$K_p = 0,90 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 0,98 \cdot 0,9 = 0,780;$$

Підставивши числові значення у формулу (2.11.2) отримаємо:

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 1^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 90^0 \cdot 0,780 = 475 \text{ Н.}$$

Визначимо ефективну потужність різання:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{475 \cdot 90}{1020 \cdot 60} = 0,69 \text{ кВт}$$

Основний час обробки визначається за формулою:

$$t_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}$$

де n – Частота обертання, $n=249$ об/хв,

L – довжина обробки:

$$L = l_o + l_n + l_{ep},$$

де, l_o - довжина поверхні обробки, $l_o=37$ мм;

l_n - довжина переходу, $l_n=0$ мм;

l_{ep} – глибина врізання, $l_{ep}=$ мм;

Підставивши числові значення у формулу (2.11.4) отримаємо:

$$N = \frac{(37 + 0) \cdot 1}{249 \cdot 0,29} 0,75 \text{ хв}$$

1) Точити з $45 \pm 0,33$, 41 послідовно за програмою.

На даному переході обробка проводиться різцем CoroTurn 107 для контурного точіння, тримач SCLCR2 підставивши 020K09, правий з механічним кріпленням непереточуваної пластини CCMG090308-MR, матеріал пластини GC1525, рекомендовані режими різання:

подача $S=0,2$ мм/об,

швидкість різання $V=90$ м/хв.

Частота обертання визначається за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \quad (2.11.1)$$

де, V – швидкість різання, $V=90$ мм/хв;

D – діаметр, $D=115$ мм,

Підставивши числові значення у формулу (2.11.1) отримаємо:

$$n = \frac{1000 \cdot 90}{\pi \cdot 115} = 249 \text{ об/хв}$$

Головна складова сили різання визначається за формулою:

$$P_z = 10 C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.11.2)$$

де $C_p = 204$, $x=1$, $y=0,75$, $n=0$ – постійні коефіцієнти;

t – глибина різання, $t=4$ мм;

$$K_p = k_{mp} k_{\varphi p} k_{\gamma p} k_{\lambda p} k_{r p}, \quad (2.11.3)$$

де k_{mp} – поправочний коефіцієнт на якість оброблюваного матеріалу:

$$k_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n,$$

де σ_B - межа міцності, $\sigma_B = 655$ МПа

$n=0,75$ – показник ступеня, тоді:

$$K_{mp} = \left(\frac{655}{750} \right)^{0,75} = 0,90$$

$$k_{\varphi p} = 0,89 (\varphi = 95^\circ), \quad k_{\gamma p} = 1,1 (\gamma = 0^\circ), \quad k_{\lambda p} = 0,98 (\lambda = 0^\circ),$$

$k_{r p} = 0,9 (r = 0,8 \text{ мм})$ – коефіцієнти, що враховують фактичні умови різання.

Підставивши числові значення у формулу (2.11.1) отримаємо:

$$K_p = 0,90 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 0,98 \cdot 0,9 = 0,780;$$

Підставивши числові значення у формулу (2.11.2) отримаємо:

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 4^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 90^0 \cdot 0,780 = 1903 \text{ Н.}$$

Визначимо ефективну потужність різання:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1903 \cdot 90}{1020 \cdot 60} = 2,79 \text{ кВт}$$

Основний час обробки визначається за формулою:

$$t_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} \quad (2.11.4)$$

де n – частота обертання, $n=249$ об/хв,

L – довжина обробки:

$$L=l_o+l_n+l_{ep}, \text{ где, } l_o - \text{ довжина поверхні обробки,}$$

$l_o=23$ мм;

l_n – довжина переходу, $l_n=0$ мм;

l_{ep} – глибина врізання, $l_{ep}=$ мм;

Підставивши числові значення у формулу (2.11.4) отримаємо:

$$t = \frac{(23+0) \cdot 1}{249 \cdot 0,2} = 0,46 \text{ мин.}$$

1) Точити з $\varnothing 69$, $\varnothing 61$, послідовно за програмою.

На даному переході обробка проводиться різцем CoroTurn 107 для контурного точіння, тримач SCLCR2020K09, правий з механічним кріпленням непереточуваної пластини CCMG090308-MR, матеріал пластини GC1525, рекомендовані режими різання:

подача $S=0,2$ мм/об,

швидкість різання $V=90$ м/хв.

Частота обертання визначається за формулою:

$$n = \frac{P_z \cdot V}{\pi \cdot D}$$

де, V – швидкість різання, $V=90$ мм/хв;

D – діаметр, $D=61$ мм,

Підставивши числові значення у формулу (2.11.1) отримаємо:

$$n = \frac{1000 \cdot 90}{1\pi \cdot 61} = 471 \text{ об/хв}$$

Головна складова сили різання визначається за формулою:

$$P_z = 10 C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.11.2)$$

де $C_p = 204$, $x=1$, $y=0,75$, $n=0$ – постійні коефіцієнти;

t – глибина різання, $t=2$ мм;

$$K_p = k_{mp} k_{\varphi p} k_{\gamma p} k_{\lambda p} k_{rp}, \quad (2.11.3)$$

где k_{mp} – поправочний коефіцієнт на якість оброблюваного матеріалу

$$k_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n,$$

де σ_B – межа міцності, $\sigma_B = 655$ МПа

$n=0,75$ – показник ступеня, тоді:

$$k_{mp} = \left(\frac{655}{750} \right)^{0,75} = 0,90;$$

$k_{\varphi p} = 0,89$ ($\varphi=95^\circ$), $k_{\gamma p} = 1,1$ ($\gamma=0^\circ$), $k_{\lambda p} = 0,98$ ($\lambda=0^\circ$),

$k_{rp} = 0,9$ ($r=0,8$ мм) – коефіцієнти, що враховують фактичні умови різання.

Підставивши числові значення у формулу (2.11.3) отримаємо:

$$K_p = 0,90 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 0,98 \cdot 0,9 = 0,780;$$

Підставивши числові значення у формулу (2.11.2) отримаємо:

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 2^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 90^0 \cdot 0,780 = 951 \text{ Н}.$$

Визначимо ефективну потужність різання:

Основний час обробки визначається за формулою:

$$t_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} \quad (2.11.4)$$

де n – частота обертання, $n=471$ об/хв,

L – довжина обробки:

$L = l_o + l_n + l_{ep}$, де, l_o – довжина поверхні обробки, $l_o = 4$ мм;

l_n – довжина переходу, $l_n = 0$ мм;

l_{ep} – глибина врізання, $l_{ep} =$ мм;

Підставивши числові значення у формулу (2.11.4) отримаємо:

$$t_o = \frac{(4 + 0) \cdot 1}{471 \cdot 0,2} = 0,04 \text{ хв}$$

Операція 025 Зубофрезерна

Визначаємо глибину різання $t=11.25\text{мм}$. Визначаємо подачу на оберт фрези $S_o=1,6$ мм/об.

Визначаємо табличне значення швидкості різання $V=40$ м/мин. Визначаємо частоту обертання фрези:

$$N = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}$$
$$N = \frac{1000 \cdot 40}{\pi \cdot 140} = 90 \text{ об/хв}$$

Визначаємо частоту обертання за паспортом верстата 90 об/хв

$$T_o = \frac{L_p \cdot Z_d}{S_o \cdot n \cdot \varepsilon \cdot a}$$

де L_p – довжина робочого ходу, мм.

$$L_p = l_1 + l + l_2,$$

де l_1 — довжина врізання, мм; приймаємо $l_1 = 38\text{мм}$;

l — довжина обробки, $l=33$ мм;

l_2 — довжина переходу мм, $l_2=38$ мм.

$$L_p = 38 + 33 + 38=99\text{мм},$$

де Z_d -число зубів деталі, $Z_d=21$;

S_o – подача на оберт фрези: $S_o=1,6$ мм/об;

n – частота обертання фрези об/хв;

ε – кількість заходів фрези, приймаємо $\varepsilon=1$;

a – кількість одночасно оброблюваних деталей, приймаємо $a=1$

$$T_o = \frac{99 \cdot 21}{1.6 \cdot 90 \cdot 1 \cdot 1} = 13.1 \text{ хв}$$

Таб.1.12 – Режими різання

Операція	Техно-не облад-ня	Технологічне оснащення	Різальний інструмент	Вимір-ний інструмент
005 А Токарна з ЧПК	Токарний з ЧПК L300LA Абамет	Трикулачковий самоцентрувальний патрон, тип 3205-250 DIN 6350, адаптер CoromantC4-391-01- 40 080А, адаптер для державки різця Coromant C4-131-00050-16	Державка CoroTurn 107 SCLCR2020K09 і пластинаCCMG090 308- MR, державка CoroTurn 107 S16R- SCLCR06 і Пластини CCMT0600208-PR и CCMT060204- WF,	Штан-ль ШЦ-I-250- 0,05 ГОСТ166-89 Лінійка 300 ГОСТ427-75
010 Токарна з ЧПК	Токарний з ЧПК L300LA Абамет	Трикулачковий самоцентрувальний патрон тип 3205-250 DIN 6350, адаптер для державки різця Coromant C4-131-00050-16	Державка CoroTurn 107 SCLCR2020K09 і пластина CCMG090308-MR , Державка CCMT060204- WF, ДержавкаТ- Мах RAG151.32-16М- 25 і пластина N151.3-300-30-4G	Штангенцир- куль ШЦ-I-250- 0,05 ГОСТ 166- 89 Лінійка 300 ГОСТ 427- 75
025 Зуборізна	Зуборізн ий верстат із ЧПК HERA 500	Спеціальний затискний пристрій	Червячная фреза 5 ГОСТ 9234-80 2510-4038 D _{ao} =140D=50 L=140 Кут подйому витка 2°17'	Штангенцир- куль (Т У 2-034- 773-84)

2. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Аналіз вихідних даних і розробка технічного завдання

Пристосування застосовується під час довбальної операції 020 на верстаті моделі ГД 200 і призначене для базування заготовки.

2.2 Розроблення компоновання пристосування.

Розроблення компоновання пристосування включає в себе процес створення ефективної конструкції пристосування для виробництва. Основна мета полягає в розташуванні компонентів пристосування таким чином, щоб вони взаємодіяли ефективно і забезпечували оптимальну продуктивність процесу.

Рис 2.1 із зовнішніми циліндричними поверхнями (напрямна база, яка позбавляє заготовку двох поступальних переміщень і двох обертань: опорні точки 1,2), упором у зверху (опорна база: опорна точка 6), опорна точка 6 слугує для фіксації деталі.

Закріплення відбувається за допомогою сил.

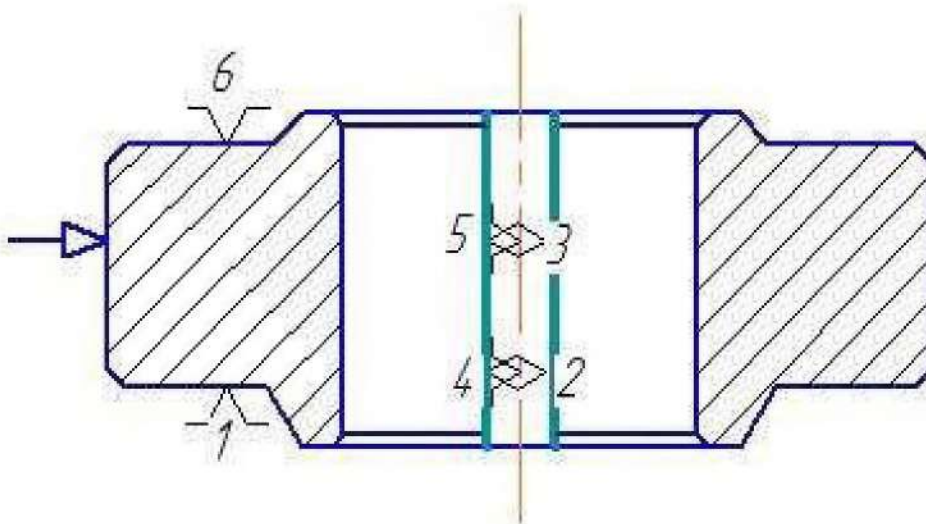


Рис 2.1- Схема базування заготовки.

Вибір механізму закріплення

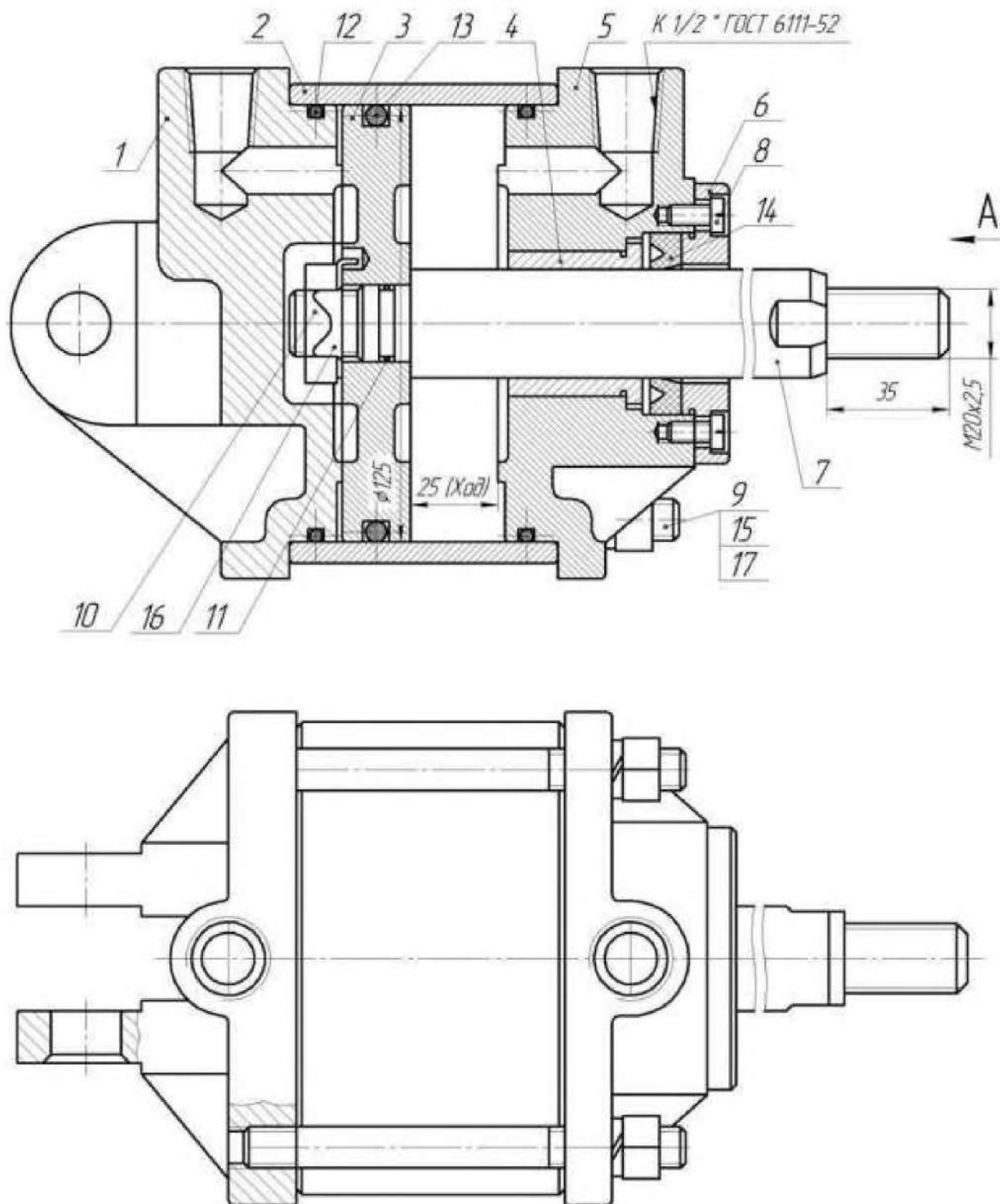


Рис.2.2 - Пневмоциліндр

Сила затиску заготовки визначається з умови рівноваги силових чинників, що діють на заготовки.

2.3 Вибір і розрахунок приводу затискного пристрою.

Як силовий механізм виступає кондукторна плита і пневмоциліндр.

Фактична сила затиску, що розвивається пневмоциліндром, визначається за формулою

$$Q = \frac{\pi(d_n^2 - d_{\text{шт}}^2)}{4} P \eta \quad (2.1)$$

де р- тиск у пневмосистемі підприємства, P=0,4-1,6 МПа.

η- КПД пневмоциліндре. η=0,9.

Тоді:

$$Q = \frac{3.14(125^2 - 34^2)}{4} \cdot 1 \cdot 0.9 = 2072H$$

Цей затискач цілком задовольняє всім вимогам і забезпечує необхідну затискну силу, яка перевершує сили різання.

2.4 Опис конструкції та принципу роботи пристосування

Пристосування містить такі основні деталі: поз. 19, притиск поз. 7, призма .27, втулка поз. 29. корпус поз. 28, плита

У призмі деталь циліндричною поверхнею встановлюється на опору і за допомогою притискача притискає деталь до упору, відбувається закріплення деталі. Після чого можна довбати шпон.паз

2.5 Розрахунок пристосування на точність.

На точність обробки впливає низка технологічних чинників, які спричиняють загальну похибку обробки ε_0 , яка не повинна перевищувати допуск виконаного розміру під час обробки заготовки, тобто. $\varepsilon_0, \varepsilon_0 \leq \delta$

Визначимо необхідну точність пристосування, виходячи з формули, викладеної в :

$$\varepsilon_{\text{пр}} \leq \delta - k_T \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon^2 + \varepsilon^2 + \varepsilon^2 + \varepsilon^2 + (k_{T2} + \omega)^2} \quad (2.2)$$

де - $\delta = 0,26 \text{ мм}$ – допуск виконуемого розміру ;

$k_{T1}=1.2$ – коефіцієнт, що враховує відхилення розсіювання значень значень складових величин від закону нормального розподілу,;

$k_{T1}=0.8$ – коефіцієнт, що враховує зменшення граничного значення похибки базування під час роботи на налаштованих верстатах, ;

$k_{T2}=0.6$ – коефіцієнт, що враховує частку похибки оброблення в сумарній похибці, спричиненій факторами, які не залежать від пристосування;

$\varepsilon_b = 0$ похибка базування заготовки в пристосуванні;

ε -похибка закріплення заготовки, що виникає в результаті дії сил затиску;

$\varepsilon_y = 0 \text{ мм}$ - похибка встановлення пристосування на верстаті;

$\varepsilon_n = 0.01$ – похибка положення заготовки, що виникає внаслідок зносу настановних елементів пристосування;

$\varepsilon_n = 0.005 \text{ мм}$ – похибка від перекосу (зміщення) інструменту;мм

$\omega = 0,12$ – економічна точність обробки $\omega = 0,12$ для довбання шпон.паза за 4 класом точності

$$\varepsilon_{\text{пр}} \leq 0.26 - 1.2 \sqrt{(0.8 \cdot 0)^2 + 0.07^2 + 0.01^2 + 0.005^2 + (0.6 + 0.12)^2} = 0.14 \text{ мм}$$

Розрахунок точності показує, що це пристосування забезпечує задану точність під час обробки заготовки.

2.6 Аналіз технічних вимог

Пристосування призначене для свердління отворів.

Пристосування досить просте у використанні. Для створення необхідного зусилля передбачено шток. Завантаження - вивантаження деталей здійснюється вручну.

2.7 Аналіз технологічності конструкції

Базова деталь виробу має технологічну базу, що забезпечує його достатню стійкість у процесі складання. Уніфікація кріпильних та інших деталей сприяє скороченню номенклатури складальних інструментів і ефективнішому використанню засобів механізації складальних робіт. Під час конструювання виробу забезпечується можливість вільного підведення високопродуктивних механізованих складальних інструментів до місць з'єднання деталі.

3. ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ПРАЦІ НА РОБОЧОМУ МІСЦІ

3.1. Організація праці

Оптимальна організація робочого місця токаря. Робочим місцем називається частина виробничої площі цеху, на якій розташовується один або кілька працівників, а також використовуване ними обладнання і предмети виробництва.

Планування робочого місця залежить від розмірів і призначення токарного верстата, розмірів і ваги оброблюваних заготовок, а також типу виробництва.

Для обробки різних заготовок на робочому місці в умовах одиничного і дрібносерійного виробництва встановлюють інструментальні шафи і стелажі. Заготовки зберігають на стелажах, а велике приладдя - на нижній полиці стелажа.

Під час обробки (переважно) коротких заготовок, закріплених у патроні правою рукою, стелажі встановлюють праворуч від токаря.

Також використовуються різні інструментальні шафи для одного або двох

робітників, змінників (зі спільним або різним робочим інструментом і обладнанням). Необхідно уникати перевантажувати шафи запасним інструментом: усе необхідне для роботи краще отримати зі складу на початку зміни. Перед початком роботи розміщують усі предмети, які беруть правою рукою, праворуч від працівника:

- предмети, якими користуються лівою рукою, - зліва;
- предмети, якими користуються частіше (ключ від патрона), кладуть ближче до працівника;
- предмети, якими користуються рідше (ключ від різцетримача), кладуть далі, але в зручному місці для працівника.

Часто використовують ключі та підкладки, складаючи їх у лоток, який ставлять на передній стійці, станині або спеціальній стійці. Перед верстатом на підлозі укладають дерев'яну решітку. Робоче місце необхідно підтримувати в чистоті й порядку, оскільки бруд і безлад призводять до втрати робочого часу, браку і нещасних випадків.

Підлога на робочому місці має бути рівною, чистою і без калюж олії або жиру. Робоче приміщення має бути провітрюваним, для чого оснащується пристроями для видалення забрудненого повітря і подачі чистого повітря.

Температура повітря в цеху (майстерні) має становити 15-18°C.

Для досягнення високої продуктивності за найповнішого використання технічних можливостей устаткування і за нормального фізіологічного навантаження організація робочого місця повинна відповідати вимогам наукової організації праці.

Основне виховання виробничої естетики зумовлює зростання рівня виробництва. Естетика праці щільно поєднана з культурою виробництва і є складовою частиною. Проблема культури праці пов'язана з освітленням, звуковою гігієною, залежить від планування цехів, рівня технологічного оснащення, автоматизації та механізації в

цеху. Наукова організація праці містить у собі широкую систему заходів, пов'язаних із досягненням наукових і технічних результатів.

Завданням Організації праці є створення високого естетичного рівня виробництва: це раціональна конструкція і візуальне оформлення роботи, освітлення санітарно-побутових приміщень, сучасне внутрішнє устаткування, забезпечення зручним і комфортним спецодягом. Крім того, важливими є такі чинники: характер трудових процесів, форми організації праці, пристосування машин і обладнання до психофізичних особливостей людини (форми управління машиною, робочий рух тощо).

3.2. Безпечна експлуатація метало ріжучого обладнання

Стан верстата прямо впливає на його роботу. Щоб забезпечити тривалу безпечну роботу, потрібно дотримуватися таких основних правил:

1. Приходячи на роботу перед початком зміни, працівник повинен прийняти верстат від попереднього змінника. Під час приймання верстата необхідно: перевірити увімкнення двигуна, роботу функціоналу, увімкнувши верстат на низькі оберти, перевірити на слух відсутність підозрілих шумів у коробці передач і подачі, у механізмі спідниці перевірити роботу змащувального насоса, оглянути напрямні на наявність вм'ятин і стружки. Перевірити хід супорта каретки, вмикання і перемикавання подачі. Переконавшись у справності та подачі охолоджувальної рідини, освітленні, заземленні;
2. Необхідно своєчасно змащувати верстат відповідно до карти змащення, регулярно перевіряти змащувальні отвори, стежити за своєчасним змащенням у коробках передач і подачі, а також спідниці;
3. Під час роботи не ставити заготовки, різальні та вимірювальні інструменти на напрямні верстата;
4. Прибирати верстат після роботи, щоб не залишалось стружки на направляючій станині та супорті. Якщо обробляли чавун, а потім потрібно обробляти сталь із застосуванням охолоджувальної рідини, то спочатку напрямні витирають сухими від чавунної стружки, протирають шматочком, змоченим у гасі, а потім витирають

сухими і змащують;

5. Один раз на місяць слід проводити загальне прибирання верстата і робочого місця: промити верстат теплим розчином соди і витерти, замінити охолоджувальну рідину, промити ходові гвинти, очистити напрямні тощо. Після загального прибирання слід повністю змастити верстат маслом;

6. Не залишати верстат увімкненим на тривалий час;

7. Верстат має бути надійно встановлений на фундаменті.

Таким чином, щоб ваше металорізальне обладнання завжди перебувало в хорошому стані, слід виконувати всі перераховані вище пункти і ніколи їх не порушувати.

3.3.Правила техніки безпеки на робочому місці

Під час фрезерування і точіння з відступом від норм безпеки праці можуть виникнути небезпечні ситуації та шкідливі виробничі чинники, які можуть спричинити травми і професійні захворювання. Для забезпечення безпеки праці необхідно дотримуватися таких вимог:

Загальні вимоги:

1. Працівники, які працюють на металорізальних верстатах, повинні пройти навчання за професією та інструктаж з техніки безпеки, після чого їхні знання з устрою верстата, технологічного процесу і правил техніки безпеки перевіряються.

2. При назначенні співробітника на нову роботу або переведенні на іншу роботу, адміністрація повинна провести інструктаж з правил техніки безпеки для нових обов'язків.

3. Основними небезпечними факторами на металорізальних верстатах є рухомі частини устаткування і різальний інструмент, стружка від оброблених деталей і небезпека електричного струму.

4. Працівник не повинен починати роботу без перевірки працездатності окремих механізмів, пристроїв і верстата в цілому. Заборонено відкривати електричні шафи.

5. Заборонено працювати на несправному верстаті або зламанім інструментом.

6. Заборонено працювати із зафіксованою рукою або пальцем без захисного ковпачка, а також у рукавицях, щоб уникнути захоплення обертовими частинами устаткування та інструменту.

7. Щоб запобігти шкірним захворюванням рук під час використання захисних олій, за рекомендацією лікаря перед початком роботи руки слід змастити спеціальними мастилами або кремами.

8. Необхідно дотримуватися допустимих норм підйому ваги:

9. Заборонено відчиняти двері електрощита, торкатися електропроводів та електрообладнання.

3.4 Правові та організаційні питання забезпечення безпеки

Забезпечення безпеки на виробництві включає в себе ряд правових та організаційних питань, які спрямовані на запобігання травмам, захист здоров'я працівників та зменшення ризиків на робочому місці. Нижче наведено деякі з цих питань:

Правові аспекти:

Законодавство: Існують національні та міжнародні закони та нормативні акти, які регулюють безпеку на виробництві. Ці закони встановлюють правила та вимоги, що повинні бути дотримані підприємствами та працівниками.

Сертифікація та стандартизація: Існують стандарти та сертифікаційні вимоги, які встановлюються для різних галузей та видів виробництва. Вони забезпечують виконання безпечних процедур та використання безпечного обладнання.

Організаційні аспекти:

Управління безпекою на виробництві: Підприємства повинні мати систему управління безпекою, яка включає політику безпеки, визначення відповідальних осіб, процедури із забезпечення безпеки, навчання працівників та моніторинг дотримання правил.

Оцінка ризиків: Проведення оцінки ризиків на робочому місці є важливою складовою забезпечення безпеки. Це допомагає ідентифікувати потенційні

небезпеки та розробляти заходи для їх запобігання та контролю.

Комунікація та навчання:

Працівники повинні бути належно навчені щодо правил безпеки, процедур реагування на небезпеки та використання захисного обладнання. Комунікація між працівниками та керівництвом є важливим фактором для ефективного впровадження безпекових заходів.

Ці питання взаємопов'язані та вимагають системного підходу для забезпечення безпеки на виробництві. Виконання правових вимог та належна організація допомагають знизити ризики травм та забезпечити безпечні умови праці для всіх працівників.

Висновки

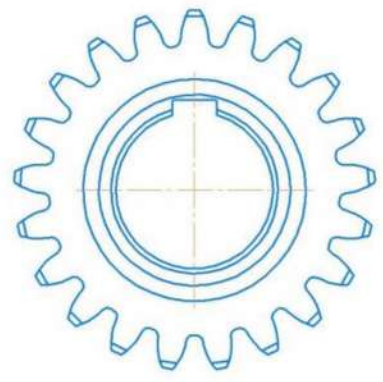
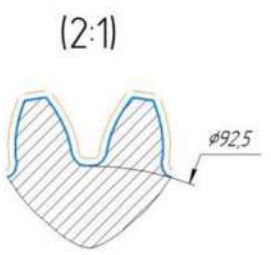
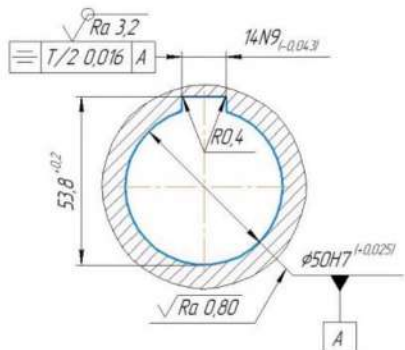
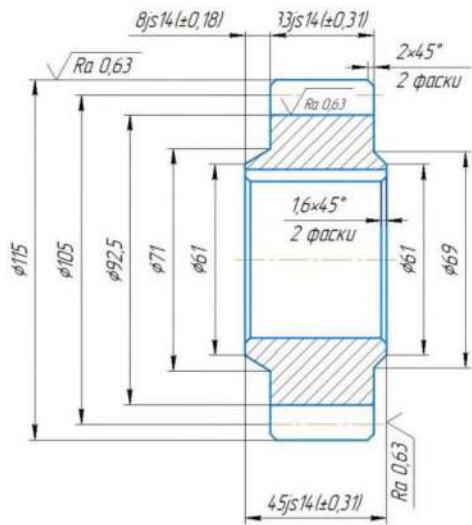
У ході кваліфікаційної роботи був розроблений технологічний процес виготовлення деталі шестерня, з урахуванням технічних вимог, висунутих до деталі. Процес розроблений з урахуванням необхідних вимог і стандартів. Була розроблена послідовність операцій для виготовлення деталі "Шестерня". Ця послідовність враховує етапи виробництва, такі як обробка зубів, точіння, фрезерування, розраховані припуски, режими різання. Вибрані відповідні верстати, та розроблений маршрут виготовлення деталі

Література

1. Косилова, А.Г. Довідник технолога - машинобудівника. У 2 - х т./Под ред. А.Г.Косиловой і Р.К.Мещерякова.- 4 – вид.:Машинобудування, 2010.
2. Проектування технологічних процесів. Методичні вказівки для виконання курсового проекту та самостійної роботи студентів за напрямом підготовки 6.0505-Інженерна механіка. Програма професійного спрямування Технології машинобудування усіх форм навчання./Укладачі:В.Г. Біланенко, В.П. Приходько.-Київ: НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського». 2017.-151с.
3. Економіка та організація виробництва: Підручник / За ред. В. Г. Герасимчука, Е. Розенплентера. – К.: Знання, 2007. – 678 с
4. ДСТУ ГОСТ 3.1102:2014 Єдина система технологічної документації. Стадії розробки та види документів. Загальні положення (ГОСТ 3.1102-2011, IDT).
5. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок: Підручник. – Львів.: Світ, 1996. – 368 с.
6. Мельничук П.П., Боровик А.І., Лінчевський П.А. Технологія машинобудування: Підручник. – Житомир.: ЖДТУ, 2005. – 924 с.
7. Проектування технологічних процесів. Методичні вказівки до виконання курсового проекту та самостійної роботи студентів; Біланенко В.Г.; Київ: НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського» 2017.
8. Міренський І.Г. Основи технології машинобудування. Навчальний посібник. – Харків: ХНАМГ, 2007. – 275 с

ДОДАТОК А

Лист №	Листів
Лист №	Листів
Лист №	Листів
Лист №	Листів
Лист №	Листів
Лист №	Листів
Лист №	Листів
Лист №	Листів
Лист №	Листів
Лист №	Листів



- Н14, Н14, ±^{0,016}
- Гострі кромки притупити

Модуль	m	5	
Число зубів	z	21	
Вихідний контур	-	ISO 53-1998	
Вихідний контур	Кут профілю	α	20°
	Коефіцієнт висоти головки зуба	h_a^*	1
	Коефіцієнт граничної висоти	h_i^*	2
	Коефіцієнт радіуса кривизни передньої кривої	ρ_f^*	0,25
	Коефіцієнт радіального зазору	c^*	0,25
	Коефіцієнт товщини зуба по ділнійній граєві	s^*	1
Коефіцієнт змещення	x	0	
Ступінь точності по ГОСТ 1643-81	-	7-C	
Довжина загальної нормалі	W	38,372 ^{+0,017} _{-0,014}	
Допуск на радіальні відхилення зубчатого дна	F _r	0,04	
Допуск на торцеві відхилення вазової поверхні	F _t	0,025	
Дільний діаметр	d	105	
Позначення шестерні сопряженого зубчатого колеса	-	-	

Лист	№ документа	Група	Дата	Лист	Листів	Масштаб
Шестерня	Специфікація			19	11	
Сталь 40X ГОСТ 4543-71				Лист	Листів	1
ЗПМ-19						

ДОДАТОК Б

Перв. примен.

Строч. №

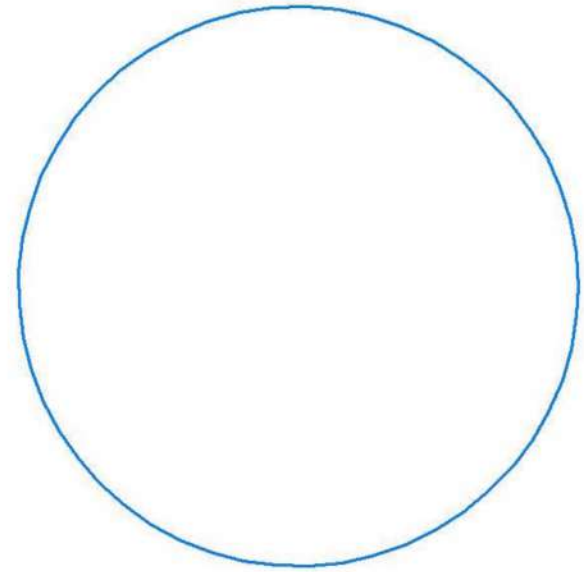
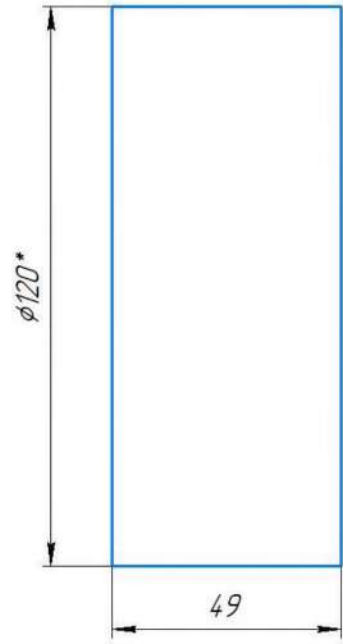
Подп. и дата

Инд. № дробл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Заготовка			Лит.	Масса	Масштаб	
Разраб.											1:1
Проб.								Лист	Листов	1	
Т.контр.											
Н.контр.											
Утв.											

Копировал

Формат А3