

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Сумський державний університет**  
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій  
Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_ Віталій ІВАНОВ

\_\_\_\_\_ 2024 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**на здобуття освітнього ступеня бакалавр**

зі спеціальності 133 – Галузеве машинобудування, освітньо-професійної програми  
«Металорізальні верстати та системи»

на тему: Конструкторсько-технологічне забезпечення виготовлення деталі  
Шестерня 1М63.06.310.001 коробки швидкостей токарно-гвинторізного верстата  
моделі 1М63

Здобувача групи МВ-01/1 Плішивого Нікіти Андрійовича

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей,  
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

\_\_\_\_\_ Нікіта ПЛІШИВИЙ

Керівник старший викладач, к.т.н., Андрій ДОВГОПОЛОВ \_\_\_\_\_

Нормоконтролер доцент, канд. техн. наук, доцент Артем ЄВТУХОВ \_\_\_\_\_

**ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ**  
**«Сумський державний університет»**

Інститут, факультет технічних систем та енергоефективних технологій  
Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів  
Освітньо-науковий перший (бакалаврський)  
рівень 133 «Галузеве машинобудування»  
Спеціальність (шифр і назва)  
Освітня програма «Металорізальні верстати та системи»  
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедри технології  
машинобудування, верстатів та  
інструментів  
\_\_\_\_\_ Віталій ІВАНОВ  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 року

**ЗАВДАННЯ**  
**ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ (ПРОЄКТУ) СТУДЕНТУ**

Плішивий Нікіта Андрійович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Конструкторсько-технологічне забезпечення виготовлення деталі Шестерня ІМ63.06.310.001 коробки швидкостей токарно-гвинторізного верстата моделі ІМ63

керівник проекту Довгополов Андрій Юрійович, канд. техн. наук, ст.викладач  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «29» квітня 2024 року № 0447-VI

2. Строк подання студентом проекту (роботи) «1» червня 2024 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) деталь – «Вал-шестерня» токарно-гвинторізного верстата моделі 16Б16.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

4.1 Аналіз службового призначення верстата, вузла, деталі

4.2 Розроблення робочого креслення заданої деталі

4.3 Аналіз структурних сіток

4.4 Вибір способу отримання заготовки

4.5 Розрахунок припусків на механічне оброблення поверхонь

4.6 Аналіз та обґрунтування схем базування й закріплення заготовки

4.7 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів

4.8 Проектування верстатного пристрою

4.8 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

5. Зміст графічної частини (перелік креслень, які потрібно розробити)

5.1 Креслення деталі

5.2 Креслення вихідної заготовки

5.3 Креслення маршрутного технологічного процесу виготовлення деталі

5.4 Креслення операційного налагодження

5.5 Креслення верстатного пристрою

6. Інша конструкторська та технологічна документація

5. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

6. Дата видачі завдання «\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 року

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Конструкторсько-технологічна частина	30.04.2024	
2	Охорона праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях	06.05.2024	
3	Оформлення пояснювальної записки	13.05.2024	
4	Оформлення креслень	24.05.2024	

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Керівник роботи (проєкту)

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Нікіта ПЛІШИВИЙ**

\_\_\_\_\_ (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

**Андрій ДОВГОПОЛОВ**

\_\_\_\_\_ (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

## РЕФЕРАТ

Записка: 56 с., 14 рис., 6 табл., 14 літературних джерел.

Об'єкт роботи – деталь Шестерня 1М63.06.310.001, яка входить до складу коробки передач верстату моделі 1М63.

Мета роботи – розроблення креслення та технологічного процесу виготовлення деталі «Шестерня 1М63.06.310.001».

В роботі виконано аналіз службового призначення верстата моделі 1М63, вузла коробка швидкостей та деталі «Шестерня 1М63.06.310.001». Також проаналізовано технічні вимоги, що пред'являються до деталі та її конструкції. За допомогою техніко-економічного обґрунтування був обраний раціональний метод отримання заготовки для даних умов виробництва.

На прикладі однієї механічної операції: токарної з ЧПК було проаналізовано існуючий технологічний процес виготовлення деталі, а саме: обґрунтування вибору схеми базування і закріплення заготовки, вибір металорізального обладнання, верстатного пристрою, ріжучого та вимірювального інструмента. Визначено режими обробки. Виконано технічне нормування операції.

У графічній частині роботи виконані креслення заготовки, верстатного пристрою і маршрутного технологічного процесу механічної обробки заготовки, операційної наладки на операцію 050. Розглянуто небезпечні зони устаткування, класифікація та призначення засобів захисту.

У додатку «Охорона праці» розглянуто небезпечні зони устаткування та їх класифікацію.

ВЕРСТАТ, КОРОБКА ШВИДКОСТЕЙ, ШЕСТЕРНЯ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, РЕЖИМИ РІЗАННЯ

## ЗМІСТ

	с.
ВСТУП .....	3
1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ВЕРСТАТА, ВУЗЛА, ДЕТАЛІ. ОПИС КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДЕТАЛІ ТА УМОВ ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ .....	5
2 АНАЛІЗ СТРУКТУРНИХ СІТОК КІНЕМАТИЧНИХ ВУЗЛІВ ВЕРСТАТА .....	10
3 РОЗРОБЛЕННЯ РОБОЧОГО КРЕСЛЕННЯ ЗАДАНОЇ ДЕТАЛІ.....	15
АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ " ШЕСТЕРНЯ " ВКАЗУЄ НА НАСТУПНЕ:.....	16
4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ВИХІДНОЇ ЗАГОТОВКИ .....	19
5 РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАДАНОЇ ДЕТАЛІ.....	23
6 РОЗРОБЛЕННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ .....	46
ВИСНОВОК.....	49
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ .....	50
ДОДАТОК А КРЕСЛЕННЯ ДЕТАЛІ .....	52
ДОДАТОК Б .....	53
ДОДАТОК В КРЕСЛЕННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ .....	54
ДОДАТОК Г ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .....	55

## ВСТУП

Однією з основних галузей промисловості України є машинобудування. Машинобудування визначає технічний прогрес країни і суттєво впливає на створення її матеріально-технічної бази.

Технологія машинобудування – наука про виготовлення машин необхідної якості, кількості, що встановлена виробничою програмою та в задані строки із найменшими затратами. У технології машинобудування існують дві головні проблеми: проблема якості виготовленої продукції та проблема продуктивності праці. Кожна з цих проблем включає в себе ряд інших, більш вузьких та конкретних проблем, наприклад, надійність та довговічність, геометрична та функціональна взаємозамінність, технологічність, автоматизація технологічних процесів і функцій управління в усіх видах виробництва і, врешті, проблема максимального збільшення ефективності науково-дослідних робіт.

Підвищення ефективності машинобудівного виробництва, його розвиток повинен здійснюватися насамперед в результаті удосконалення технології.

Слід зазначити, що проектування раціональних і оптимальних технологічних процесів включає розв'язання великого комплексу взаємопов'язаних задач по забезпеченню встановлених технологічними вимогами параметрів точності виробів і заданого рівня економічних показників виробництва.

Чим ближче заготовка до форми готової деталі, тим менше припуск на деталі, менше потрібно часу для виготовлення готової деталі, тим менше зарплата робітникам, менші витрати на силову енергію і т. п.

Скорочується кількість операцій, значить, буде менше кількість станків, робочих, інструменту.

Також важливим чинником розвитку виробництва в машинобудуванні є технічне переозброєння та модернізація засобів виробництва на базі застосування новітніх досягнень науки та техніки: впровадження прогресивних методів

оброблення, застосування високопродуктивних верстатів з ЧПК та промислових робіт, новітніх матеріалів, високопродуктивного ріжучого інструменту і технологічної оснастки, які дозволяють використовувати енергозберігаючі та матеріало зберігаючі технології.

На основі узагальнення досвіду експлуатації верстатів з ЧПК встановлено, що якщо при їх впровадженні штучний час обробки скорочується на 50 %, в порівнянні з обробкою на верстатах з ручним управлінням, то, не дивлячись на додаткові витрати, забезпечується загальне скорочення витрат. Найбільший економічний ефект забезпечує обробка заготовок деталей на верстатах з ЧПК, виготовлення яких на верстатах з ручним управлінням зв'язане з використанням дорогого технологічного оснащення (кондукторів, копіїв, фасонних ріжучих інструментів і т. д.), великими витратами часу на наладку технологічної системи, в порівнянні з оперативним часом.

Метою даної роботи є розробка для обраної деталі оновленого техпроцесу з використанням верстатів з ЧПК, проведення розрахунків, які дозволять обрати найбільш ефективний з точки зору мінімальної норми часу техпроцес

# **1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ВЕРСТАТА, ВУЗЛА, ДЕТАЛІ. ОПИС КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДЕТАЛІ ТА УМОВ ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

Токарно-гвинторізний верстат нормальної точності 1М63 призначений для виконання різних токарно гвинторізальних робіт, таких як точіння циліндричних поверхонь, надрізання торців, формування канавок, відрізання готової деталі, розточування внутрішніх циліндричних поверхонь, свердління, зенкерування, розгортання, обробка також для нарізування метричної, дюймової та різьб. Висока потужність приводу та жорсткість верстата, широкий діапазон частоти обертання шпинделя та подач дозволяють повністю використовувати можливість прогресивних інструментів при обробці різних матеріалів. (рис. 1.1). Технічні характеристики верстату зазначені у таблиці 1.1



Рисунок 1.1 – Верстат моделі 1М63



Таблиця 1.1 – Технічна характеристика 1М63

Найбільший діаметр деталі, що встановлюється над станиною, мм	630	
Відстань між центрами, мм	1400	
Діаметр отвору шпинделя, мм	70	
Число значень частот обертання шпинделя	22	
Подачі на один оборот шпинделя, мм	поздовжні	0.064
		1.025
	поперечні	0.0256
		0.378
Потужність електродвигуна, кВт	13	

На рисунку 1.2 показана схема яка демонструє всі конструктивні елементи верстату моделі 1М63.

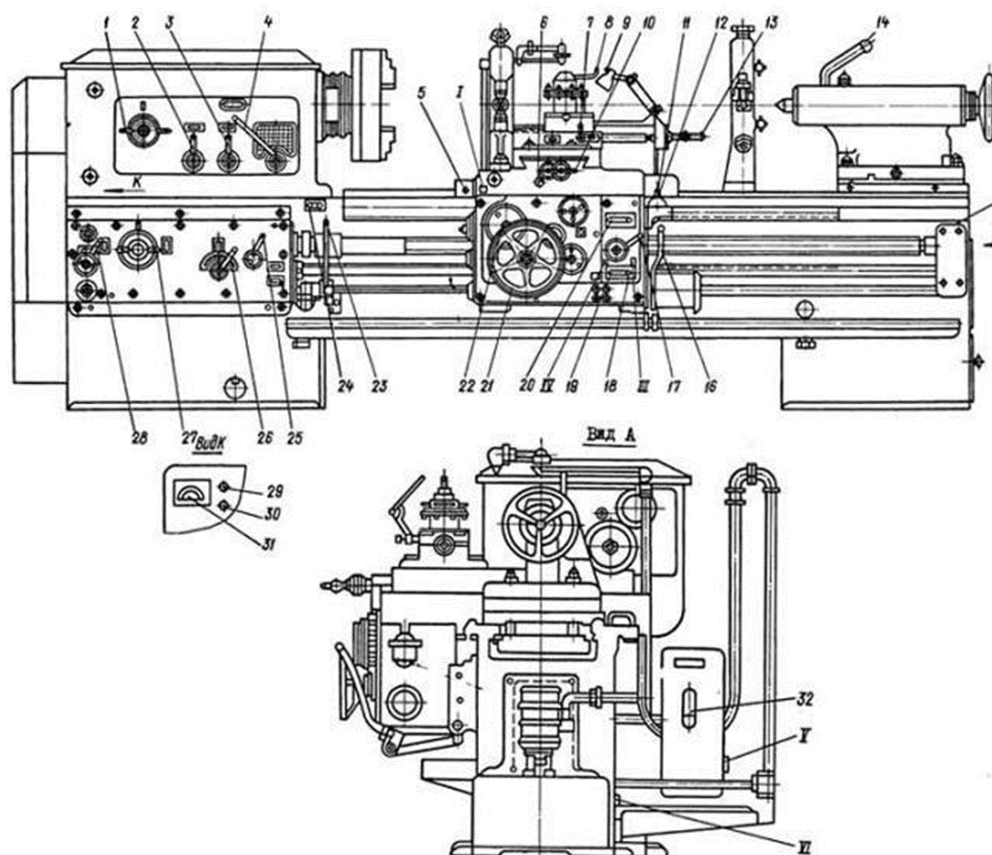


Рисунок 1.2 – Конструктивні елементи верстату 1М63

1 Перемикач встановлення частоти обертання шпинделя; 2 Перемикач встановлення нормального та збільшеного кроку різьби; 3 Перемикач установки правої та лівої різьби та подачі; 4 Рукоятка встановлення частоти обертання шпинделя; 5 Рукоятка плунжерного насоса мастила направляючих поздовжнього переміщення супорта та ходового гвинта;

6 Витяжна кнопка включення механічної поперечної подачі супорта; 7 Перемикач включення механічного переміщення салазок; 8 Рукоятка повороту та кріплення різьбової головки; 9 вимикач освітлення; 10 Рукоятка ручної поперечної подачі супорта; 11 Кнопка увімкнення прискореного переміщення супорта; 12 Хрестовий перемикач управління робітниками та прискореними переміщеннями супорта;

13 Рукоятка ручного переміщення різцевих салазок; 14 Рукоятка кріплення пінолі задньої бабки; 15 Рукоятка переміщення пінолі задньої бабки; 16 Рукоятка керування фрикціоном; 17 Рукоятка увімкнення гайки ходового гвинта; 18 Вимикач насоса охолодження; 19 Перемикач режимів роботи супорта; 20 Пост управління включення та вимкнення головного приводу; 21 Маховик ручного поздовжнього переміщення супорта; 22 Витяжна кнопка включення зубчастого колеса рейкової передачі; 23 Рукоятка керування фрикціоном; 24 Пост управління включення та вимкнення головного приводу; 25 Рукоятка увімкнення ходового гвинта або ходового валика; 26 Рукоятка встановлення величини подачі або кроку різьблення; 27 Рукоятка встановлення величини подачі або кроку різьблення; 28 Рукоятка налаштування подачі та нарізування різьблення;

29 Сигнальна лампа наявності напруги; 30 Сигнальна лампа електромагнітного гальма; 31 Вказівник навантаження; 32 Вхідний вимикач.

Станина це основна складова частина, на яку кріпляться інші складові вузли. Вона цільнолита з тумбами, та має дві призматичні напрямні для переміщення каретки і дві для задньої бабки, одна з яких є плоскою. В середині станини розташовані нахилі люки (вікна) для відведення стружки та рідини, що відводить тепло. У правій тумбі розміщений бак з емульсією та електронасосом. На лівій

тумбі ззаду закріпленій електродвигун головного приводу. Передня бабка (рис. 1.2) встановлена на лівій частині передньої частини станини. Всі зубчасті колеса кінематичного ланцюга мають вали та шпинделі, виготовлені з хромованої сталі, закалені та відшліфовані. Вали установлені на коченнях. Шпиндель з отвором та внутрішніми конусами має дві опори. Передня опора складається з дворядного підшипника з короткими циліндричними роликами.

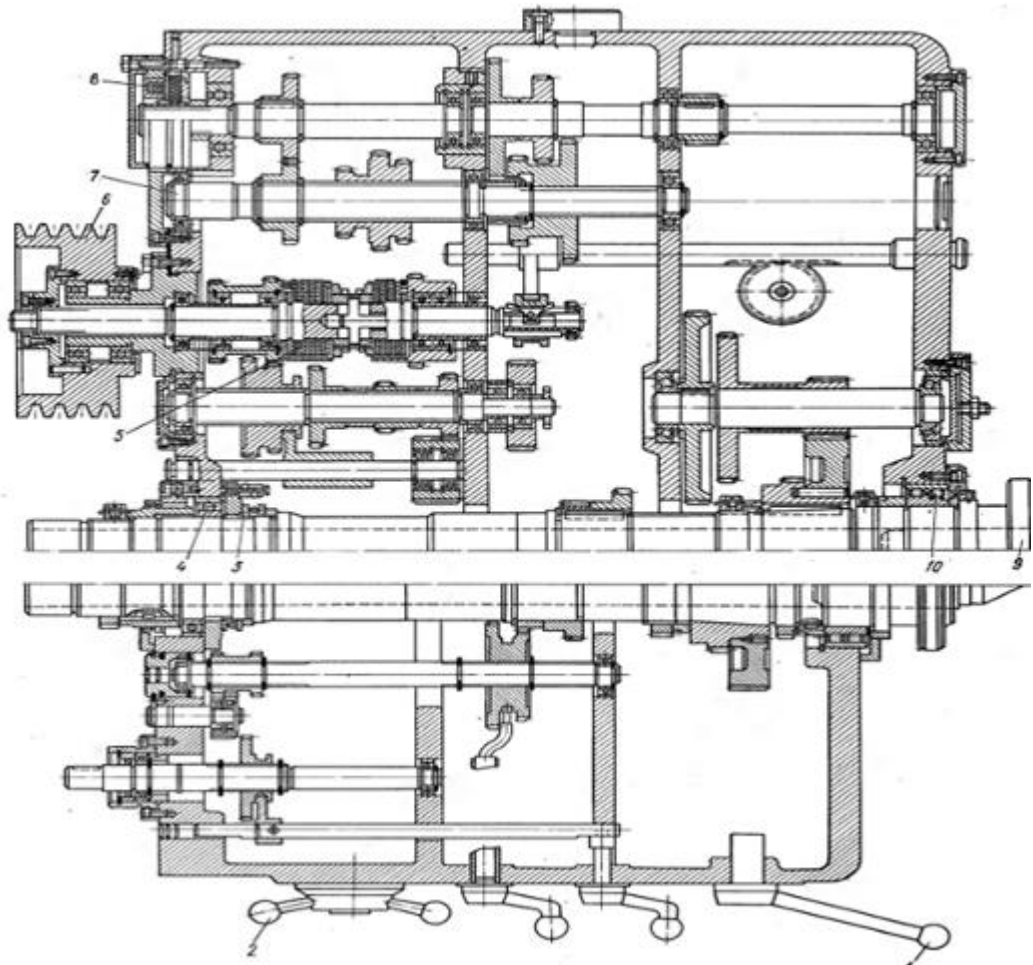


Рисунок 1.3 – Схема коробки швидкостей верстату 1М63

Опора задня – містить радіально-упорний підшипник, який працює в парі з шарикопідшипником. Частоти обертання шпинделя змінюються шляхом переміщенням блоків шестерень по шліцьових валах за допомогою двох ручок, виведених на передню стінку. Пряме та зворотне обертання шпинделя здійснюється фрикційною механічною муфтою, а гальмування - електромагнітною

муфтою. Задня бабка переміщується направляючими станинами на чотирьох радіальних шарикопідшипниках, встановлених у корпусі.

На напрямних станинах бабка закріплюється на двох планок 4 болтами. Поперечне переміщення корпусу бабки щодо основи проводиться за допомогою двох гвинтів та гайки, встановленої у корпусі. Переміщення пінолі здійснюється маховиком. Супорт хрестової конструкції має поздовжнє переміщення по призматичним напрямним станинам і поперечне по напрямним каретки. Переміщення можна здійснювати вручну та механічним приводом. Є механізм швидкого переміщення супорта. Поворотна частина супорта. Деталь «Шестерня» є деталлю коробки передач токарного верстату 1М63 та призначена для передачі крутного моменту між валами.

При роботі шестерня випробує напруги згину та крутіння.

Внутрішня поверхня  $\text{Ø}22\text{H}7$  служить для з'єднання зі спряженим валом, для фіксації також призначена різь М8-7Н та шпонковий паз 6Н8.

Зубчастий вінець  $m=2; z=20$  призначено для з'єднання з відповідним зубчастим колесом та передачі крутного моменту.

Деталь «Шестерня» по конструкції відноситься до тіл обертання типу валів, осей складається з конструктивних елементів:

шийка  $\text{Ø}32$ ;

зубчастий вінець  $m=2; z=20$ ;

канавка  $\text{Ø}41 \times 1.2$ ;

зовнішня поверхня  $\text{Ø}44\text{h}14$  ;

внутрішня поверхня  $\text{Ø}22\text{H}7$ ;

отвір М8-7Н ;

3 фаски  $^{\circ} 1.6 \times 45$ .

## 2 АНАЛІЗ СТРУКТУРНИХ СІТОК КІНЕМАТИЧНИХ ВУЗЛІВ ВЕРСТАТА

Привід головного руху здійснюється від електродвигуна через пасову передачу. Частота обертання шпинделя змінюється переміщенням зубчастих блоків по шліцевих валів. Коробка швидкостей має 24 швидкості прямого обертання та 11 швидкостей зворотного обертання через кінематичні ланцюги. З отриманих 24 швидкостей дві швидкості перекриваються. Реверс шпинделя здійснюється механічною фрикційною муфтою. Поздовжні подачі. Через змінні зубчасті колеса перший вал коробки подач. Далі через зубчасті колеса метричної різьби та зубчасті колеса на ходовий вал та зубчасті колеса фартуха, черв'ячну пару, зубчасті колеса на рейку. При зворотній подачі від черв'ячної пари через зубчасті колеса на рейку. Поперечні подачі. Від ходового валика через зубчасті колеса черв'ячну пару на гвинт. При зворотній подачі від черв'ячної пари через зубчасті колеса на гвинт. Подача верхньої частини супорту.

Від фартуха через зубчасті колеса та кулачкову муфту на гвинт. Швидке переміщення супорта. Від електродвигуна, поміщеного на торці фартуха, через зубчасті колеса, черв'ячну пару і далі через зубчасті колеса поздовжньої поперечної подач.

Побудова структурних сіток та графіка частоти обертання для головного приводу та приводу подач

Під час розробки кінематичної схеми верстата насамперед необхідно вирішити питання вибору типу приводу. Привід - джерело руху та сукупність механізмів, що передають рух до кінцевих ланок верстата. Кінематична схема коробки швидкостей, що модернізується, представлена на рисунку 2.1.

Верстат може мати одне або кілька джерел руху.

Застосування кількох двигунів дозволяє скоротити кінематичні ланцюги, спростити керування, механізувати та автоматизувати верстат. Якщо між окремими кінематичними ланцюгами потрібен суворий взаємозв'язок, вони повинні отримувати рух від загального двигуна.

Вибір приводу має важливе значення при проектуванні нового верстата, так як це є однією з основних умов створення високоякісної та економічної продукції. За обраною структурною сіткою та побудованим графіком частот обертання складаємо кінематичну схему приводу від двигуна до останнього валу, умовно позначивши числа зубів коліс через  $Z_1, Z_2 \dots Z_n$

Вибір структурної формули та її аналіз

Кількість варіантів структурних формул з урахуванням перестановок:

$$K_{\phi} = \frac{m!}{n!}, \quad (2.1)$$

де  $m$  – число розмножувальних груп;

$n$  - число розмножувальних груп з однаковим числом передач.  $K_{\phi} = \frac{m!}{n!} = \frac{3!}{2!} = 3$

Побудова структурних сіток відповідно до обраної структурної формули та вибір варіанта

Кількість варіантів структурних сіток для кожної структурної формули:

$$K_c = m! = 6$$

Таблиця 2.1 – Характеристики структурних формул

№ вар.	Структурні формули			
	$X_a$	$X_b$	$X_c$	
1	1	$P_a \cdot P_c$	$P_a$	$2[1] \cdot 4[6] \cdot 3[2] = 24$
2	1	$P_a$	$P_a \cdot P_b$	$2[1] \cdot 4[2] \cdot 3[8] = 24$
3	$P_b \cdot P_c$	1	$P_b$	$2[12] \cdot 4[1] \cdot 3[4] = 24$
4	$P_b$	1	$P_b \cdot P_a$	$2[4] \cdot 4[1] \cdot 3[8] = 24$
5	$P_c \cdot P_b$	$P_c$	1	$2[12] \cdot 4[3] \cdot 3[1] = 24$
6	$P_c$	$P_c \cdot P_a$	1	$2[3] \cdot 4[6] \cdot 3[1] = 24$

Визначення чисел оборотів на кожному щаблі.

Число оборотів на кожному ступені визначається за формулою:

де  $n_i$  - частота обертання, що розраховується  
 $n_{i-1}$  - частота обертання на попередньому ступені  
 $\varphi$  - знаменник геометричної прогресії

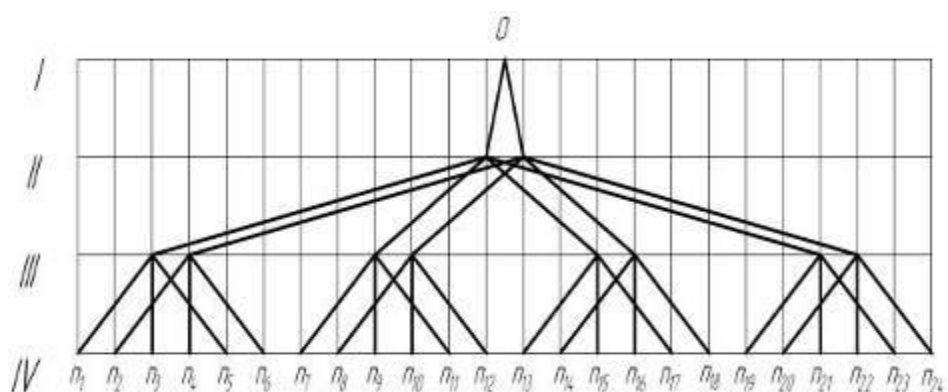


Рисунок 2.1 – Структурна сітка №1

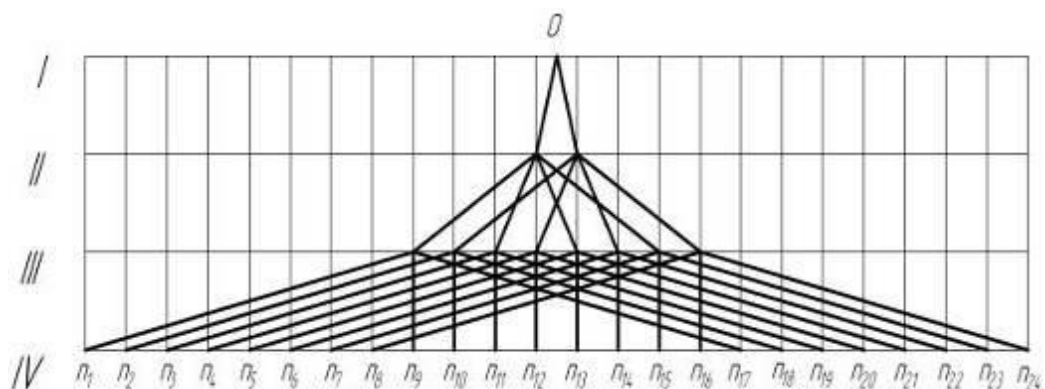


Рисунок 2.2 – Структурна сітка №2

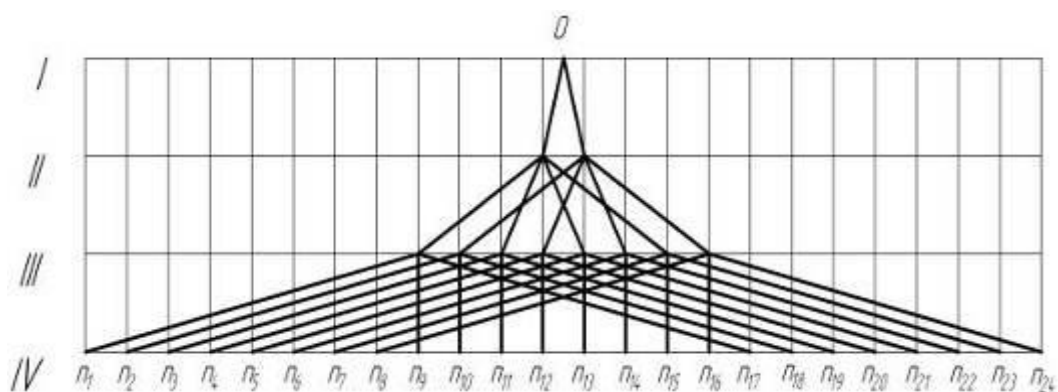


Рисунок 2.3 – Структурна сітка №3

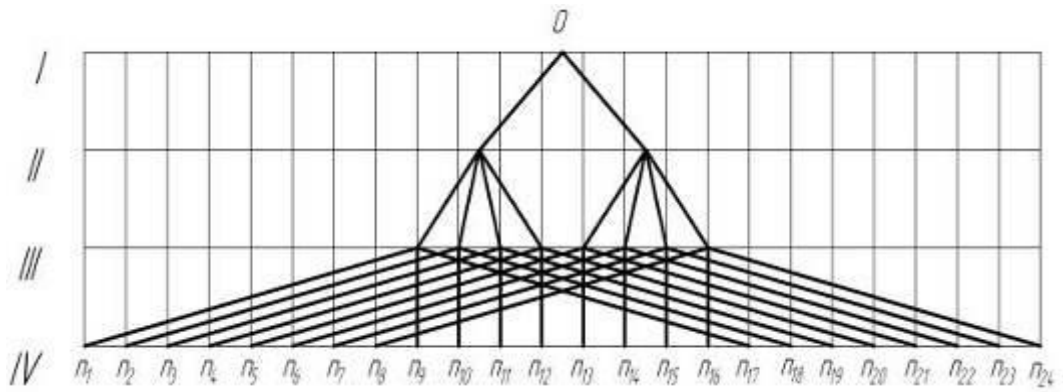


Рисунок 2.4 Структурна сітка №4

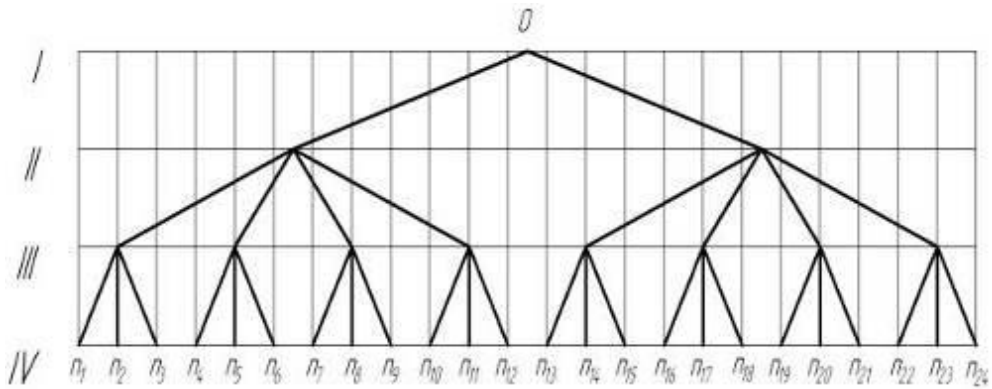


Рисунок 2.5 – Структурна сітка №5

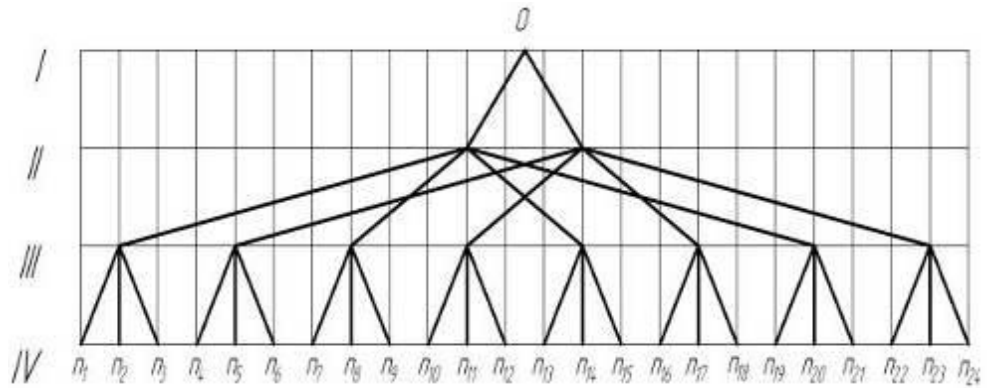


Рисунок 2.6 – Структурна сітка №6

Вибір оптимального варіанта структурної сітки

При виборі оптимального варіанта структурної сітки основним критерієм є:

-структурные сітки, які мають промені у перших передачах розташовуються більш тісно, забезпечують менші розміри проміжних передач, тобто. бажано, щоб і т.д.



З наших структурних сіток найбільш прийнятною є сітка №2, т.к. її промені розташовані щільніше.

Побудова графіка частот обертання кінцевої ланки приводу

Структурна сітка не дає фактичних значень частот обертання та передавальних відносин передач у групах. Для визначення цих величин будують другий графік – графік частот обертання. Графік частот обертання приводу є фактичною картиною частот обертання. Для його побудови мають бути відомі:

- а) знаменник низки частот обертання;
- б) фактичні частоти обертання від до;
- в) частота обертання обраного приводу двигуна;
- г) повна кінематична схема приводу, яка, крім групових передач, може мати і одиночні передачі.

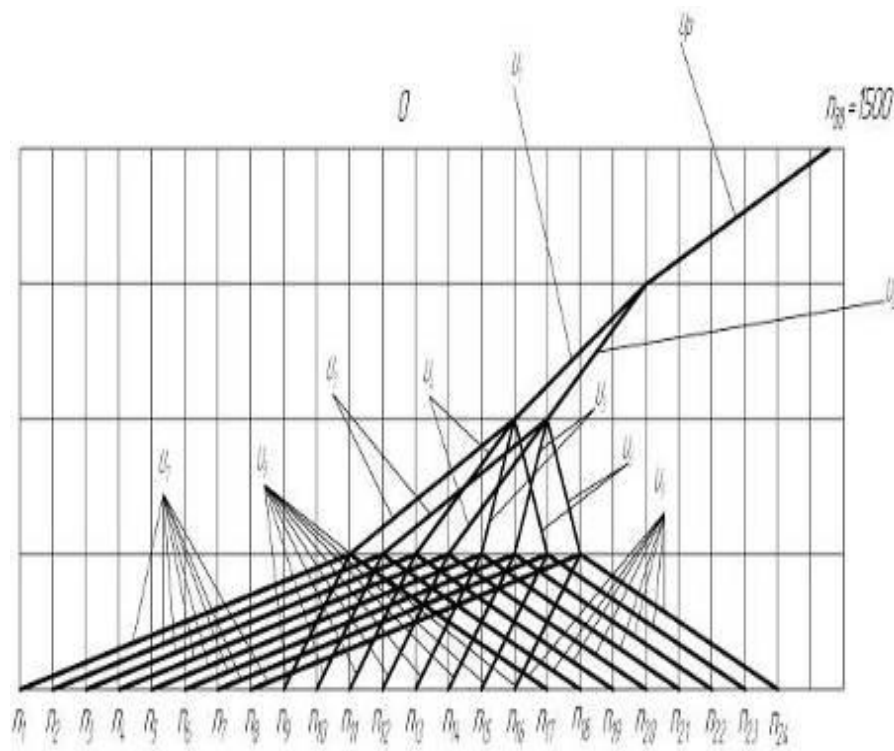


Рисунок 2.7 – Графік чисел обертів

### 3 РОЗРОБЛЕННЯ РОБОЧОГО КРЕСЛЕННЯ ЗАДАНОЇ ДЕТАЛІ

Виходячи з призначення деталі, вона виготовляється з конструктивної легованої сталі 45 ДСТУ 1050-88.

Хімічний склад матеріалу надається в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Хімічний склад сталі 45 ДСТУ 1050-88 у відсотках

Назва	C,%	Si,%	Mn,%	S	P
				Не більше	
Сталь 45	0.42-0.5	0.17...0.37	0,5...0,8	0,04	0,035

Межа міцності, на розтягування  $\sigma_B=600\text{МПа}$ ;  $\sigma_H=300\text{МПа}$ ,  $HV=217$ ,  
 $\delta = 80\%$ ,  $\psi = 25\%$ ,  $a_H=90 \frac{H_M}{\text{см}^2}$

Технологічні властивості:

– оброблюваність матеріалу різанням характеризуються коефіцієнтом оброблюваності твердосплавним інструментом  $K_{\text{ТВ}}$  та інструментом із швидкоріжучої із сталі  $K_{\text{ШВ}}$ .

$$K_{\text{ТВ}}=0,9; K_{\text{ШВ}}=0,85$$

Точність обробки деталі задається на кресленні точністю розмірів, форми, взаємного розташування поверхонь та їх шорсткістю.

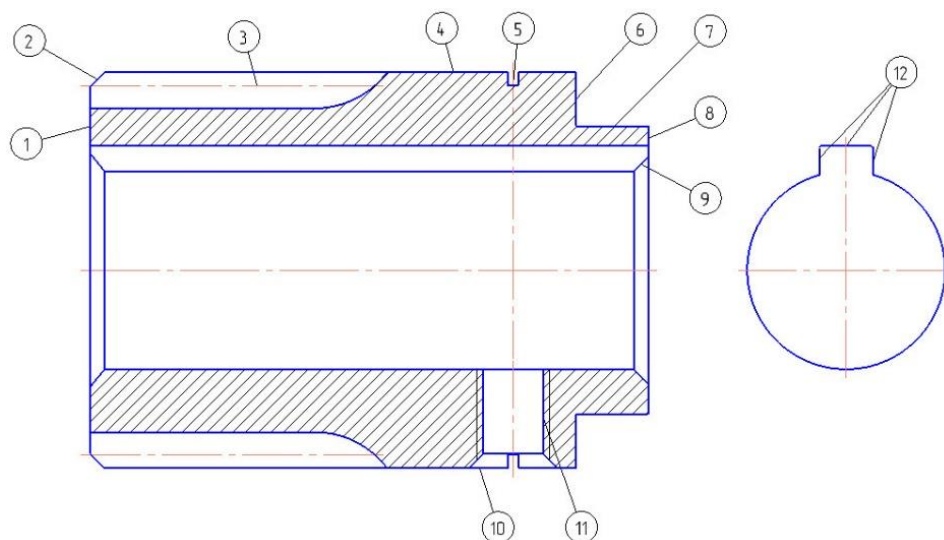


Рисунок 3.1 – Ескіз шестерні з позначенням поверхонь.

Точність розмірів, поле допуску, квалітет:

- Ø22H7 - 7 квалітет,
- Ø44h11 – 11 квалітет,
- M8-7H – 7 квалітет,

Всі інші 14 розмірів – 14 квалітет.

Шорсткість поверхонь R<sub>a</sub>, мкм:

- Ø22H7, поверхні зубців – Ra2.5,
- Ø44h11, торець юбки Ø32, бічні поверхні шпонкового пазу Ra 5,

Всі інші 13 поверхонь – 10.

Точність взаємного розташування поверхонь:

Не регламентується.

Аналіз на технологічність конструкції деталі «Шестерня» виконується за якісним і кількісним показникам.

У результаті технологічного контролю креслення «Шестерня», яке було видано як завдання на проект, виявлено наступне:

- на кресленні вказані всі розміри, необхідні для виготовлення деталі;
- шорсткість усіх поверхонь деталі вказана відповідно до ДСТУ 2789-73;
- допуски і відхилення розмірів наведені відповідно до ДСТУ 25346-89 та ДСТУ 25347-82;
- допуски форми і розташування поверхонь вказані відповідно до ДСТУ 24643-81;
- вимоги до точності виготовлення поверхонь штока відповідають вимогам, які пред'явлені до шорсткості цих поверхонь.

Аналіз конструкції деталі " Шестерня " вказує на наступне:

- конструкція дозволяє здійснювати вільний доступ різального і вимірювального інструменту до оброблюваних поверхонь;
- деталь не має глухих точних отворів і не вимагає підрізування внутрішніх або закритих торців;

- всі оброблювані поверхні та отвори або паралельні, або розташовані під прямими кутами один до одного;

- конструкція відзначається досить високою жорстокістю і допускає високі режими різання;

-деталь має точну поверхню  $\text{Ø}22\text{H}7$  - яку при обробці можна використовувати як технологічну базу.

Якісна оцінка технологічності показує, що деталь " Шестерня " досить технологічна. Проведемо кількісний розрахунок технологічності, визначивши коефіцієнти уніфікації, шорсткості, точності і використання метала.

1. Коефіцієнт уніфікації:  $K_{y\text{э}}$

$$K_{y\text{э}} = \frac{Q_{y\text{э}}}{Q_3} = [0,6];$$

де,  $Q_{y\text{э}}$  - число уніфікованих елементів

$Q_3$  - число елементів

$$Q_{y\text{э}} = 11, Q_3 = 12,$$

$$K_{y\text{э}} = 0,91 > [0,6] - \text{вірно}$$

2. Коефіцієнт точності,  $K_T = 1 - \frac{1}{A_{cp}} > [0,8];$

$$\text{де, } A_{cp} = \frac{\sum A_i n_i}{\sum n_i},$$

де  $A_i$  - квалітет точності обробки,  $n_i$  - число поверхонь відповідного квалітету:  $A_{cp} = \frac{7 \cdot 2 + 8 \cdot 1 + 11 \cdot 1 + 14 \cdot 8}{12} = 12,08.$

$$K_T = 1 - \frac{1}{12,08} = 0,92 > [0,8] - \text{вірно}$$

3. Коефіцієнт шорсткості,  $K_u = 1 - \frac{1}{B_{cp}} > [0,32];$

де,  $B_{cp} = \frac{\sum B_i n_i}{\sum n_i}$ ;  $B_i$  - числове значення параметра  $R_a$ ,  $n_i$  - число поверхонь

відповідного значенням  $B_i$ ;

$$B_{cp} = \frac{2,5 \cdot 2 + 5 \cdot 5 + 10 \cdot 5}{12} = 6,66.$$

$$K_{ui} = 1 - \frac{1}{6,66} = 0,85 > [0,32] - \text{вірно}$$

4. Коефіцієнт використання металу :

$$K_{em} = \frac{m_{det}}{m_{zag}} \rightarrow 1$$

Коефіцієнт використання металу визначаємо після розрахунку розмірів заготовлі.

Способи отримання заготовки невказані, тому може бути або пластичне деформування, або прокат так як у технічних вимогах не вказана група поковок.

В цілому ж розроблене креслення з усіма вимогами ЄСКД. На кресленні є досить видів і розрізів для подання форми деталі і можливості її виготовлення, також вказані всі розміри. Враховуючи всі вищевказані вимоги і конструктивні особливості виконано креслення деталі (додаток А).

#### 4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ВИХІДНОЇ ЗАГОТОВКИ

Вихідними даними для вибору методу виготовлення заготівлі є креслення «Шестерні», матеріал «Шестерні» - сталь 45 ДСТУ 1050-88, річна програма випуску (1000 шт), що відповідає дрібносерійному виробництву.

Габаритні розміри вал-шестерні – Ø48x66 мм.

Маса деталі: 0.42 кг.

З огляду на річну програму випуску й матеріал деталі, як спосіб виготовлення заготівлі вибираємо обробку тиском, а саме штампування, оскільки воно в порівнянні з куванням має ряд переваг:

- реалізують більше складну форму заготівлі й краща якість поверхні ( $Ra=20...5... \dots 5\text{мкм}$ );

- точність штампованих заготівель значно вище, а припуски на механічну обробку значно (в 2-3 рази) менше;

- значно підвищуються продуктивність (десятки й сотні кувань за годину).

Як устаткування для штампування вибираємо КГШП, що застосовується для виготовлення заготівель. Штампування на КГШП забезпечує запобігання формування технологічних баз у різних частинах штампів, високу продуктивність (до 400 штук на годину) і ощадливе використання металу. Штампування виконується із круглого прокату підвищеної точності.

Креслення штампування необхідний для визначення маси й розмірів вихідної заготівлі, з якого виготовляють штампування, розробки технологічного процесу. Розробка креслення штампованої заготівлі включає призначення припусків, допусків і напусків, штампувальних уклонів, радіусів закруглень. Для призначення припусків і допусків на розміри кування необхідно визначити її вихідний індекс за ДСТУ 7505-89. Для визначення вихідного індексу необхідно встановити:

- розрахункову масу штампування;

- ступінь складності штампування;
- групу стали;
- клас точності штампування.

Орієнтовно розрахункову масу кування визначаємо за формулою:

$$M_{np} = M_d \cdot K_p = 0.42 \cdot 1,6 = 0.67 \text{ кг}$$

де  $M_{np}$  – розрахункова маса кування, кг;  $M_d=0.42$  – маса деталі, кг;  $K_p=1,6$  – розрахунковий коефіцієнт (ДСТУ 7505-89, табл.20).

Ступінь складності штампованої заготовлі визначають за шістьма критеріями й остаточно приймають найвищий :

Відношення маси штампування до маси простої геометричної фігури, у яку вписується штампування (циліндр  $\varnothing 44 \times 62$  мм):

$$C = \frac{M_{np}}{M_{\phi}} = \frac{0.42}{0.737} = 0.57$$

Т.е. штампування за цим критерієм мають другий ступінь складності.

2. За кількістю переходів кування має перший ступінь складності.

За інші критерії ступінь складності не визначаємо. Отже, остаточно штампування має другий ступінь складності С2.

Група стали – М2 (постійні з масовою часткою вуглецю від 0,35 % до 0,65 % включно й сумарною масовою часткою легуючих елементів від 2% до 5 %, див. табл. 1 ДСТУ 7505-89).

Клас точності штампування - Т4 (див. додаток 1, табл. 19 ДСТУ 7505-89).

Отже, вихідний індекс для даного штампування - 9.

З огляду на, що допуски на розміри кування залежать від величини цих розмірів, визначаємо основні припуски на механічну обробку поверхонь і розміри штампованої заготовлі (за ДСТУ 7505-89).

Результати розрахунку припусків на механічну обробку, розмірів штампування й допусків на них зведено в табл. 4.1 (також див. рис.4.1).

Для штампування вал- штампування шестерні ДСТУ 7505-89 [4] знаходимо:

1. Припустима величина зсуву по поверхні рознімання штампа - до 0,1 мм

2. Припустима величина залишкового облою – до 0,5 мм;
3. Припустима величина висоти задирки на штампуванні по контурі обрізки облою не повинна перевищувати 2 мм ;
4. Припустиме відхилення торця вінця штампування  $\varnothing 44$  мм від площинності – до 0,6 мм (п.5.16, табл.13);
5. Допуск радіального биття циліндричних поверхонь штампування не повинна перевищувати 1,2 мм

Штампувальні ухили полегшують видалення кування зі струмка штампа. Проте їхня величина повинна бути мінімальною, що сприяє зменшенню маси кування, зменшенню напусків і трудомісткості при обробці різанням.

Згідно табл.18 ДСТУ 7505-89 при штампуванні на КГШП приймаємо значення зовнішніх уклонів  $5^\circ$ , а внутрішніх -  $7^\circ$ .

Розміри кування, мм:

$$\text{Для } \varnothing 44 - 44 + 2(1.1 + 0.3 + 0.1) = \varnothing 48_{-0.5}^{+0.9} ,$$

$$\text{для } \varnothing 32 - 32 + 2(1.1 + 0.3 + 0.1) = \varnothing 36_{-0.4}^{+0.8} ,$$

$$\text{для } 62 - 62 + 2(1.1 + 0.6 + 0.1 + 1.3) = 66_{-0.5}^{+0.9} ,$$

$$\text{для } 8 - 8_{-0.4}^{+0.8} ,$$

Тоді коефіцієнт використання металу:

$$K_{\text{вм}} = \frac{m_{\text{дет}}}{m_{\text{заг}}} \rightarrow 1$$

$$K_{\text{вм}} = \frac{m_{\text{дет}}}{m_{\text{заг}}} = \frac{0.42}{0.89} = 0,47$$

Для аналізу і обґрунтування схем базування і закріплення заготовки я обрав 035 токарна з ЧПК.

Точиться циліндрична поверхня  $\varnothing 44h11$  на довжину 62, а також підрізається правий торець деталі дотримуючись допуску розташування до бази

Під час вибору основних поверхонь я обрав лівий торець а також внутрішня циліндричну поверхню, ці поверхні мають просту форму а також простір для затиску. Базування за торець втілює установчу базу яка позбавляє



деталь трьох ступенів вільності, одного переміщення і двох обертань. Базування за внутрішній циліндричний отвір позбавляє деталь 2 ступенів вільності а також реалізує подвійну опорну базу, завдяки цьому деталь позбавлена 5-ти ступенів вільності.

Схема базування представлена на рисунку 4.1.

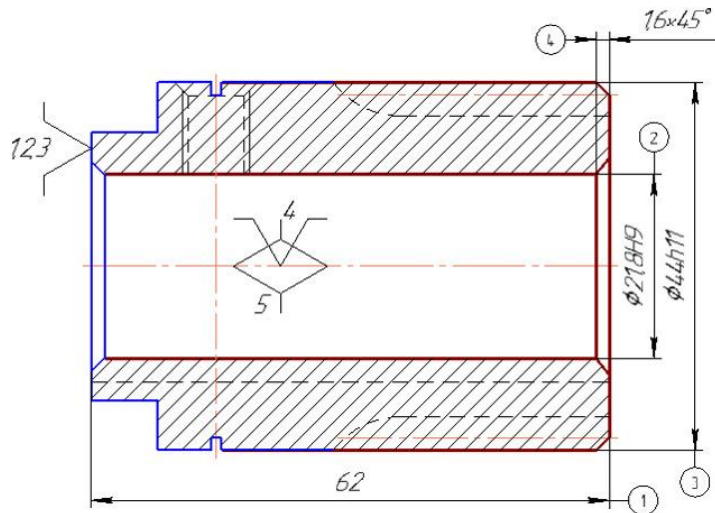


Рисунок 4.1 – Схема базування заготовки на операції 035

Зробимо аналіз зв'язків ступенів вільності і зведемо результати в таблицю 4.1, 4.2.

Таблиця 4.1 – Відповідностей

<i>Зв'язки</i>	<i>Ступені вільності</i>	<i>Найменування баз</i>
<i>1, 2, 3,</i>	<i>VI, III, IV</i>	<i>Установча база</i>
<i>4, 5</i>	<i>I, II</i>	<i>Подвійна опорна база</i>

Таблиця 4.2 – Матриця відповідностей

	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Z</i>	<i>Назва бази</i>
<i>l</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>УБ</i>
<i>α</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	
<i>l</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>ПОБ</i>
<i>α</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	

## 5 РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАДАНОЇ ДЕТАЛІ

Конструкцію деталі можна розділити на сукупність типових геометричних фігур, які об'єднані загальним службовим призначенням деталі. Типовими елементами конструкції є: циліндричні, або конічні, зовнішні й внутрішні поверхні, сукупність площин, фасонні поверхні - гвинтові, евольвентные та інші.

При виборі технологічних послідовностей обробки поверхонь необхідно приймати в увагу верстатне встаткування, що може забезпечити виконання такої послідовності обробки. Перевага необхідно віддавати таким послідовностям, які мають потребу в мінімальній кількості різних типів верстатів для її реалізації.

Відповідно до цього, практикою машинобудівне виробництво накопичене виробничий досвід технологічних послідовностей економічної обробки типових поверхонь для забезпечення заданої точності розмірів і параметрів шорсткості робочих поверхонь. Практично всі технологічні довідники приводять такі послідовності. Типові технологічні послідовності обробки поверхонь є типовими рекомендаціями, які необхідно додатково аналізувати й уточнювати при технологічному проектуванні.

Тому що деталь «Шестерня» віднесемо до класу «круглі стрижні», тому технологічний процес її обробки містить наступні операції:

- чорнова обробка половини зовнішньої поверхні обігу й торця;
- чорнова обробка другої половини зовнішньої поверхні обігу й торця,
- фрезерування невеликих поверхонь, свердління, зенкерування, розгортання;
- чистова обробка поверхні обігу шліфуванням;

Виходячи із заданих на кресленні вимог до якості (точності й шорсткості) оброблюваних поверхонь і типового технологічного процесу

підбираємо типові схеми їхньої обробки [3, т. 1, с. 8, 92]:

- поверхня Ø22Н7- чорнове й чистове точіння, шліфування;
- зубці евольвентні – чорнове та чистове фрезерування;
- отвір М8-7Н- центрування, свердління, зенкерування, різьбонарізання,

На підставі вищевикладеного розробляємо маршрутний технологічний процес виготовлення деталі «Шестерня».

#### 005. Заготівельна

На цій операції виконується отримання заготовки шляхом штампування оскільки базовий метод кування не є доцільним.

#### 010 Контроль ВТК

Перевірка розмірів отриманої заготовки

Інструмент: Штангенциркуль

ШЦ-I-150-0,05 ГОСТ 166-88

#### 015 Маркування

Маркування деталі

Інструмент: Клейма 7858-0122, 7858-01142 ДСТУ 25726-83

Молоток 7850-0116 ДСТУ 2310-77

#### 020 Токарна з ЧПК

Верстат: Токарний з ЧПК 16К20Ф3 (Чорнова й чистова обробка , з однієї сторони).

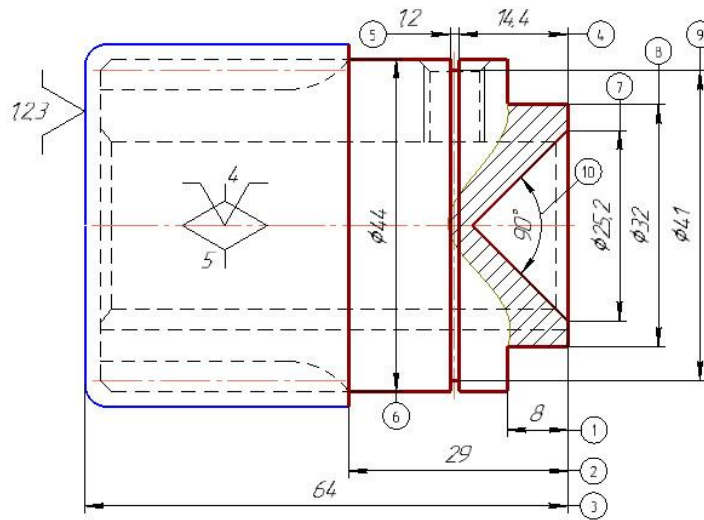
Установити, закріпити, зняти.

005.01. Підрізати торець начорно та начисто, витримав розмір 3,

005.02. Свердлити отвір, витримав розміри 7, 10,

005.03. Точити зовнішню циліндричну поверхню начорно та начисто, витримуючи розміри 1, 2, 3, 8,

005.04. Точити канавку, витримав розміри 4, 5, 9,



### 025 Контроль ВТК

Контролювати розміри отримані на попередній операції згідно ескізу

### 030. Токарна з ЧПК

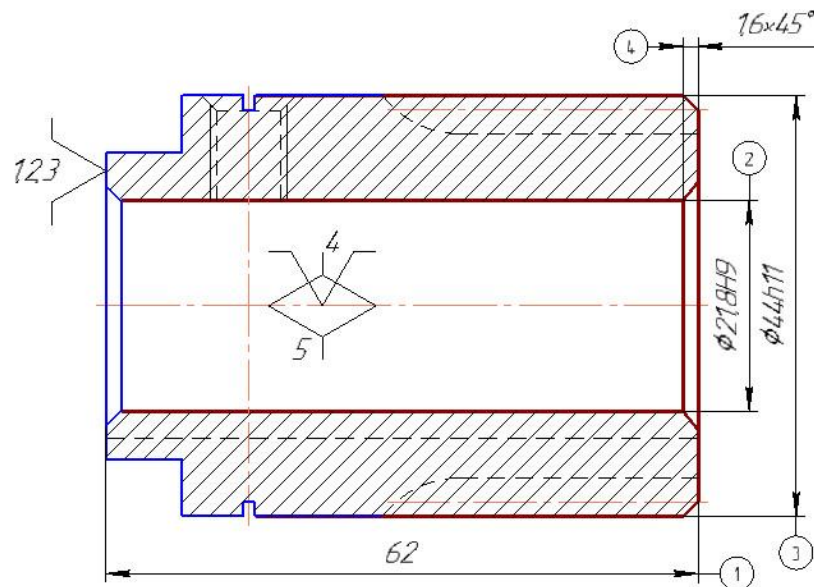
Верстат: Токарний з ЧПК 16K20Ф3 (Чорнова й чистова обробка , з другої сторони)

Установити, закріпити, зняти.

010.01. Підрізати торець начорно та начисто та фаску, витримав розміри 1, 4,

010.02 Точити зовнішню циліндричну поверхню начорно та начисто, витримуючи розмір 1,

010.03 Розточити отвір начорно та начисто, витримав розміри 1,2,



32

### 035 Контроль ВТК

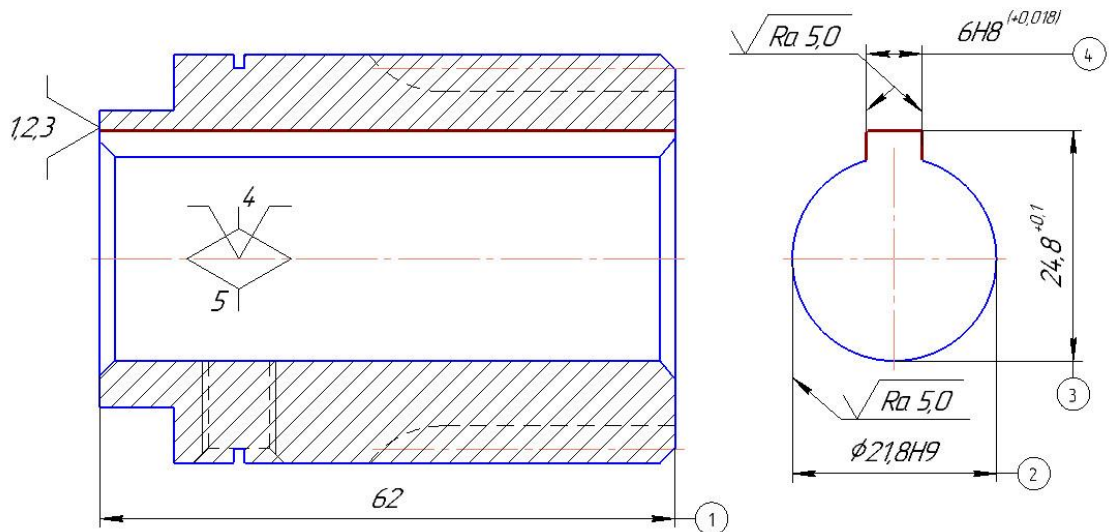
Контролювати розміри отримані на попередній операції згідно ескізу

### 040. Горизонтально-протягальна

Верстат: Горизонтально -протягальний 7Б55 (обробка шпонкового пазу)

Установити, закріпити, зняти.

015.01 Протягнути шпонковий паз, витримав розміри 1,2,3,4,



### 045 Контроль ВТК

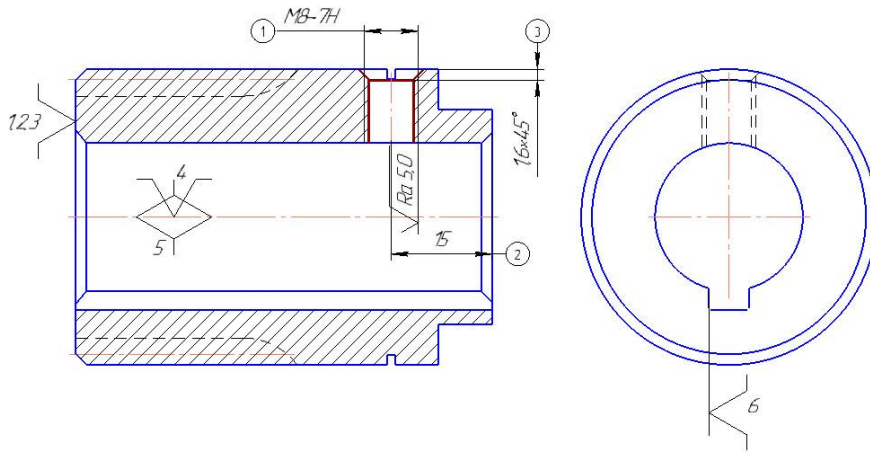
Контролювати розміри отримані на попередній операції згідно ескізу

### 050. Вертикально -свердлильна

Верстат: Вертикально -свердлильний 2Р118Ф2 (обробка отвору)

Установити, закріпити, зняти.

020.01.Центрувати, свердлити, зенкерувати та нарізати різь, витримуючи розміри 1,2,3.



### 055 Контроль ВТК

Контролювати розміри отримані на попередній операції згідно ескізу

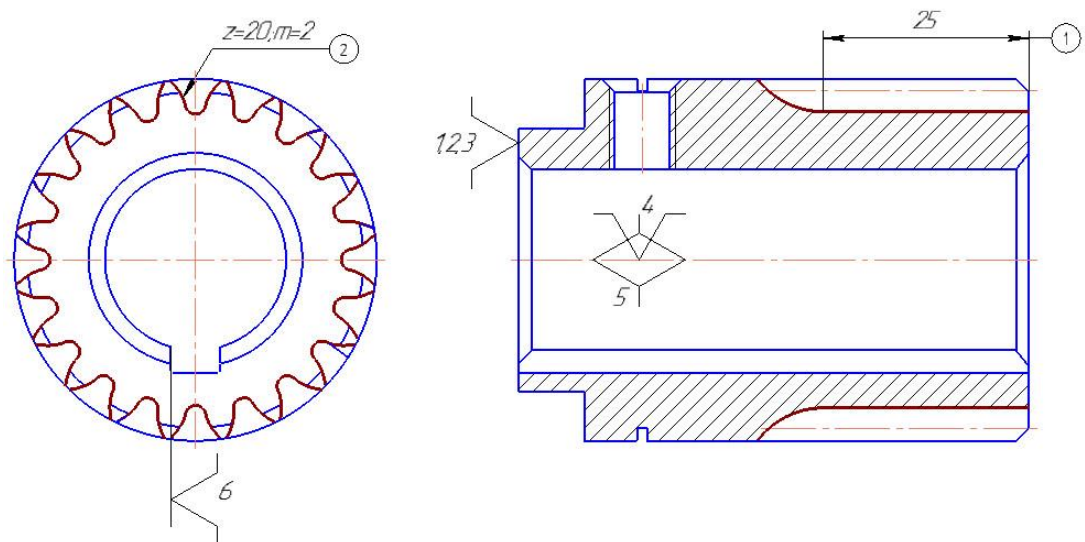
### 060. Зубо-фрезерна

Верстат: Зубофрезерний верстат 53А10

Установити, закріпити, зняти.

025.01. Фрезерувати зубці начорно, витримуючи розміри 1,2,

025.02. Фрезерувати зубці начисто, витримуючи розміри 1,2,



### 065 Контроль ВТК

Контролювати розміри отримані на попередній операції згідно ескізу

34

### 070 Термічна

Обладнання: піч шахтна, закалка - 840°C, отпуск -560-620° - повітря.  
179...217НВ.

### 075 Контроль ВТК

Контролювати розміри отримані на попередній операції згідно ескізу

### 080. Внутрішньо-шлифувальна

Верстат: Внутрішньо-шлифувальний 3К225А.

Установити, закріпити, зняти.

030.01. Шліфувати циліндричну поверхню, витримуючи розміри 1,2.

#### 5.2 Визначення режимів різання

Розрахунок режимів різання для операції 050. Вертикально -свердлильна

Вихідні дані: оброблюваний матеріал -сталь 45,

-Інструмент: свердло спіральне Ø6.7 ДСТУ 10902-77, Р6М5;

- Обладнання: вертикально-свердлильний верстат 2Р118РФ2;

-Глибина свердління:  $t = D / 2 = 3.35$  мм.

-Подача:  $S = 0,3$  мм / об [1, том 2, стор.277]

-Швидкість різання:  $V = C_v \cdot D^q \cdot K_v / T^m \cdot S^y$ ,

де,  $C_v=9.8$  ;  $q= 0,4$  ;  $y= 0,5$  ;  $m=0,2$

$K_v=K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv}$ ,

де,  $K_{mv}=1$  [1, том 2, табл.4]- коефіцієнт, що враховує вплив фізико-механічних властивостей на швидкість різання (сталь 45);

$K_{uv}=1$ - для Р6М5;

$K_{lv}=1$ - для отношения  $l/D=1$

$T=60$  хв, [1, том 2, табл.30]- період стійкості свердла;

$$V=9.8 \cdot 6.7^{0.4} \cdot 1 / 60^{0.2} \cdot 0.3^{0.5} = 16.9 \text{ м/хв,}$$

-Частота вращения шпинделя:

$n=1000 \cdot V / \pi \cdot D = 1\ 000 \cdot 16.9 / 3.14 \cdot 6.7 = 803$  об/хв, приймаємо за паспортом

верстата  $n_\phi=800$  об/хв.

-Хвилинна подача:  $S_m=S \cdot n=0.3 \cdot 800=240$  мм/хв.

-Осьова сила різання  $P_o$  та крутний момент:

$$P_o = 10 C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad M_{кр.} = 10 C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p.$$

де,  $K_p = K_{кр} = 1$

39

$$C_p = 68 \quad q = 1,0 \quad y = 0,7$$

$$C_M = 0,0345 \quad q = 2,0 \quad y = 0,8$$

$$P_o = 10 C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 6.7^1 \cdot 0.3^{0.7} \cdot 1 = 1961 \text{Н},$$

$$M_{кр.} = 10 C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0.0345 \cdot 6.7^2 \cdot 0.3^{0.7} \cdot 1 = 6.66 \text{Нм}.$$



## 6 РОЗРОБЛЕННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ

В проєкті необхідно розробити пристрій для операції 050. Вертикально - свердлильна

В даний час заготовка обробляється на універсальному обладнанні з ручним зажимом прихватами. Застосування спеціального пристрою з механізованим приводом дозволить знизити трудомісткість, підвищити якість параметрів операції.

Застосування кондуктора має певний ряд переваг:

- збільшення продуктивності роботи;
- зменшення допоміжного часу;
- зменшення трудомісткості роботи;
- швидкість дії та простота в управлінні;
- забезпечення необхідних зусиль затиску;
- зменшення розряду працівника;
- збільшення стабільності параметрів по точності виконання операції

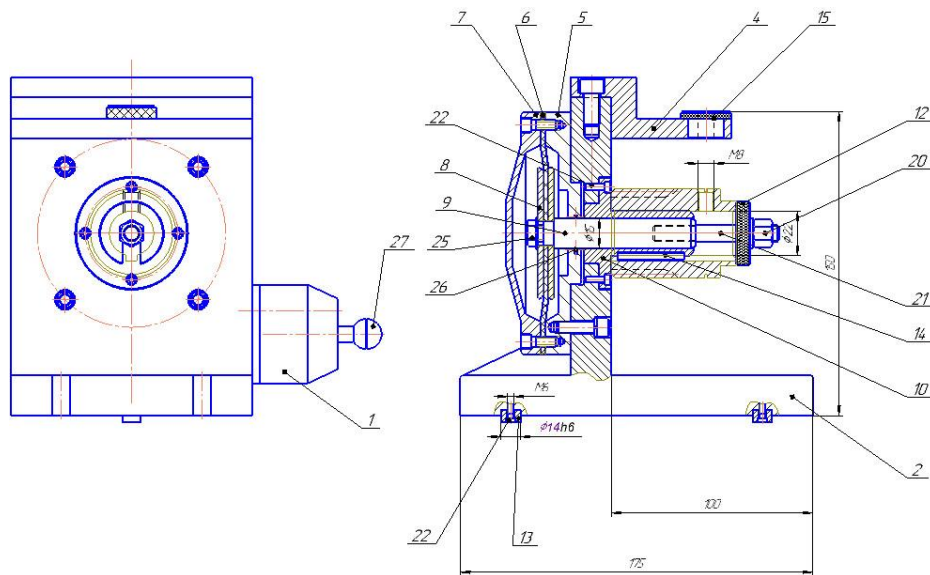


Рисунок 6.1 – Кондуктор для операції 050. Вертикально -свердлильна

Кондуктор складається зі зварного корпусу 2, з правої сторони якого закріплена пневмокамера, що складається з корпусу 5, мембрани 6 та кришки 7. З лівої зовнішній поверхні корпусу встановлюється втулка 10, в яку входить шток 9, якій закріплен за допомогою гайки 25 та двох шайб 8 на мембрані 6. В шток з

правой стороны загвинчено шпильку 21 з швидкоз'ємною шайбою 12 та гайкою 20. Також на корпусі розміщується пневморозподільник 1, для керування подачею стисненого повітря в обидві порожнини пневмокамери.

Порядок роботи: при подачі повітря в ліву порожнину пневмокамери, шток рухається вправо та звільняє місце на втулку 10, при цьому шайба 12 знята.

Заготівлю встановлюють на втулку 10 пазом на шпонку 14, на шпильку встановлюють шайбу 12. Рукояткою 27 пневморозподільника 1 подають повітря в праву порожнину пневмокамери. Шток рухається вліво, затискає заготівлю. Після чого відбувається обробка заготівлі.

Розрахунок необхідної сили з боку приводу.

$$\text{Умова рівноваги заготівлі: } P = \frac{2KM}{fD}, \text{ Н}$$

де, М – крутний момент з боку сверла, що прагне повернути заготівлю на осі (потребує розрахунку).

$K=2.5$  – гарантований мінімальний коефіцієнт запасу згідно (1) стр.85,

$D=32$  мм- зовнішній діаметр затискної шайби,

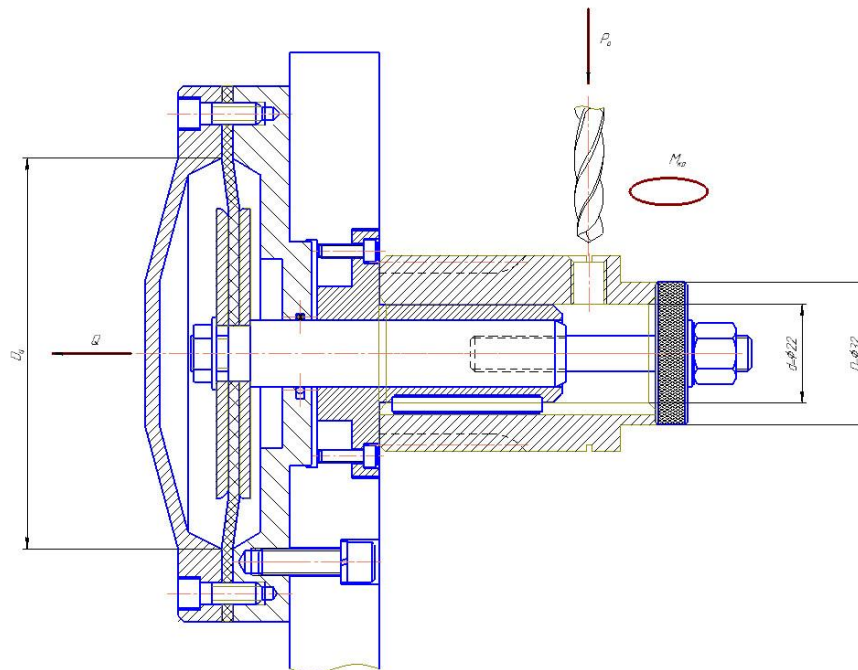


Рисунок 6.2 – Схема до розрахунку кондуктора.

Визначення необхідної сили затиску.

Момент що прагне повернути заготовлю на осі різання:

$$M = \left( \frac{M_{кр}}{d_{св}} \cdot d_H \right) = \frac{6.66 \cdot 0.022}{0.0067} = 21.9 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$\text{Необхідна сила затиску: } H \cdot Q = \frac{2 \cdot 2.5 \cdot 21.9}{0.2 \cdot 0.032} = 17109 \text{ Н}.$$

Необхідний мінімальний діаметр гідроциліндра: мм.

$$D = \sqrt{\frac{Q}{p} + d^2} = \sqrt{\frac{17109}{0.6} + 40^2} = 173 \text{ мм}.$$

де  $p=0.6$  МПа - тиск повітря.

Приймається стандартний діаметр пневмоциліндра  $D=200$  мм

Специфікація на верстатний пристрій наведена в додатку В.

## ВИСНОВОК

У ході виконання дипломного проекту було виконано наступний обсяг робіт.

При аналізі службового призначення були відображені основні технічні характеристики і призначення верстата. Що стосується самої деталі, також був проведений аналіз усіх її поверхонь, а також функцій, виконуваних ними.

При аналізі технічних вимог описані властивості сталі 45, а також були проаналізовані вимоги, запропоновані при виготовленні деталі конструктором, їх відповідність загальноприйнятим стандартам.

Був визначений тип виробництва - дрібносерійний.

В якості заготовки була прийнята заготовка виготовлена штампуванням на КГШП.

Під час виконання роботи було проаналізовано заводський технологічний процес виготовлення деталі та внесено зміни спрямовані на його вдосконалення, а саме змінена послідовність операцій, замінено універсальне устаткування на обладнання з ЧПК. Розраховані похибки базування на аналізовані операції.

□ У розділі «Охорона праці» були розглянуті питання пов'язані наданням першої допомоги людині при ураженні електричним струмом

Також виконано креслення заготовки, маршрутного технологічного процесу, верстатного пристрою на токарну з ЧПК операцію та розроблена карта операційного налагодження на вертикально-свердлильну операцію.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Бойко, Ю. І. Технологія машинобудування. Курсове проектування: навч. посіб. / Ю. І. Бойко, О. А. Литвиненко. – Київ: НУХТ, 2018. – 195 с.
2. Добрянський, С. С. Технологічні основи машинобудування. [Електронний ресурс]: підручник для студ. спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування» / С. С. Добрянський, Ю. М. Малафеев; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 379 с.
3. Мазур, М. П. Основи теорії різання матеріалів : підручник / М. П. Мазур, Ю. М. Внуков, В. Л. Доброскок, В. О. Залога та ін.; під заг. ред. М. П. Мазура. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Львів : Новий Світ-2000, 2011. – 422 с.
4. Петров, О. В. Технологічна оснастка : навчальний посібник / О. В. Петров, С. І. Сухоруков. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 123 с.
5. Технології виготовлення деталей складної форми. Частина 1 [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньо-професійної програми «Технології машинобудування» та освітньо-наукової програми «Технології машинобудування» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; Ю. В. Петраков, С. В. Сохань, В. К. Фролов, В. М. Кореньков. – Електронні текстові дані. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 288 с.
6. Технології виготовлення деталей складної форми. Частина 2 [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньо-професійної програми «Технології машинобудування» та освітньо-наукової програми «Технології машинобудування» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; Ю.В.Петраков, С.В. Сохань, В.К. Фролов, В.М. Кореньков. – Електронні текстові дані. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 102с.
7. Паливода Ю. Є. Технологія оброблення корпусних деталей : навчальний посібник / Ю. Є. Паливода, І. Г. Ткаченко, Ю. Б. Капаціла, Ів. Б. Гевко. – Тернопіль : ТНТУ , 2016. – 156 с.

8. Паливода Ю.Є. Технологія оброблення важелів та вилок : навчальний посібник / Ю. Є. Паливода, Ю. Б. Капаціла, І. Г. Ткаченко. – Тернопіль : ТНТУ , 2013. – 56 с.

9. Паливода Ю.Є. Технологія оброблення валів : навчальний посібник / Ю. Є. Паливода, І. Г. Ткаченко, Ю. Б. Капаціла. – Тернопіль : ТНТУ , 2016. – 198 с.

10. Паливода Ю. Є. Заготовки у машинобудівному виробництві : навчально-методичний посібник / Паливода Ю.Є., Дячун А.Є. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2023. – 148 с.

11. Паливода Ю.Є. Технологія оброблення зубчастих коліс : навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» галузі знань 13 «Механічна інженерія» / укладачі : Ю. Є. Паливода, Ю. Б. Капаціла, І. Г. Ткаченко. – Тернопіль : ТНТУ, 2016. – 136 с.

12. Паливода, Ю. Є. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки : навчально-методичний посібник / Ю. Є. Паливода, А. Є. Дячун, Р. Я. Лещук. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 240 с.

13. Приходько, В. П. Розмірне моделювання та аналіз технологічних процесів [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» / В. П. Приходько ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 249 с.

14. Основи охорони праці: Підручник. 2-ге видання, доповнене та перероблене. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов, Р. В. Сабарно, О. І. Полукаров, В. С. Коз'яков, Л. О. Мітюк. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. — К.: Основа, 2006 — 448 с.

# ДОДАТОК А

## КРЕСЛЕННЯ ДЕТАЛІ

1M63.06.310

√ Ra 10,0 (√)

Модуль	m	2
Число зубів	z	20
Початковий квітюр	-	ДСТУ 13755-81
Коефіцієнт зміщення	x	0
Ступінь точності за ДСТУ 1643-81	-	7-С
Довжина загальної маршалі	l <sub>в</sub>	15,32 ± 0,08
Довжина загальної маршалі	F <sub>вн</sub>	0,022
Допуск на калібровані довжини загальної маршалі	F <sub>с</sub>	0,05
	f <sub>с</sub>	0,02
Допуск на загальну довжину мікроскопічного відстані	F <sub>р</sub>	0,036
	f <sub>р</sub>	0,011
Допуск на роздільне біття шестерні	F <sub>т</sub>	±0,01%
	f <sub>т</sub>	4,0
Допуск на натяжки зуба	F <sub>б</sub>	0,011
	F <sub>т</sub>	0,01
Позначення креслення сполученого зубчастого колеса		

Змін. Лист	№ докум.	Лист	Дата
Розроб.	Прийманий Н.А.		
Перев.	Відсторонений А.В.		
Технік			
Н.контр.			
Утв.			

1M63.06.310		Лист	Маса	Масштаб
<b>Шестерня</b>			0,42	2:1
Сталь 45 ДСТУ 1050-74		Лист	Листів	1

ІНД. № подл.	Підп. ма дата	Вказ. ІНД. №	ІНД. № в/дп.	ІНД. № в/дп.	ІНД. № в/дп.

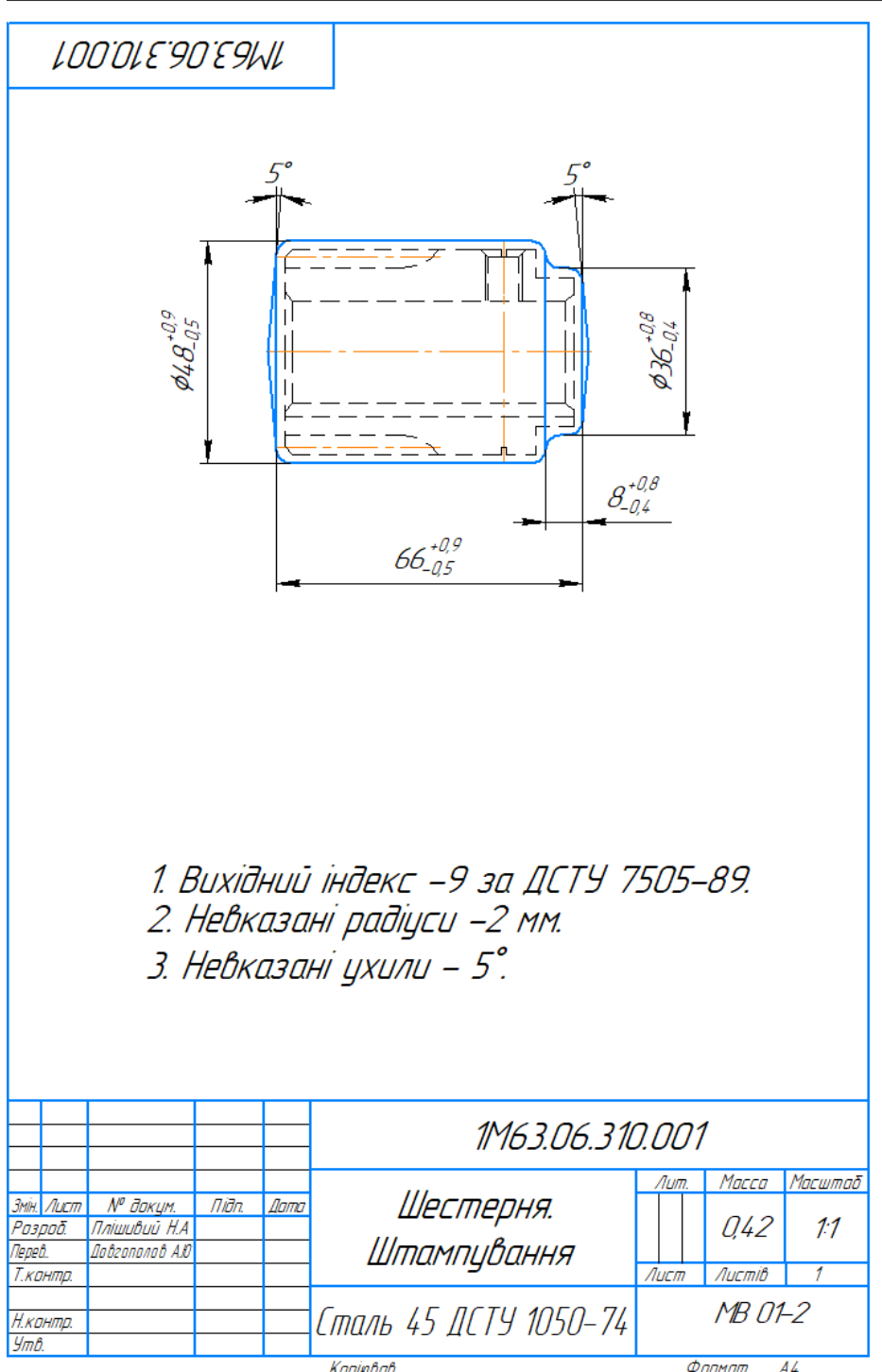
1 179.207 НВ

2 Н14, h14, ±2/100

Формат А3

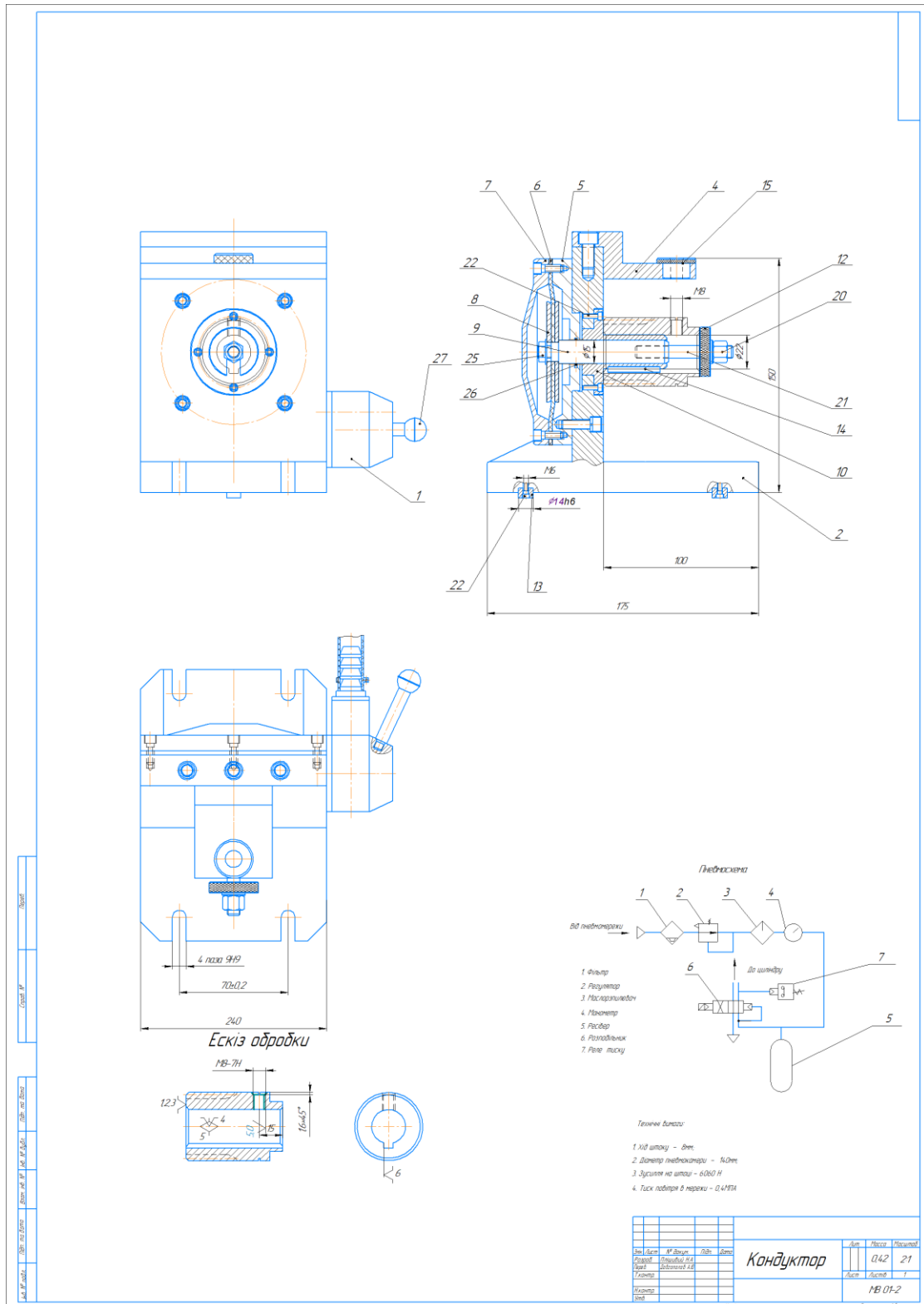
## ДОДАТОК Б

### Креслення вихідної заговки





# ДОДАТОК В КРЕСЛЕННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ



## ДОДАТОК Г

### ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Надання першої допомоги людині при ураженні електричним струмом

Дії з надання першої допомоги залежать від стану потерпілого після звільнення його від електричного струму. Щоб оцінити стан, потрібно виконати наступні кроки:

- Покласти потерпілого спиною на тверду поверхню.
- Перевірити наявність дихання.
- Перевірити наявність пульсу на сонній артерії.
- Перевірити стан зіниць: широкі зіниці можуть свідчити про погіршення кровопостачання.

У всіх випадках ураження електричним струмом необхідно викликати лікаря, незалежно від стану потерпілого. Якщо потерпілий при свідомості, його слід покласти у зручне положення і забезпечити спокій до прибуття лікаря, постійно контролюючи дихання та пульс. Не дозволяйте потерпілому рухатися або продовжувати роботу. Якщо викликати лікаря швидко неможливо, потерпілого треба негайно доставити до медичного пункту.

Якщо потерпілий непритомний, потрібно:

- Покласти його, розстебнути одяг.
- Забезпечити доступ свіжого повітря.
- Дати понюхати нашатирний спирт або окропити водою.
- Забезпечити спокій.

Одночасно слід викликати лікаря. Якщо дихання у потерпілого слабке, рідке або судомне, необхідно розпочати штучне дихання і непрямий масаж серця. У разі відсутності ознак життя не можна вважати потерпілого мертвим. Якщо не буде надано негайної допомоги у вигляді штучного дихання і масажу серця, може настати смерть. Оживлення потерпілого, ураженого електричним струмом, можливе кількома способами, всі вони базуються на штучному диханні. Починати

штучне дихання потрібно негайно після звільнення від електричного струму і продовжувати безперервно до досягнення позитивного результату або до прибуття лікаря. Переносити потерпілого можна лише в разі загрози для нього чи особи, яка надає допомогу. Потерпілого від ураження електричним струмом можна вважати померлим тільки за наявності очевидних серйозних зовнішніх ушкоджень, таких як роздроблення черепа від падіння або опіки всього тіла. В інших випадках смерть може констатувати лише лікар у медичному закладі.