

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерії транспорту та архітектури
Кафедра технології машинобудування

ДИПЛОМНА РОБОТА

Удосконалення технологічного процесу виготовлення деталі Вал 684.354.84 з
Назва теми
використанням верстатів з ЧПК.

Рівень вищої освіти магістр

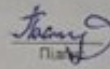
Галузь знань 13 механічна інженерія
Шифр і назва галузі знань

Спеціальність 131 прикладна механіка
Шифр і назва спеціальності
Назва

Освітня програма «технології машинобудування»
Назва

Шифр ДРМ.ФІТА.ПМ.23.02.ПЗ

Виконав студент 2 курсу група ПМТм-22-1
Шифр



Дмитро ПАСТУХ
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник канд. техн. наук, доцент
Науковий ступінь, звання



Віталій ТКАЧУК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтролер канд. техн. наук, доцент

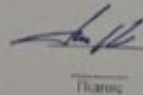


Сергій БИСЬ
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:

Завідувач кафедри технології машинобудування
Назва

Дата «16» серпня 2023



Віталій ТКАЧУК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Завідувачу кафедри

В. Попович М. Шинкарук

Ткачук В. П.

здобувача вищої освіти (студента
ПІБ, факультет, «курс», «група»)

Латюха Я. П. Р. С. А.

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення про систему забезпечення академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті, згідно з яким виявлення академічного плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту і застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений (а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на академічний плагіат оповіщений (а) та надаю свою згоду на обробку й збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та/або Anti-Plagiarism) і використання роботи для виявлення академічного плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота надається для перевірки в електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

25.12.2023р

дата

Латюха Я. П.

підпис

РІШЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМІСІЇ КАФЕДРИ _____

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджую ознайомлення з результатами звіту/звітів подібності щодо роботи, продукованими програмно-технічним засобом (ами) перевірки текстів на плагіат:

Назва кваліфікаційної роботи Удосконалення методу швидкого друківки високої швидкості

Автор Лосюк Андрійо Павлович з фізич. вказ. № 859. 859 з фізич. вказ. № 859

Освітня програма Технічної машинобудування

Спеціальність: Проєктування машин

Науковий керівник: Козук В. П.

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом (далі – зазначаються підстави віднесення запозичень до правомірних, якщо потрібно). Робота приймається до захисту.	
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданій поставленою метою роботи (далі – зазначаються деталі та аргументовані підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована.	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданій поставленою метою роботи. Робота може бути допущена до захисту після того як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить намісні текстові спотворення, передбачувані спроби укріття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	
5	Інше:	

Підтвердження:

.....

Дата

Завідувач кафедри

[Підпис]
Підпис

Віталій СКІЧУК
Ім'я, прізвище

Гарант освітньої програми

[Підпис]
Підпис

Віталій СКІЧУК
Ім'я, прізвище

Керівник кваліфікаційної роботи

[Підпис]
Підпис

Віталій СКІЧУК
Ім'я, прізвище

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ГОЛОВІ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ КОМІСІЇ

Направляється студент Пастух Дмитро Петрович на захист дипломного проєкту (роботи)

(прізвище, ім'я, по батькові)

за спеціальністю 131 - Прикладна механіка

На тему: Удосконалення технологічного процесу виготовлення деталі Вал 684.354.84 з використанням верстатів з ЧПК

Дипломний проєкт (робота), рецензія і довідка про перевірку на плагіат додаються.

Декан факультету

ВІКТОР ОЛЕКСАНДРЕНКО

(ім'я, прізвище)

ДОВІДКА УСПІШНОСТІ

Пастух Д. П. за період навчання на факультеті інженерії, транспорту та архітектури з 2022 по 2022 роки повністю виконав навчальний план спеціальності з таким розподілом оцінок за національною шкалою: відмінно 16,67 %, добре 66,67 %, задовільно 16,67 %, шкалою ЄКТС: А 18,18 %, В 0,00 %, С 45,45 %, D 9,09 %, E 27,27 %.

Методист факультету

(прізвище)

(ім'я, прізвище)

ВИСНОВОК КЕРІВНИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ (РОБОТИ) ТА ОБГРУНТУВАННЯ ОЦІНКИ

Студент Пастух Дмитро Петрович приступив до виконання магістерської роботи згідно та систематично працював над її виконанням. При виконанні користався збадань проєкту себе дослідженням кваліфікаційними фахівцями здатими розвизувати інженерні задачі. Вирішення роботи виконана відповідно до збаданья та

Оцінка дипломного проєкту (роботи) задовільно оцінки "відмінно"

Керівник дипломного проєкту

(прізвище)

Віталій Ткачук

(ім'я, прізвище)

" 26 " 12 2023 р.

ВИСНОВОК КАФЕДРИ ПРО ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ)

Дипломний проєкт (роботу) розглянуто. Студент Пастух Д. П. допускається до захисту цього проєкту (роботи) в екзаменаційній комісії.

Завідувач кафедри

технології машинобудування

(ім'я)

Віталій Ткачук

" 26 " 12 2023 р.

(прізвище, ім'я, прізвище)

РЕЦЕНЗІЯ

на дипломну роботу студента Пастуха Д.П.
Тема роботи: Удосконалення технологічного процесу виготовлення деталі Вал 684.354.84 з використанням верстатів з ЧПК фірми HAAS і використанням САМ-паketу Esprit

Тема дипломної роботи, та його зміст відповідають обраній спеціальності. Дипломна робота має необхідні розділи згідно завдання.

У дипломній роботі студент проаналізував конструкцію обраної деталі, її технологічність та визначив тип виробництва.

Вибрав (економічно обгрунтувавши) метод виготовлення заготовки, в подальшому був розроблений маршрутний і технологічний процес механічного оброблення вала з використанням сучасного м/р устаткування з ЧПК. Згідно виданого завдання розраховані припуски на обробку, визначені режими різання, норми штучного часу. Всі прийняті рішення технологічного розділу підкріплені відповідними розрахунками і виконані на високому рівні. За допомогою САМ-паketу Esprit створено програму оброблення на токарному верстаті з ЧПК фірми HAAS VF-3.

В конструкторській частині розроблено конструкції пристроїв для оброблення отворів, контрольний пристрій.

Графічна частина виконана у відповідності з вимогами ЕСКД та ДСТУ, розділи розрахунково-пояснювальної записки оформлені з виконанням основних вимог ЕСТД та ДСТУ на досить високому рівні.

Все це свідчить про досить високий рівень дипломника як сформованого молодого спеціаліста.

Вагомих недоліків в дипломній роботі не виявлено.

Дипломна робота, виконана згідно завдання, в повному обсязі на достатньому технічному рівні заслуговує оцінки «відмінно».

Рецензент:



к.т.н. доцент кафедри ГНА В. Курчій

« 27 » « 12 » 2023 р.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії транспорту та архітектури
Кафедра технології машинобудування
Рівень вищої освіти Другий (магістерський)
Галузь знань 13 Механічна інженерія
Шифр і назва
Спеціальність 131 Прикладна механіка
Шифр і назва
Освітня програма «Технології машинобудування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТМ Віталій ТКАЧУК

_____._____.2023

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Пастуху Дмитру Петровичу

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1 Тема дипломної роботи Удосконалення технологічного процесу виготовлення деталі Вал 684.354.84 з використанням верстатів з ЧПК

керівник роботи Ткачук Віталій Павлович, к.т.н. доцент

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, учене звання

Затверджено наказом ректора університету від 15 серпня 2023 р. № 30

2 Строк подання студентом роботи на кафедру 10 грудня 2023

3 Вихідні дані до проєкту (роботи) креслення деталі Вал 684.354.84 та технічні вимоги до її виготовлення, обсяг випуску 1 тис.

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

Вступ

1. Загальний розділ
2. Технологічний розділ
3. Конструкторський розділ
4. Дослідницький розділ
5. Охорона праці

5 Перелік графічного матеріалу: Креслення деталі (1 лист А2); Пристрій контрольний (1 лист А3); Креслення заготовки (1 лист А3); Дослідницький лист (1 лист А3) Пристрій (1 лист А1) Графотехнологія (1 лист А1)

6 Консультанти розділів дипломного проєкту (роботи)

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

7 Дата видачі завдання 28.09.2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів (розділів) дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1 Загальний розділ	10.10.2023	
2 Технологічний розділ	01.11.2023	
3 Конструкторський розділ	20.11.2023	
4 Дослідницький розділ	12.12.2023	
5 Охорона праці	18.12.2023	

Студент

_____ Підпис Дмитро Пастух
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник проєкту (роботи)

_____ Підпис Віталій ТКАЧУК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Анотація

Тема проекту: «Удосконалення технологічного процесу виготовлення деталі Вал 684.354.84 з використанням верстатів з ЧПК».

Автор: Пастух Д.П.

Керівник проекту: Ткачук. В.П.

Об'єм пояснювальної записки.....стор. Графічна частина.....листів А1.

В загальному розділі виконано аналіз технологічності деталі, вибрано тип виробництва.

В технологічному розділі виконано розрахунки собівартості заготовки, визначено припуски, режими різання, норми часу.

В конструкторському розділі виконано розрахунки пристроїв для обробки та фрезерування паза, контрольно-вимірювального пристрою.

У дослідницькому розділі приведено дані та аналіз конструкції деталі Вал 684.354.84 у середовищі SolidWorks в модулі Simulation.

В розділі охорони праці приведено дані техніки безпеки при налагоджуванні, експлуатації верстатів з ЧПК

В додатках приведено технологічний процес виготовлення деталі «Вал», специфікації, керуюча програма на верстат з ЧПК.

Автор проекту: Пастух Д.П.

/Підпис/

Дата

Annotation

The topic of the project: "Improving the technological process of manufacturing part Val 684.354.84 using CNC machines."

Author: Pastukh D.P.

Project manager: Tkachuk. V.P.

The volume of the explanatory note.....p. The graphic part.....sheets A1.

In the general section, an analysis of the manufacturability of the part was performed, and the type of production was selected.

In the technological section, calculations of the cost of the workpiece were made, allowances, cutting modes, and time standards were determined.

In the design department, the calculations of the devices for processing and milling the groove, the control and measuring device were performed.

The research section provides data and design analysis details Shaft 684.354.84 in the SolidWorks environment in the Simulation module.

In the section on labor protection, data on safety techniques for setting up and operating machines with CNC are given

The appendices contain the manufacturing process of the "Shaft" part, specifications, and the control program for the CNC machine tool.

Author of the project: Pastukh D.P.

/Signature/

Date

ЗМІСТ

	Аркуш
Вступ	8
1. Розділ загальний	10
1.1 Стан питання та визначення задач дипломного проектування	10
1.2 Характеристика об'єкта виробництва	11
1.3 Визначення типу та організаційної форми виробництва.	17
2 Технологічний розділ	19
2.1 Розробка маршрутного технологічного процесу обробки деталі „Вал”	19
2.1.1 Вибір методу отримання заготовки та загальних припусків на обробку	20
2.1.2 Розроблення маршрутного технологічного процесу оброблення деталі „Вал ”	23
2.2 Розробка операції, яка виконується на верстаті з ЧПК мод.	25
2.2.1 Визначення установів та технологічних переходів	25
2.2.2 Вибір режимів різання, осьового технологічного часу	27
2.3 Розроблення алгоритму керуючої програми та кодування УП	29
2.3.1 Укладання алгоритму УП та вибір спеціальних команд	29
3 Конструкторський розділ	35
3.1 Проектування верстатного пристрою для закріплення заготовки при вертикально – фрезерній обробці	35
3.2 Проектування верстатного пристрою на верстат з ЧПК VF1	41
3.3 Проектування контрольно-вимірювального пристрою	44

4 Дослідницький розділ	47
4.1 Аналіз конструкції деталі Вал 684.354.84 у середовищі SolidWorks в модулі Simulation.	47
4.2 Навантаження та кріплення – деталізація та результати дослідження	53
4.3 Покриття для детонаційні для відновлення зношених деталей	59
5 Розділ техніка безпеки	68
5.1 Техніка безпеки при налагоджуванні, експлуатації верстатів з ЧПК	68
5.2 Організація охорони праці на підприємстві	70
5.3 Заходи по зменшенню небезпек і шкідливостей в розробленому технологічному процесі обробки.	72
Висновок	80
Перелік посилань	81
Додатки	83

ВСТУП

Верстатобудування - це основа всього машинобудівного комплексу. Для домінуючого автоматизованого виробництва найбільш ефективним є використання верстатів з числовим програмним управлінням (ЧПК).

Верстати з ЧПУ розвиваються в двох напрямках:

- 1) Верстати з оперативним управлінням, пристосовані для роботи в дрібносерійному виробництві;
- 2) гнучкі виробничі модулі, призначені для вмонтування в гнучкі виробничі системи автоматизованих виробництв.

При роботі на верстатах з оперативним управлінням оператор бере на себе, функції наладчика; експлуатація ГВМ пов'язана з обмеженим використанням операторів, але вимагає високих професійних знань та вмінь від обслуговуючого персоналу.

Розглядають наступні види експлуатації:

- 1) технічна - охоплює транспортування, зберігання, технічне обслуговування та ремонт;
- 2) нормальна - експлуатація устаткування у відповідності з діючою експлуатаційною документацією;
- 3) підконтрольна - експлуатація, що проводиться з метою отримання додаткової інформації про роботу устаткування,
- 4) реальна - експлуатація у фактичних умовах (які не відповідають нормальній експлуатації).

Основною задачею організації раціональної експлуатації обладнання з програмним керуванням є мінімізація сукупності тривалості виробничого циклу на основі максимуму завантаження обладнання, отриманні його найбільшої продуктивності при умові забезпечення довговічності та точності обладнання.

Актуальність теми дослідження

Впровадження багатоцільових верстатів з ЧПК та використання нових інструментальних матеріалів. Ці заходи спрямовані на значне скорочення часу обробки деталі, що призводить до економії витрат та зниження собівартості. Крім того, використання сучасних технологій сприяє підвищенню точності оброблення та конкурентоспроможності виробу на ринку даної продукції. Тому вдосконалення технологічного процесу виготовлення деталі Вал 684.354.84 та розроблення конструкцій верстатних пристроїв є актуальною технологічною задачею.

Мета роботи. Метою магістерської дипломної роботи є зниження технологічної собівартості завдяки удосконаленню технологічного процесу механічної обробки заготовки із застосуванням сучасних технологій і нових методів обробки заготовок на верстатах з ЧПК.

Предмет дослідження – технологічний процес виготовлення деталі Вал 684.354.84

Об'єкт дослідження – обґрунтування технологічних параметрів процесу механічної обробки деталі Вал 684.354.84 і конструктивних параметрів верстатних та контрольних пристроїв.

Практичне значення одержаних результатів полягає в удосконаленні технологічного процесу механічної обробки заготовки деталі Вал 684.354.84 при цьому запропоновані такі нові рішення:

- розроблено удосконалений технологічний процес механічної обробки із застосуванням верстатів з ЧПК;

Актуальність теми дослідження

Вдосконалення технологічного процесу виготовлення вала передбачає використання універсальних верстатів з ЧПК та інноваційних інструментальних матеріалів. Це дозволить значно зменшити час обробки деталі, що, в свою чергу, призведе до скорочення собівартості виробу. Такий підхід також сприятиме підвищенню точності обробки та зростанню конкурентоспроможності виробу на ринку даної продукції.

1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Стан питання та визначення задач дипломного проектування

В дипломній роботі потрібно поліпшити технологічний процес оброблення деталі «Вал 684.354.84» із застосуванням металорізальних верстатів з ЧПК фірми Naas, Враховуючи сучасні досягнення, передові технології та нові методи обробки аналогічних заготовок, які забезпечують необхідну якість та зменшують вартість продукції, було визначено цільові завдання. Для досягнення цих мет, проведено аналіз технологій виготовлення деталей, включаючи тип "Вал". Виконаний варіантний вибір способу виготовлення заготовки, розроблено різні маршрути механічної обробки деталі "Вал 684.354.84" з використанням верстатів з ЧПК. Обрано оптимальний варіант за мінімізацією витрат.

Додатково, виконано розмірно-точнісне моделювання покращеного технологічного процесу механічної обробки, визначено режими різання та норми часу. Проведено аналіз впливу факторів процесу різання на шорсткість обробленої діаметральної поверхні за допомогою математичного планування експерименту. Здійснено розрахунки кількості обладнання та працівників, а також вдосконалено дільницю механічної обробки.

- Робоче креслення деталі «Вал 684.354.84»
- Технічні умови деталі.
- Програма випуску деталей на рік – 1000 шт.;
- Фонд та час праці основного обладнання на рік - 4015 год.;
- Фонд часу праці робітників - 1860 год.

Деталь „Вал ” призначена для передачі крутильного моменту в коробці швидкостей верстата

Вал має дві опорні шийки $\varnothing 60k6$, які слугують для встановлення підшипників кочення.

Поверхня $\varnothing 55k6$ призначена для встановлення шківів пасової передачі.

Поверхні ф60h, ф65k6 призначені для встановлення зубчастих колес.

Шпонкові пази 6 призначені для встановлення шпонок.

Канавки $b = 3,2$ мм, $b = 5$ мм, – Технічні аспекти цих пристроїв спроектовані для виведення ріжучого інструменту.

Матеріал, з якого виготовлена деталь – конструкційна низьколегована сталь 40Х ГОСТ 4543-88.

Основні фізико – механічні властивості: густина $\rho = 7,8 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$,

$\sigma_{\text{вр.}} = 1000$ МПа, 217НВ.

Оскільки деталь має достатню жорсткість, додаткових опор для обробки не потрібно.

1.2 Характеристика об'єкта виробництва

Вали механічних передач працюють при високих навантаженнях та частотах обертання, що вимагає підвищених вимог до їх конструкцій. Існують гладкі і ступінчасті, суцільні і порожнисті вали, причому ступінчасті вали є найбільш поширеними.

Вали вважаються жорсткими, якщо їх відношення довжини до діаметру не перевищує 10, і нежорсткими, якщо це відношення більше.

Жорсткі - $l / d \leq 10$

Нежорсткі - $l / d > 10$

Необхідно проводити обробку (точіння, шліфування і т. д.) нежорстких валів з використанням лунетів. Найбільш трудомісткими у виготовленні є ступінчасті вали, які мають шийки для підшипників, зубчасті колеса, шпонкові канавки, шліцьові та різьбові поверхні. З погляду економічності виготовлення, вважається, що найбільш технологічними є вали, конструкція яких передбачає зростання діаметрів ступенів до середини або до одного з кінців вала.

До групи "вали" в машинобудуванні входять також валики, осі, кільця, цапфи та інші деталі, які в основному мають зовнішню поверхню обертання (циліндричну або, іноді, конічну) та кілька торцевих поверхонь. (рис. 1).

Вимоги до валів включають високу точність розмірів, геометричної форми та взаємного розташування окремих поверхонь. Стан валів після обробки характеризується такими усередненими параметрами:

Точність робочих шийок повинна відповідати 6–8 квалітетам, тоді як для неробочих шийок ця точність має бути в межах 9–10 квалітетів. Допуски на форму робочих шийок повинні становити від 0,01 до 0,02 мм, а для неробочих – від 0,02 до

0,04 мм. Допуски на биття робочих шийок в заданому напрямку відносно один одного повинні знаходитися в межах від 0,02 до 0,04 мм.

Допуски до биття в заданому напрямку робочих і неробочих шийок мають визначатися в інтервалі від 0,02 до 0,3 мм. Допуски на торцеве биття повинні становити від 0,02 до 0,04 мм. Нерівномірність кроку шліців і допустиме зміщення шліців щодо осі повинні бути не більше 0,02–0,03 мм.

Шорсткість посадочних шийок повинна мати значення Ra від 1,25 до 0,40 мкм, а для неробочих поверхонь – від 1,25 до 6,3 мкм.

Деякі вали повинні пройти статичне та динамічне збалансування, і дисбаланс не повинен перевищувати 30–70 г·мм. В машинобудуванні широко використовуються конструкційна вуглецева сталь, така як Ст 3, Ст 5. Вали для відповідальних конструкцій виготовляються з якісних вуглецевих сталей, таких як 25, 30, 40, 45, 50, і легированих хромистих сталей 15X, 25X, 35X, 40X, 45X, а також 18ХГТ.

Вали з середньовуглецевих сталей піддають термообробці до твердості 230–260 НВ, іноді посадочні поверхні піддають загартуванню струмами високої частоти до твердості 45–50 HRC. Шейки валів з низьковуглецевих сталей, для підвищення зносостійкості, піддають цементації на глибину 0,8–1,2 мм з наступною термообробкою до твердості 54–60 HRC.

У виготовленні заготовок для деталей валів важливий вибір оптимального способу враховується з огляду на їх собівартість та подальшу механічну обробку. У виробництві з невеликим обсягом або виробництві на замовлення заготовки виготовляють з гарячекатаного або рідше каліброваного прокату, різкої останньої обробки. Заготовки з прокату застосовуються для виготовлення не тільки гладких валів, але і ступінчастих, з невеликим числом ступенів та незначними перепадами діаметрів. Ці заготовки також використовуються у великосерійному виробництві.

У масовому виробництві та виготовленні валів складної форми з численними ступенями, які відрізняються за діаметром, економічними є методи отримання заготовок, які дозволяють отримувати їх, наближені за формою, розмірами і масою до готових деталей. Серед таких методів є штампування в закритих штампах, висадка на горизонтально-кувальних машинах, гаряче видавлювання, поперечно-гвинтова прокатка, об'ємне холодне штампування, радіальна кування, електровисадка. Ці методи дозволяють отримувати коефіцієнт використання матеріалу 0,7 і вище. Застосування поперечно-клинової прокатки при виготовленні валів забезпечує підвищення коефіцієнта використання матеріалу до 0,9, а висока точність процесу дозволяє зменшити припуск на механічну обробку до 1–1,5 мм.

Типовий процес виготовлення заготовок валів включає наступні операції: розрізання гарячекатаного прутка на вимірні заготовки, нагрівання заготовок, формоутворення, термічну обробку після формоутворення та правку на пресах. Заготовки розрізають на пресах або ножицях, а нагрівання проводять в електроіндукційних установках.

Після пластичного деформування для зняття внутрішніх напружень проводять термічну обробку заготовок валів, а метод термообробки визначається матеріалом.

Метою магістерської роботи є удосконалення ТП виготовлення деталі Вал 684.354.84 (рисунок 1.1)

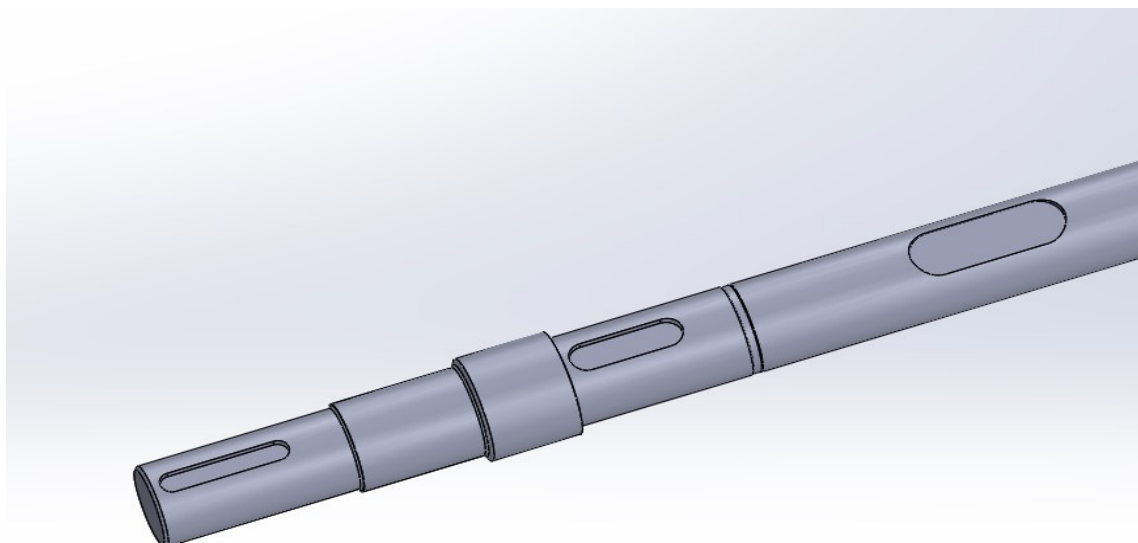


Рисунок 1.1 Вал

Деталь "Вал" представляє собою сукупність зовнішніх циліндричних поверхонь, обмежених торцевими плоскими поверхнями. Вали такої форми та конструкції використовуються в узлах приводів технічних конструкцій і призначені для передачі крутних моментів.

Характеристики марки сталі 40Х

Хромовмісний залізовуглецевий сплав. Крім хрому, сталь містить як легуючі добавки кремній і марганець, а також домішки сірки, фосфору і деяких кольорових металів. Введення хрому в кількості близько 1% підвищує прожарювання сталі 40Х і сприяє збільшенню міцності.

Сталь є сплавом заліза з вуглецем, і вміст вуглецю може сягати 2,14%. Окрім заліза і вуглецю, сталь містить домішки, такі як кремній, марганець, сірка і фосфор. Кремній і марганець сприяють розкисленню сталі і є корисними домішками. З іншого боку, сірка і фосфор є шкідливими домішками. Сірка може призводити до червоноломкості сталі, тоді як фосфор може викликати холодноломкість.

Таблиця 1.1 вказує на хімічний склад сталі позначеної як 40Х згідно зі стандартом ГОСТ 4543-88.

C, %	Si, %	Mn, %	Cr, %	Fe, %	N, %	P, %	S, %	Cu, %	Ni, %
0,36-0,44	0,17-0,37	0,50-0,80	0,80-1,10	-96	≤0,08	0,035	0,035	0,30	0,30

40X

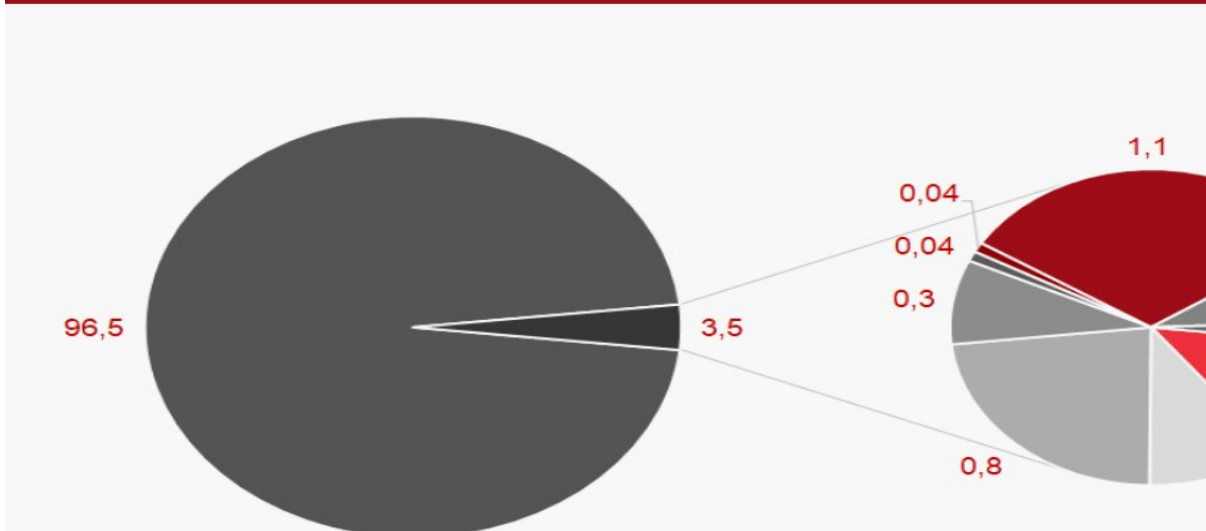


Рис.1.2 Приблизний склад металу

Застосування конструкційної легованої сталі 40X включає виробництво високоміцних деталей, таких як осі, вали, вал-шестерні, плунжери, штоки, колінчасті і кулачкові вали, кільця, шпинделі, оправлення, рейки, губчасті вінці, болти, півосі, втулки та інші. Хромиста сталь 40X також застосовується у виробництві виробів шляхом кування, холодного і гарячого штампування, а сталевий прокат використовується для виготовлення труб, ємностей та іншої продукції.

Щодо зварювання, сталь 40X відзначається важкістю в зварюванні, чутливістю до флокенів та схильністю до відпускнуї крихкості. Утворення тріщин у матеріалі зазвичай пов'язане з якістю зварювального шва. Тому перед здійсненням зварювальних робіт матеріал зі сталі 40X піддають нагріванню і термічній обробці.

Таблиця 1.3 - Режим термічної обробки зразків 40Х

Режим термічної обробки зразків			
Температура за- гартування, °С	Середовище охолодження	Температура відпустки, °С	Середовище охоло- дження
860	олія	500	Вода чи олія

Таблиця 1.3 - Механічні властивості сталі 40Х

Механічні властивості, не менш				
Межа плинно- сті, Н/мм ²	Тимчасовий опір, Н/мм ²	Відносне подовження, %	Відносне звуження, %	Ударна в'яз- кість КСУ, Дж/см ²
785	980	10	45	59

1.3 Визначення типу та організаційної форми виробництва.

У машинобудуванні розрізняють три основних типи виробництва: масове, серійне, одиничне. Тип виробництва залежить від двох факторів, а саме: від заданої програми і трудомісткості виготовлення виробу. На підставі заданої програми розраховують такт випуску виробу t_v , а трудомісткість визначається середнім штучним часом $T_{шт}$ за операціями чинного на виробництві технологічного процесу.

Розроблюваний технологічний процес у моїй дипломній роботі орієнтується на середньо-серійне виробництво. Вибір типу виробництва визначатиме використане технологічне обладнання, рівень механізації та автоматизації технологічних процесів, а також загальну організацію виробництва.

Серійне виробництво, що є найбільш поширеним типом, характеризується сталістю випуску достатньо великої номенклатури продукції. Здебільшого, річна номенклатура виробів ширша, ніж номенклатура за кожен окремий місяць, що сприяє організації ритмічного випуску продукції.

Великі або відносно великі обсяги виробництва дозволяють використовувати значну уніфікацію продукції і технологічних процесів, виготовляти стандартні або нормалізовані деталі, що входять у конструктивні ряди, масово та зменшує їх собівартість.

Організація праці в серійному виробництві характеризується високою спеціалізацією, де кожному робочому місцю призначається виконання кількох конкретних операцій. Технологічне оснащення у серійному виробництві в основному є універсальним, і використовуються універсально-збірні, переналагоджувана та спеціальна технологічна оснастка.

На першому етапі розробки технологічного процесу тип виробництва може бути визначений в залежності від маси деталі та обсягу випуску продукції.

Таблиця 1.4- відображає взаємозв'язок між типом виробництва, обсягом випуску та масою деталі.

Маса деталі, кг	Тип виробництва				
	Одиничне	Дрібносерійне	Середньосерійне	Крупносерійне	Масове
<1,0	<10	10-2000	1500-100000	75000-200000	200000
1,0-2,5	<10	10-1000	1000-50000	50000-100000	100000
2,5-5,0	<10	10-500	500-35000	35000-75000	75000
5,0-10	<10	10-300	300-25000	25000-50000	50000
>10	<10	10-200	200-10000	10000-25000	25000

Для даного типу виробництва використовується організація робіт у формі перемінно-поточного виробництва, що передбачає поетапний запуск виробництва виробів у партіях.

Розмір партії деталей, які виготовляються одночасно, обчислюється за відповідною формулою.

$$N_n = \frac{N \cdot t}{\Phi},$$

Програма випуску виробів у рік, $N = 1000$ шт.; t - число днів, на котрий необхідно мати запас деталей, приймаємо $t = 12$;

Φ - число робочих днів в році, $\Phi = 254$, тоді $N_n = 50$ шт., приймаємо $N_n = 50$ шт.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Розробка маршрутного технологічного процесу обробки деталі „Вал”

Деталь „Вал ” призначена для передачі крутильного моменту в коробці швидкостей верстата мод. 2А135.

Вал має дві опорні шийки $\varnothing 60k6$, які слугують для встановлення підшипників кочення.

Поверхня $\varnothing 55k6$ призначена для встановлення шківів пасової передачі.

Поверхні $\varnothing 60h, \varnothing 65k6$ призначені для встановлення зубчастих колес.

Шпонкові пази 6 призначені для встановлення шпонок.

Канавки $b = 3,2\text{мм}$, $b = 5\text{мм}$, – технічні та функціональні, призначені для виведення ріжучого інструменту.

Склад матеріалу деталі – конструкційна низьколегована сталь 40Х ГОСТ 4543-88.

Основні фізико – механічні властивості: густина $\rho = 7,8 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$,

$\sigma_{\text{вр.}} = 1000 \text{ МПа}$, 217НВ.

Зварюваність сталі низька, обробляємість різанням задовільна.

Деталь жорстка, так як виконується умова

$$\frac{L}{d_{\text{ср}}} \leq 12, \quad (2.1)$$

де L – довжина деталі, мм;

$d_{\text{ср.}}$ - середній діаметр, мм;

$$L = 718 \text{ мм.}$$

$$d_{\text{ср.}} = \frac{l_1 \cdot d_1 + l_2 \cdot d_2 + l_3 \cdot d_3 + l_4 \cdot d_4}{L} = \frac{40 \cdot 36 + 123 \cdot 55 + 390 \cdot 60 + 108 \cdot 65 + 55 \cdot 70}{718} = 59_{\text{мм}}$$

$\frac{718}{59} = 12$ умова співвідношення (2.1) здійснюється.

Оскільки деталь є жорсткою, не потрібно використовувати додаткові опори під час обробки.

2.1.1 Вибір методу отримання заготовки та загальних припусків на обробку

В даному розділі ми маємо розглянути два варіанти вибору заготовки.

Так як правильний вибір заготовки впливає, на собівартість деталі, трудомісткість, ми має обрати найбільш ефективний та економічний вид заготовки.

Щоб отримати заготовку, яка задовільняє вище сказані характеристики, ми має брати в увагу вимоги до виготовлення деталі, її конфігурації, габаритів, розмірів та обсягу випуску.

Заготовка представляє собою початковий металевий елемент, з якого пізніше виготовляється деталь. Вибір конкретної заготовки залежить від виду виробництва. Заготовки можуть мати різні форми.

1. Прокат:

- круглий
- багатогранний
- листовий

2. Лиття :

- металічні форми (кокіль)
- піщані форми
- за виливаними моделями
- відцентроване
- лиття під тиском
- лиття в оболонкові форми

3. Штамповка

4. Поковка

З урахуванням матеріалу, форми, розмірів та характеру виробництва (малосерійного), виготовлення заготовки за допомогою порізки з круглого сортового прокату є єдиним обґрунтованим методом.

Визначаємо розрахунковий діаметр прокату, при цьому за базовий параметр беремо максимальний зовнішній діаметр, який становить 70 мм.

Розрахунковий d_p , мм., визначаємо за формулою

$$d_p = d_n + 2 \cdot z \quad (2.2)$$

де d_n – діаметр у номінальних значеннях, мм;

$2 \cdot z$ – дозвіл на обробку, мм.

$$d_n = 70 \text{ мм}$$

$$2 \cdot z = 5 \text{ мм}$$

$$d_p = 70 + 5 = 75 \text{ мм}$$

Використовуємо гарячекатану круглу сталь звичайної точності прокатки В, діаметром 42 мм, марки 40х, належить до підгрупи "б", і не пройшла термічну обробку.

$$\text{круг} \frac{B - 75 \text{ГОСТ} 2590 - 71}{40X - 6 \text{ГОСТ} 4543 - 88}$$

Допустимі відхилення для зовнішнього діаметра. $74_{-1,1}^{+0,5}$ мм.

Припуск на підрізку торцевих поверхонь

Довжина заготівки

$$L = 718 + 4 = 722 \text{ мм.} \quad 2 \cdot z_T = 4,0 \text{ мм}$$

Для деталі «Вал» обираємо заготовку по максимальному додаємо припуск згідно таблиці довідника.

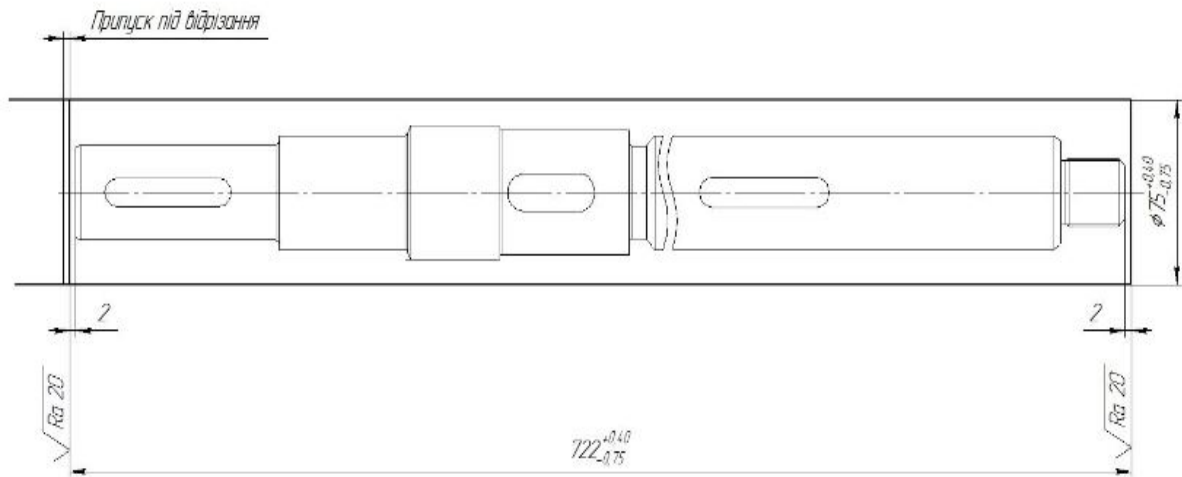


Рисунок 2.1- Ескіз заготовки деталі Вал

Таблиця 2.1 – Вимоги щодо технічних характеристик, способи їх забезпечення та системи контролю.

Зміст та вимоги	Методи забезпечення	Методи контролю
M36-8q при $R_a = 6,3$ мкм	Точіння чорнове Точіння чистове Нарізання різьби	Мікрометр з різьбовими вставками Набір мір шорсткості ГОСТ 9378 – 75
$\varnothing 55k6$, $\varnothing 60k6$, $\varnothing 70K6$ при $R_a = 0,63$ мкм	Точіння чорнове, точіння напівчистове, попереднє та чистове шліфування	Мікрометр гладкий типу МК ГОСТ6507-78 Набір мір шорсткості ГОСТ 9378 – 75
Шпонковий пази 14N9, 16N9, 20N9, при $R_a = 5$ мкм	Фрезерування	Комплексний калібр
Лінійні розміри 3014 квалітетом точності, $R_a = 6,3$ мкм	Одноразова лівійна обробка	Штангенциркуль ШЦ-I-350-0,1 ГОСТ 66-80 Набір мір шорсткості ГОСТ 9378 – 75
Допуск радіального биття поверхонь $\varnothing 56k6$, $\varnothing 60h6$, $\varnothing 65k6$, $\varnothing 70k6$, відносно базової вісі $\Gamma = 0,02$ мм	Шліфуванням з використанням єдиних технологічних баз (центрових отворів).	На контрольних центрах за допомогою індикатора

2.1.2 Розроблення маршрутного технологічного процесу оброблення деталі „Вал ”

Таблиця 2. 2 – Технологічна схема виготовлення деталі „Вал ”

№ п/п	Найменування, короткий зміст операції, технологічні бази	Верстати
005	Заготівельна Відрізати заготівку у розмір 722 мм	16К20
010	Фрезерно – центрувальна Фрезерувати торці у розмір 718 мм, центрувати отвори у торцях з двох сторін. Технологічна база – необроблена поверхня прокату	МР – 73М
015	Токарна з ЧПУ Установ А Підрізати торці Точити поверхню $\varnothing 55k6$, $\varnothing 60k6$, фаски, скруглення	16М30Ф31
020	Токарна з ЧПУ Установ Б Точити поверхню $\varnothing 65k6$, $\varnothing 60h6$, $\varnothing 70k6$, М36 начорно, напівначисто, фаски, канавки $b_1=5$, $b_2= 5,3$ нарізати різьбу М36 Технологічна база – центрові отвори	16М30Ф31
025	Вертикально – фрезерна Фрезерувати шпонковий пази 14N9,16N9,20N9 Технологічна база – поверхня $\varnothing 60$, торець	6Т13
030	Круглошліфувальна Шліфувати поверхні $\varnothing 55k6$, $\varnothing 60h6$, $\varnothing 60k6$, $\varnothing 65k6$, $\varnothing 70k6$ попередньо, начисто за два установи. Технологічна база – центрові отвори	3М151
045	Мийна	Мийна машина
050	Контрольна	Стіл ВТК

2.2 Розробка операції, яка виконується на верстаті з ЧПУ мод.

2.2.1 Визначення установів та технологічних переходів

Докладно розглянемо операцію 015 Токарна з ЧПУ на базі таблиці 2.1, 2.2.

У якості технологічних баз використовуємо центрові отвори.

Обробку проводимо з однією установкою

Технологічне оснащення – патрон повідковий, центр обертовий.

Обираємо проміжні допуски та обчислюємо проміжні розміри для переходів.

Отримані результати між операційними допусками та розмірами вносимо в таблиці

2.3. Таблиця 2.3 – узагальненого обчислення відхилень між операційними допусками та розмірами.

Спосіб обробки поверхні.	Індекс точності	Показник шорсткості, мкм	Припуск на розмір, мм	Проміжні розміри, мм
Ø55k6				
Шліфування чистове	6(g6)	R _a 0,63	0,15	Ø55k6
Шліфування попереднє	8(h8)	R _a 1,6	0,35	Ø55,15h8
Точіння напівчистове	11(h11)	R _a 3,2	1,0	Ø37,5h11
Точіння чорнове	14(h14)	R _a 6,3	18,25	Ø38,5h14
Заготівка		R _z 125		Ø75 ^{+0,5} _{-1,1}
Ø60k6				
Шліфування чистове	6(k6)	R _a 0,63	0,15	Ø60k6
Шліфування попереднє	8(h8)	R _a 1,6	0,35	Ø60,15h8
Точіння напівчистове	11(h11)	R _a 3,2	1,0	Ø60,5h11
Точіння чорнове	14(h14)	R _a 6,3	7	Ø61,5h14
Заготівка		R _z 125		Ø75 ^{+0,5} _{-1,1}
Методи обробки поверхні	Ряд точності квалітет	Параметри шорсткості, мм	Припуск на розмір, мм	Проміжні розміри, мм
Ø65k6				
Шліфування чистове	6(k6)	R _a 0,65	0,15	Ø65k6
Шліфування попереднє	8(h8)	R _a 1,6	0,35	Ø65,15h8
Точіння напівчистове	11(h11)	R _a 3,2	1,0	Ø65,5h11
Точіння чорнове	14(h14)	R _a 6,3	4,5	Ø66,5h14
Заготівка		R _z 125		Ø75 ^{+0,5} _{-1,1}

Креслення деталі та заготівки приведені у графічній частині проекту.

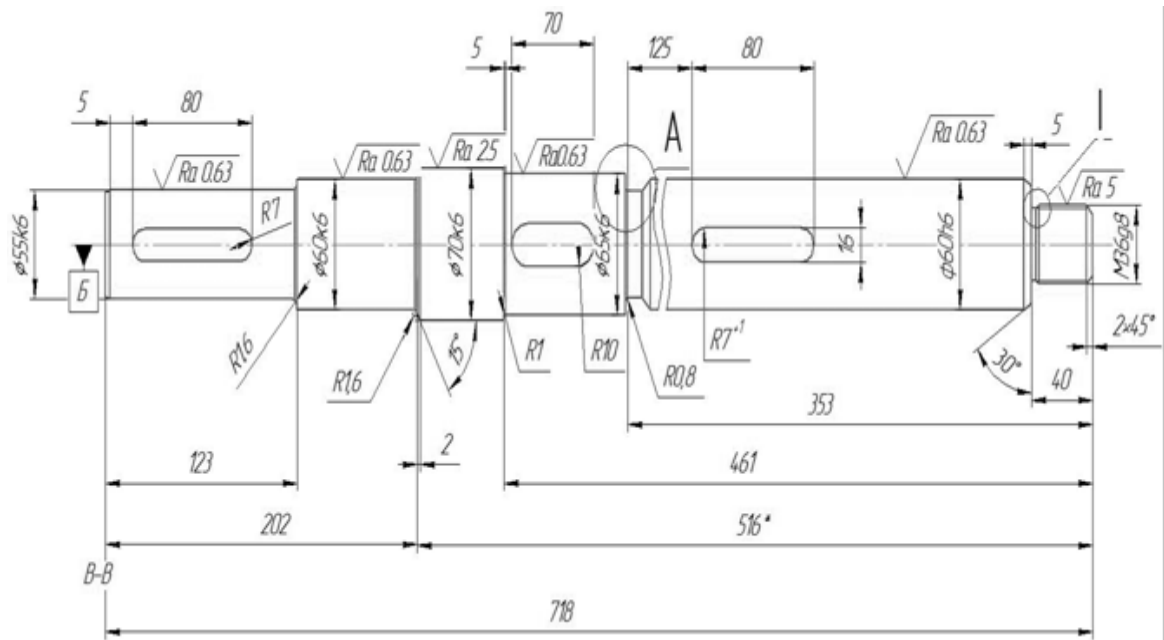


Рисунок 2.2- Ескіз деталі Вал

Технологічний маршрут на операцію 015

1. Точити поверхні $\varnothing 70k6$ на довжину 525мм, $\varnothing 36$, $\varnothing 60h6$, $\varnothing 20k6$, $\varnothing 70k6$ фаску $4 \times 45^\circ$ начорно за програмою
2. Точити поверхні $\varnothing 70k6$ на довжину 525 мм, $\varnothing 36$, $\varnothing 60h14$, $\varnothing 65k6$, $\varnothing 70k6$ фаску $4 \times 45^\circ$ начисто за програмою.
3. Точити канавку $b = 5$ мм
4. Точити канавку $b = 3,2$ мм.
5. Нарізати різьбу $M 36-8q$

Ретельно пророблюємо перший етап операції.

Ріжучий інструмент - прохідний різець Т15К6 відповідно до ТУ2-035-892-82.

Допоміжний інструмент - різцетримач верстатний.

Вимірювальний інструмент – штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1 ГОСТ 166-80.

Метод вимірювання – прямий.

Обробку виконуємо з використанням МОР.

2.2.2 Вибір режимів різання, осьового технологічного часу

Глибина різання визначена з попередніх розрахунків.

$$t = 2 \text{ мм}$$

Період стійкості інструмента

$$T = 70 \text{ хв}$$

Призначаємо подачу

$$S = 0,4 \text{ мм / об}$$

Визначаємо швидкість головного руху різання ($V, \text{м/хв}$) за допомогою наступної формули.

$$V = V_{\text{табл.}} \cdot K_{\tau} \cdot K_u \quad (2.3)$$

де $V_{\text{табл.}}$ – табличне значення швидкості різання, м/хв.;

K_{τ} – поправочний коефіцієнт на матеріал деталі;

K_u – поправочний коефіцієнт на матеріал інструмента.

$$V_{\text{табл.}} = 110 \text{ м/хв.}$$

$$K_{\tau} = 1,0$$

$$K_u = 1,0$$

$$V = 110 \cdot 1,0 = 110 \text{ м/хв}$$

Частота обертання шпинделя верстата $n, \text{хв}^{-1}$, визначаємо за формулою

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 110}{3,14 \cdot 70} = 500 \text{ хв}^{-1} \quad (2.4)$$

Приймаємо по паспортним даним верстата.

Отримана подача по паспортним даним верстата

Швидкість головного руху подачі $S, \text{мм/хв}$, визначаємо за формулою

$$S_{\text{хв.}} = S_o \cdot n = 0,4 \cdot 500 = 200 \text{ мм/хв} \quad (2.5)$$

Отримана швидкість головного руху подачі підходить по паспортним даним верстата (безступеневе регулювання).

Потужність різання $N_{\text{різ.}}, \text{кВт}$, визначаємо за формулою

$$N_{\text{різ.}} = N_{\text{табл.}} \cdot \frac{V}{100} \cdot K_7, \quad (2.6)$$

де $N_{\text{табл.}}$ – табличне значення потужності різання, кВт;

K_7 – коефіцієнт, який характеризує обробляє мий матеріал.

$$N_{\text{табл.}} = 2,6 \text{ кВт}$$

$$K_7 = 1,0$$

$$N_{\text{різ.}} = 2,6 \cdot \frac{110}{100} \cdot 1,0 = 2,86 \text{ кВт} \quad (2.7)$$

Потужність на шпинделі верстата $N_{\text{шп.}}$, кВт, визначаємо за формулою

$$N_{\text{шп.}} = N_{\text{д}} \cdot \eta, \quad (2.8)$$

де $N_{\text{д}}$ – потужність двигуна головного руху верстата, кВт;

η - коефіцієнт корисної дії верстата.

$$N_{\text{д}} = 30 \text{ кВт}$$

$$\eta = 0,8$$

$$N_{\text{шп.}} = 30 \cdot 0,8 = 24 \text{ кВт}$$

Різання можливе, так як виконується умова

$$N_{\text{шп.}} > N_{\text{р}}, 24 > 2,86 \text{ кВт}$$

Основний час на перехід T_o , хв., визначаємо за формулою

$$T_o = \frac{L_{\text{р.х.}}}{S_{\text{хв}}} \cdot i, \quad (2.9)$$

де $L_{\text{р.х.}}$ – довжина робочого ходу інструмента, мм;

i – кількість проходів.

$$L_{\text{р.х.}} = l_{\text{різ.}} + y,$$

де $l_{\text{різ.}}$ – довжина різання, мм;

y – довжина врізання та перебігу інструмента, мм.

$$l_{\text{різ.}} = 550 \text{ мм}$$

$$y = 5,0 \text{ мм}$$

$$L_{\text{р.х.}} = 550 + 5,0 = 555 \text{ мм} \quad i = 2$$

Остаточно довжину робочого ходу інструмента визначимо після складання програми управління (УП)

$$T_o = \frac{555}{200} \cdot 2 = 5,55 \text{ хв} \quad (2.10)$$

Таблиця 2.4 – Зведена таблиця режимів різання та норм часу на операцію 015

Зміст операції	Ріжучий інструмент	t, мм	i	$S_z, \frac{мм}{об}$	$S, \frac{мм}{хв}$	$V, \frac{м}{хв}$	$n, хв^{-1}$	$L_{р.х.}, мм$	$T_o, хв$
1. Точити поверхні $\varnothing 70h6$ на довжину 525 мм, $\varnothing 36$, $\varnothing 60h6$, $\varnothing 65k6$, фаску на $4 \times 45^\circ$ попередньо заданою програмою	Різець прохідний T15K6 ТУ2-035-892-82	2,0	2	0,4	200	110	500	5,55	5,5
2. Точити поверхні $\varnothing 70k6$ на довжину 525мм, $\varnothing 36$, $\varnothing 60h6$, $\varnothing 65k6$, фаску $4 \times 45^\circ$ начисто за програмою	Різець контурний T15K6 ТУ2-035-892-84	0,1	1	0,2	125	135	615	560	4,48
3. Точити канавку $b = 5$ мм та	Різець контурний T15K6 ТУ2-035-892-84	5,0	-	0,12	45	70	370	6,0	0,14
4 Точити канавку $b = 2,2$ мм	Різець канавочний T15K6 ТУ2-035-558-77	3,2	-	0,1	55	60	550	14	0,25
5 Нарізати різьбу М36-8q	Різець різьбонарізний T15K6	-	7	4,0	120	35	300	46	1,3

Розробка операційно – розрахункової технології карти (ОРТК)

ОРТК викреслено на карті ескізів та схемі на ній розміщене операційне креслення з зображенням технологічних баз і затискачів та системи координат деталі (СКД).

Також на ОРКТ приведено таблицю інструментального завантаження та циклограми руху інструментів.

Координати точок на циклограмах досить легко визначаються з креслень циклограм, тому не потребують спеціальних розрахунків.

Початок системи координат (нуль деталі) вибираємо у центрі торця деталі, так як всі розміри задані від нього.

Вісь Z деталі співпадає з вісю Z верстата, а вісь X проходить у площині правого торця деталі.

2.3 Розроблення алгоритму керуючої програми та кодування УП

2.3.1 Укладання алгоритму УП та вибір спеціальних команд

Пропоную наступний алгоритм управління

- 1) установити заготівку (вручну);
- 2) установити у робочу позицію інструмент T01, додати режим обробки (S500, F0,4);
- 3) вийти у початкову точку П.Т.1 швидко, ввімкнути MOP (E, M08);
- 4) відпрацювати циклограму 1 з виходом у технологічні точки, використовуючи цикл багатопрохідної обробки (L08), припуск на чистову обробку 1 мм (на діаметр A1), глибина різання 2,0 мм (P);
- 5) установити у робочу позицію інструмент T02, задати режим обробки (S615, F0,2);
- 6) відпрацювати УП з п'ятого кадру (B5), застосував постійний цикл чистової обробки з заданого кадру (L10);
- 7) установити у робочу позицію інструмент T03, задати режим обробки (S370, F0,12);
- 8) відпрацювати циклограму 2 з виходом у технологічні точки, застосував витримку часу в кінці робочого ходу 2с (D1)
- 9) установити у робочу позицію інструмент T04, задати режим обробки (S550, F0,1);
- 10) відпрацювати циклограму 3 з виходом у технологічні точки;
- 11) вимкнути MOP (M09);
- 12) зупинити обертання шпинделя (M05);
- 13) кінець програми (M02);
- 14) зняти готову деталь (вручну).

Укладена керуюча програма оформлена у карті кодування інформації .

Створення 3D моделі деталі «Вал» у програмі SolidWorks, завантаження її в середовище Esprit (рис. 2.3)

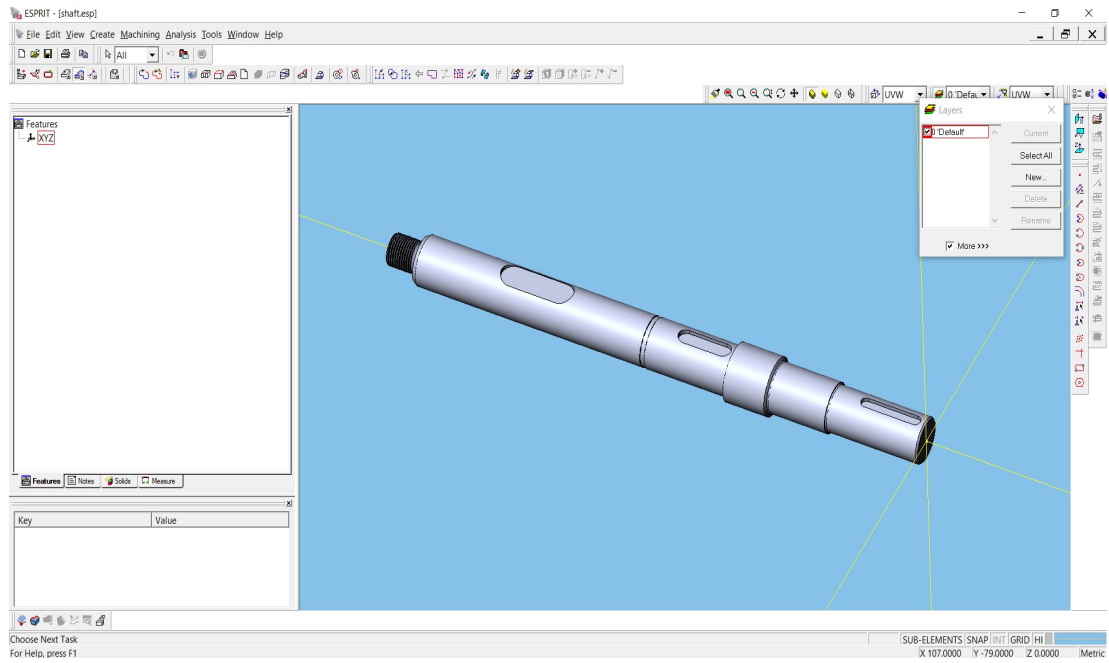


Рис. 2.3 - 3D модель деталі «Вал»

Розпізнавання елементів профілю деталі «Вал»

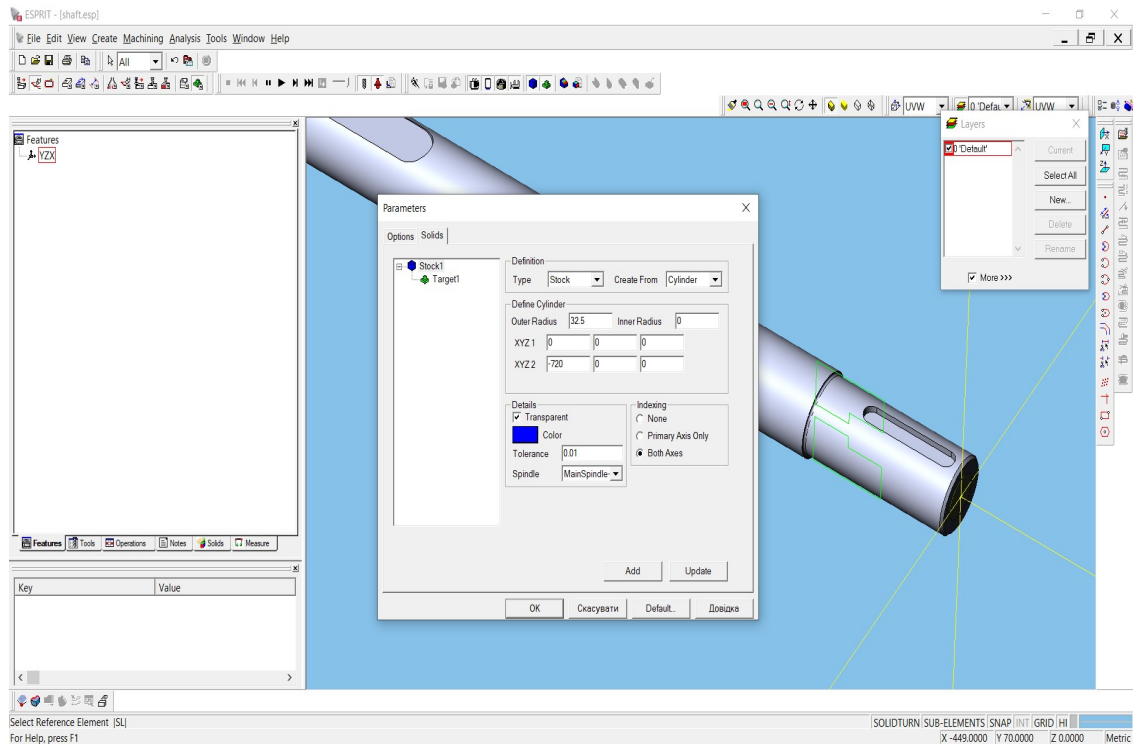


Рис. 2.4 – Розпізнавання елементів профілю деталі «Вал»

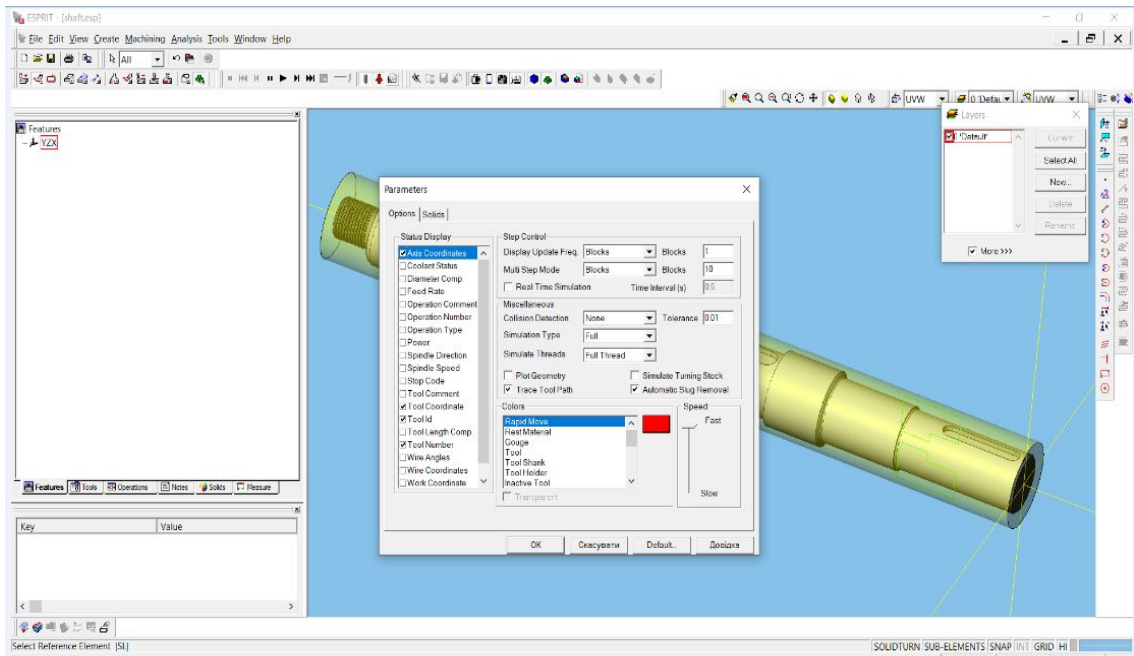


Рис. 2.5 – Відбирання типу обробки

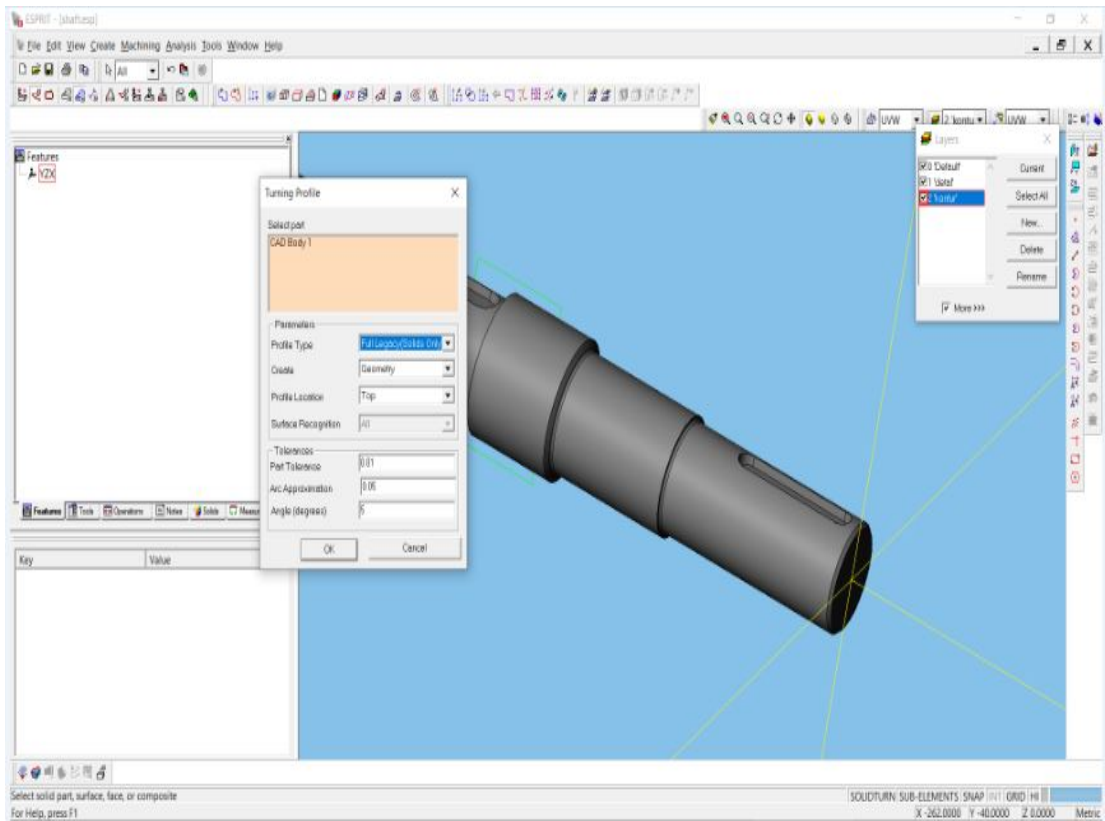


Рис. 2.6 - Налаштування но обробку

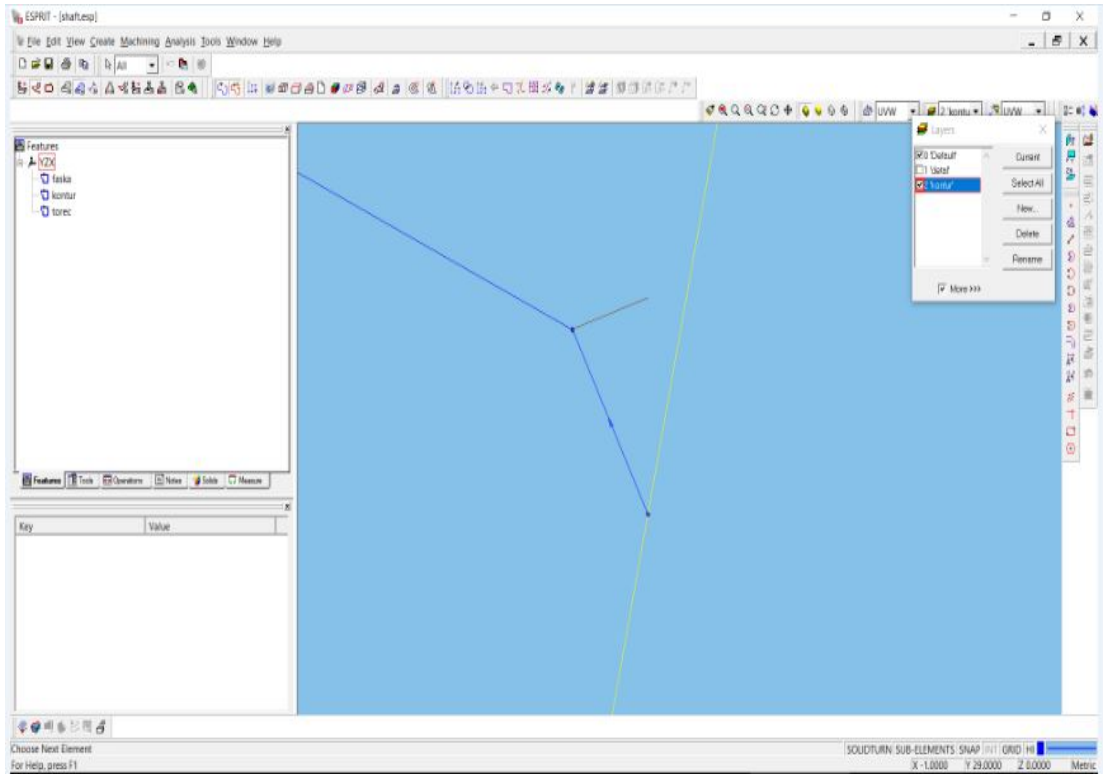


Рис. 2.7 Підрізання фаски контура торця

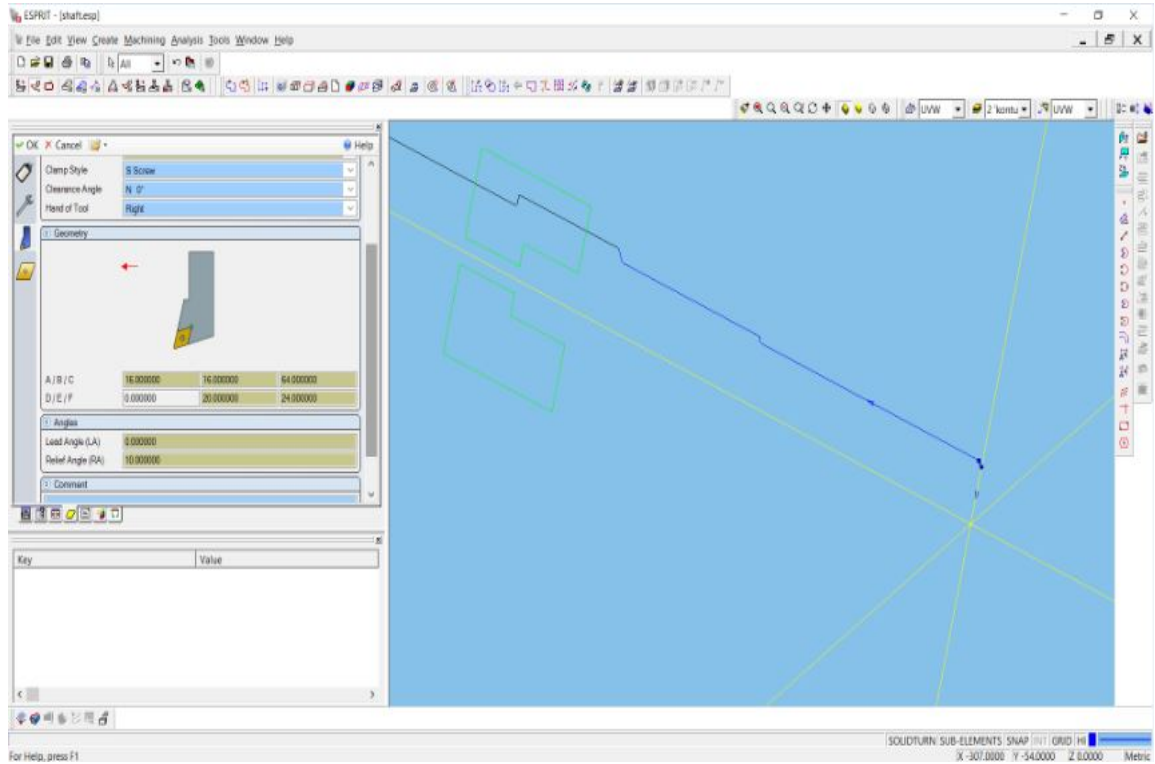


Рис. 2.8 - Вибір режимів різанн

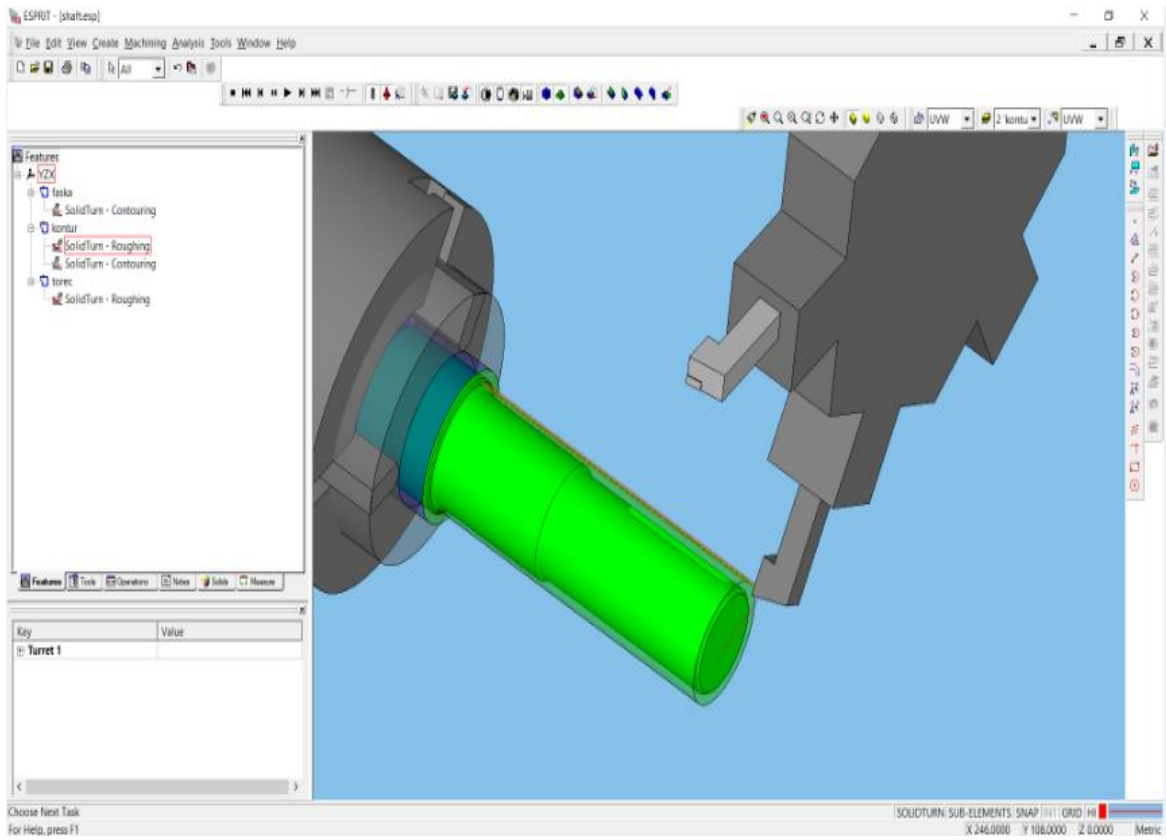


Рис. 2.9 – Траекторія руху інструменту

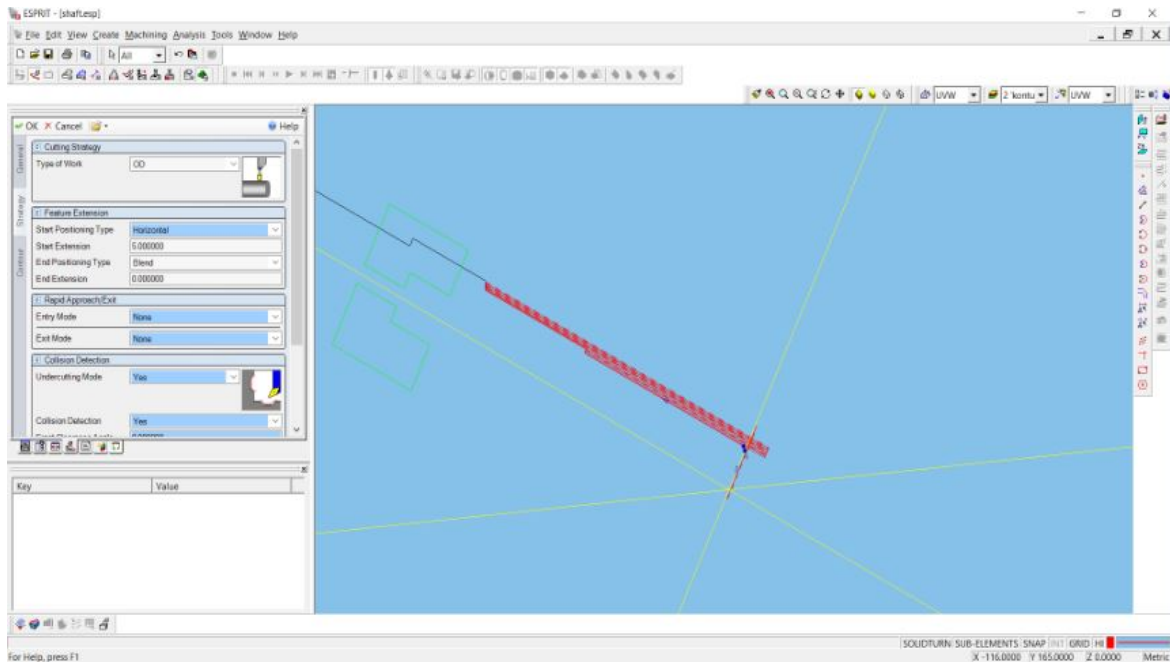


Рис. 2.10 - Траекторія руху

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1. Розробка конструкції верстатного пристрою для утримання заготовки під час фрезерування вала.

Відповідно до завдання необхідно спроектувати пере налагоджувальний пристрій для установки заготовки Вал, виготовленої з сплаву 40Х, на вертикально-фрезерній операції.

Вибір елементів для установки, схема базування та метод фіксації деталі в пристрої

Основними елементами для установки пристрою визначено плоску поверхню рухомої губки лещат та поверхні вибірки, яка виступає у ролі опори та напрямної поверхні. Деталь вала встановлюється за допомогою головної опорної поверхні – площини, напрямної поверхні – нижнього торця та за упором на правому торці (див. рис. 3). Метод закріплення деталі передбачає стискання між двома рухомими губками лещат, які автоматично центруються.

3.1.2. Розрахунок необхідних сил для закріплення та приводу пристрою

Заготовка, розташована у пристрої, повинна знаходитися в стані рівноваги під впливом усіх сил. Таким чином, відповідно до схеми впливу сил на заготовку (див. рис. 3.2), можна записати рівняння рівноваги для заготовки:

$$P_z \cdot k = 2Wf, \quad (3)$$

де $K=1.6$ – запас прочності для утримання заготовки

Визначену силу різання при фрезеруванні беремо з розрахунків, як вказано у пункті 2.7 де наведено режими різання.

$$P_z = 104,2 \text{ Н.}$$

Після перетворення рівняння 3 отримуємо потрібну розрахункову залежність для сили затиску.

$$W = \frac{Pz \cdot k}{2f} = \frac{104,2 \cdot 1,5}{2 \cdot 0,16} = 488,4 \text{ Н.}$$

Розрахуємо характеристики приводу пристрою - гвинтово-важільного затиску, структура якого представлена на рис. 3.2

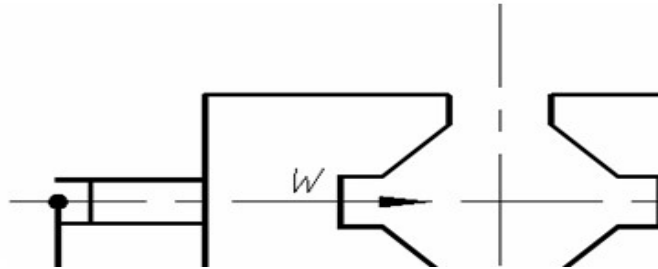


Рисунок 3.2 – Кінематична структура затискного механізму пристрою.

Визначаємо необхідну силу, діючу на ключі Q.

Затиск виконується за допомогою гвинта М16 та ключа. Розрахунок сили, яку потрібно прикласти до рукояті ключа для закріплення заготовки гвинтом з необхідним навантаженням, виконується за наступною формулою:

$$Q = \frac{W \left[r_{cep} \cdot \text{tg}(\alpha + \gamma_{np}) + \frac{1}{3} \cdot f \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2} \right]}{L}, \quad (3.3)$$

де $\alpha = 2^\circ 50$ – Нахил різьби;

φ_{np} –кут.

$$\varphi_{np} = \text{arctg} \frac{f}{\cos \alpha} = \text{arctg} \frac{0,15}{\cos 30^\circ} \approx 9^\circ 5',$$

де $L = 270$ мм - розмір ключа;

$r_{cep} = 7,45$ мм –радіус різьби М16;

D - зовнішній діаметр шайби, $D = 30$ мм,

d – розмір натискного пальця $d = 20$ мм.

$$Q = \frac{488,4 \left[7,45 \cdot \operatorname{tg}(2^{\circ}56' + 9^{\circ}50') + \frac{1}{3} \cdot 0,15 \frac{25^3 - 16^3}{25^2 - 16^2} \right]}{210} = 80 \text{ Н}$$

Висновок полягає в тому, що сила, яку працівник може застосовувати для затискання гайки М16 згідно з вимогами техніки безпеки, не перевищує 150 Н, тобто 150 Н більше за 85 Н.

3.1.3. Розрахунки елемента пристрою на міцність

Діаметр гвинта для гвинтового затискача визначаємо за формулою:

$$d = C \sqrt{\frac{W}{\sigma}} \quad [15] \quad (3.3)$$

де $C = 1,6$ – коефіцієнти для основних метричних різьб;

W – сили затискачів;

σ – напруження розтягування; у випадку гвинтів із сталі 45, з врахуванням зносу різьби, значення напруження σ дорівнює 100 МПа.

Розрахунок проводимо для діаметра різьби:

$$d = 1,4 \sqrt{\frac{488,4}{100}} = 3,1 \text{ мм.}$$

Приймаються діаметри гвинта М16, забезпечуючи достатній запас міцності.

$$K = \frac{12,34}{3,1} = 3,9 \text{ раз.}$$

3.1.4. Розрахунок пристрою на відповідність точнісним вимогам.

Визначення похибки виготовлення пристрою проводимо за допомогою наступної формули:

$$\varepsilon_{np} \leq T - K \sqrt{(K_1 \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{заст}^2 + \varepsilon_{зм}^2 + \varepsilon_n^2 + (K_2 W^2)}, \quad [15] \quad (3.2)$$

де $T = 0,2$ мм – допуски на розмір, який виконується;

Коефіцієнт K враховує можливість відступлення від нормального розподілу окремих складових і визначає, як це може вплинути на допуск на розмір.;

$$K = 1,3; \quad [15]$$

K_1 -враховуєм при $\varepsilon_{\delta} = 0$;

Також для серійного виробництва $K_1 = 0,8$;

$$K_2 = 0,6; \quad [15]$$

$\varepsilon_{\delta} = 0$ похибки базування

ε_3 – похибки закріплення. $\varepsilon_3 = 0,09$ мм.

$\varepsilon_{уст} = 0,03$ мм.

$\varepsilon_{зм}$ – похибки, що з'являються внаслідок зношування деталей пристрою..

$\varepsilon_{зм} = 0,02$ мм.

ε_n – похибка відхилення ріжучого інструменту..

Так, як відсутні елементи пристрою то похибка буде

$\varepsilon_n = 0$.

W – рівень похибки обробки, враховуючи економічну точність даного методу, може бути визначений наступним чином:

$$W = 0,04 \text{ мм.}$$

Розрахунки похибки на виготовлення пристрою дорівнює:

$$\varepsilon_{np} = 0,2 - 1,2 \sqrt{(0,8 \cdot 0)^2 + 0,09^2 + 0,02^2 + 0^2 + (0,7 \cdot 0,04)^2} = 0,035 \text{ мм.}$$

Проведені розрахунки свідчать про те, що похибка виготовлення пристрою є невеликою і відповідає вимогам точності для оброблюваної деталі у даному пристрої.

3.1.5. Розробка технічних умов для пристрою, його компонування та опис роботи

Основні технічні вимоги до пристрою формулюються наступним чином:

1. Максимальна не перпендикулярність площини губок до основи пристрою не повинна перевищувати 0,1 мм на 100 мм довжини.

2. Заборонено заїдання рухомих частин пристрою.

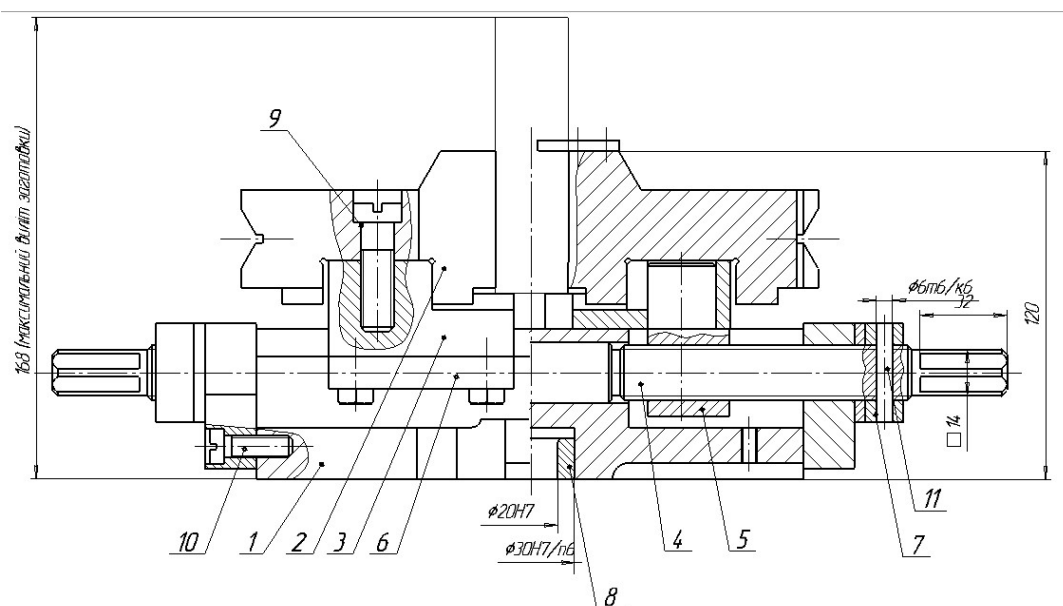


Рисунок 3.4 –Вигляд переналагоджючого пристрою

Пристрій складається з корпусу (поз. 1), в якому розташовані направляючі, а по них переміщуються дві призми (поз. 2) за допомогою гвинта (поз. 4).

Рух призм передеться від гвинта (поз. 4) через гайки (поз. 5 і поз. 6). Деталь устатовлюється в призми (поз. 2), опираючись торцем в корпус лещат (поз. 1). Обертанням рукоятки гвинта (поз. 4) гайки (поз. 5 і поз. 6) рухаються назустріч одна одній, передаючи рух на призми, які своїм рухом затискають деталь і фіксують її. Обертанням рукоятки гвинта (поз. 4) в зворотному напрямку система робить зворотній рух і відпускає деталь. Після цього можна зняти деталь і замінити її на нову.

3.2. Проектування верстатного пристрою для верстат з ЧПК VF1

Потрібно розробити та виконати необхідні розрахунки для пристрою, який буде використовуватися для фрезерування та свердлування на верстаті з ЧПК VF1. На операції 030 передбачено фрезерування заниження, свердлування двох отворів діаметром 5,5 мм та двох отворів діаметром 4,8 мм, а також виконання зенкування фасок з подальшим нарізанням різьби. Оскільки сили різання найбільше впливають на зміщення заготовки під час фрезерування заниження, розрахунок приводу буде проводитися за режимами фрезерування.

3.2.1. Розрахунки елементів пристрою на міцність

Здійснюємо розрахунок основних елементів пристрою та проводимо перевірочний розрахунок різьби на болті важеля щодо обмежуючого тиску за визначеною формулою.

$$p = \frac{W}{z \cdot \pi \cdot d_2 \cdot h} \leq [p], \quad (3.6)$$

де z - число працюючих витків, $z = 6$;

d_2 - середні діаметри різьби, $d_2 = 14,702$ мм;

h - робоча висота профілю, $h = 1,085$ мм;

$[p]$ - допустимий тиск, $[p] = 15$ Н/мм².

Сила осі болта $W = 1124$ Н.

$$p = \frac{1124}{5 \cdot 3,14 \cdot 14,701 \cdot 1,082} = 4,87 \text{ Н/мм}^2.$$

Виконується умова. $[p] = 15$ Н/мм² більше чим 4,85 Н/мм²

3.2.2. Проведені розрахунки точності пристрою

Допустима похибка пристрою визначається за формулою:

$$\varepsilon_{\text{дон}} = TD - \kappa \cdot \omega, \quad (3.7)$$

де TD – поле допуску розміру деталі, $TD = \pm 0,1$ мм;

κ – поправочний коефіцієнт, $\kappa = 0,9$ [3];

ω – точність обробки на вибраному верстаті, $\omega = 20$ мкм, [3].

$$\varepsilon_{\text{дон}} = 200 - 0,8 \cdot 20 = 184 \text{ мкм.}$$

Похибку установки визначаємо за формулою:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\bar{\sigma}}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\text{пр}}^2}, \quad (3.8)$$

де $\varepsilon_{\bar{\sigma}}$ - похибка базування $\varepsilon_{\bar{\sigma}} = 0$, співпадають технологічні, конструкторські та встановлювані бази.

ε_3 - похибка закріплення, $\varepsilon_3 = 0,01$ мм (затиск гідравлічний) [3];

$\varepsilon_{\text{пр}}$ - похибка пристрою:

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \sqrt{\varepsilon_{\text{виг}}^2 + \varepsilon_{\text{зн}}^2 + \varepsilon_{\text{фікс}}^2}, \quad (3.9)$$

де $\varepsilon_{\text{виг}}$ - похибка виготовлення установочних елементів, $\varepsilon_{\text{виг}} = 0,01$ мм;

$\varepsilon_{\text{зн}}$ - похибка зношення установочних елементів, $\varepsilon_{\text{зн}} = 0,02$ мм;

$\varepsilon_{\text{фікс}}$ - похибка фіксації пристрою на столі верстата, $\varepsilon_{\text{фікс}} = 0,01$ мм.

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \sqrt{0,01^2 + 0,02^2 + 0,01^2} = 0,025 \text{ мм.}$$

Тоді похибка встановлення деталі у пристрій:

$$\varepsilon_y = \sqrt{0,01^2 + 0,025^2} = 0,027 \text{ мм.}$$

Умова $\varepsilon_{\text{дон}} \geq \varepsilon_y$ виконується. Тобто $0,185 > 0,027$. Точність оброблення деталі у пристрої забезпечена.

3.2.3. Розробка технічних характеристик пристрою та детальний опис його функціональності.

Використання системи пристроїв УЗП дозволяє ефективно використовувати верстати з ЧПК, особливо при обробці невеликої кількості деталей. Привід пристрою реалізований гідравлічно. Гідроприводи мають компактні розміри, оскільки працюють при високому тиску масла. Вони забезпечують плавний рух, високий коефіцієнт корисної дії (до 92%) і невелике запізнення (0,01-0,03 с), що робить їх більш вигідними у порівнянні з пневмоприводами.

Заготовка фіксується на площині пристрою за допомогою штирів з плоскою головкою та пальців у отворі, взаємодіючи з циліндричними штирями з боковою поверхнею (рис. 3.5). Вся система забезпечує повну схему базування. Важелі піднімаються до заготовки, і стиснуте мастило подається в гідроциліндри. Здійснюється фіксація заготовки та проводиться її оброблення.

Для забезпечення точності оброблення необхідно дотримуватися паралельності установочної площини пристрою до площини основи з похибкою не більше 0,1 мм на 100 мм довжини..

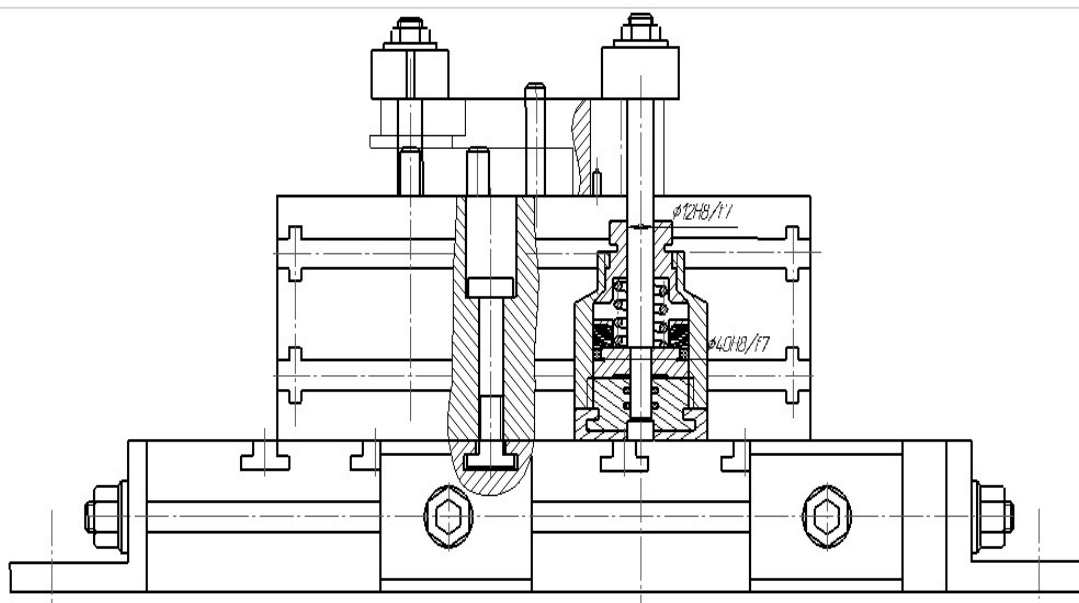


Рисунок 3.5 – Вид верстатного пристрою

3.3. Проектування контрольно-вимірювального пристрою

3.3.1. Технічні умови та вимоги з креслення, які підлягають перевірці.

Технічні умови та вимоги креслення, що підлягають контролю.

Для даної деталі, слід перевірити паралельність шпону очного пазу відносно осі. Цей параметр можна перевірити за допомогою розробленого контрольно-вимірювального пристрою.

Вибір схеми заданого контролю та параметру.

Відповідно до рекомендацій 8, обираємо наступну схему контролю, яка представлена на схемі зображена на рис.3.7

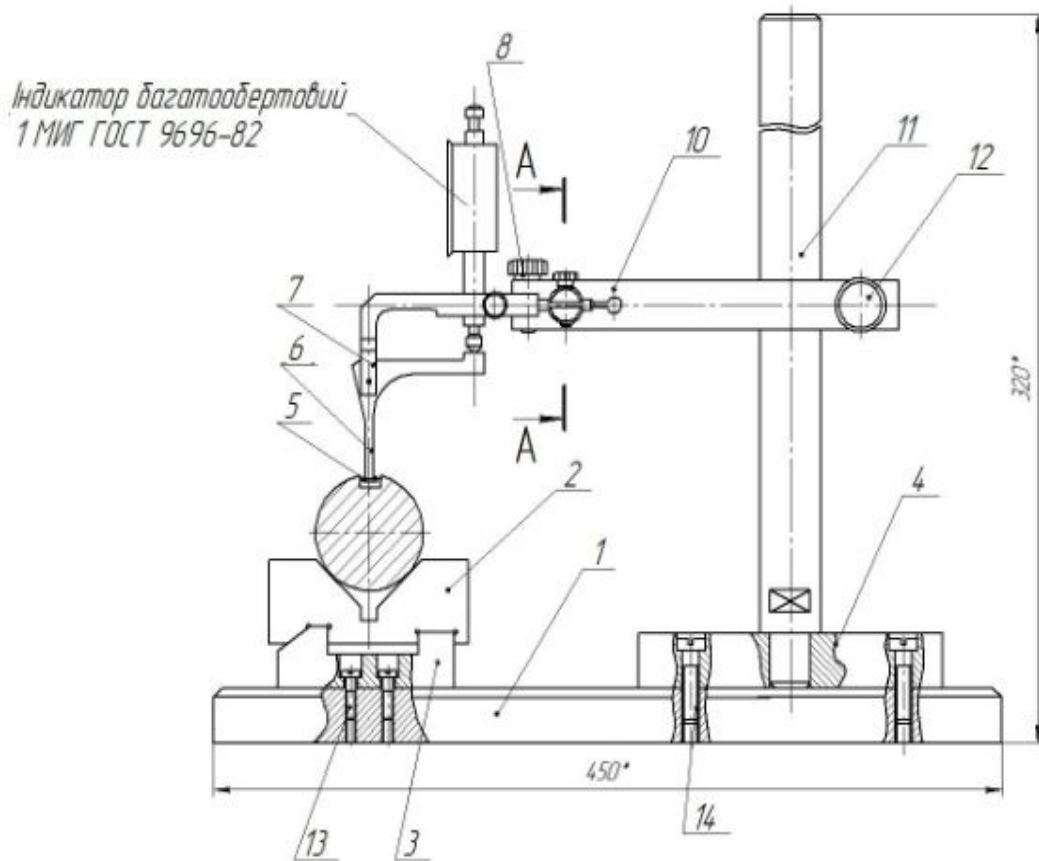


Рисунок 3.7 – Загальний вид контрольного пристрою

Розрахунок точності вимірювання

$$\Delta_{\text{вим}} = T - k \cdot w,$$

де T -допуск вимірювання, $T=0.05$ мм.

k - поправочний коефіцієнт, $k=1.2$

w - похибка пристрою,

$$w = \varepsilon_y = \sqrt{\xi_{\delta}^2 + \xi_3^2 + \xi_{\text{пр}}^2},$$

де ξ_{δ} -похибки базування, $\xi_{\delta}=0$

ξ_3 -похибки закріплення, $\xi_3=0$

$\xi_{\text{пр}}$ -похибки пристрою,

$$\xi_{\text{пр}} = (1/4 \dots 1/10) T_d = (1/4 \dots 1/10) \cdot 0.064 = (0.0155 \dots 0.0064) \text{ мм.}$$

Ми приймаємо $\xi_{\text{пр}} = 0.02$

$$\Delta_{\text{вим}} = 0.05 - 1.2 \cdot 0.01 = 0.037 \text{ мм.}$$

Відповідно до рекомендацій, обираємо

$$\Delta_{\text{пр}} = \Delta_{\text{вим}} \cdot (0.5 \dots 0.75) = (0.018 \dots 0.028) \text{ мм.}$$

Ми приймаємо $\Delta_{\text{пр}} = 0.02$ мм.

Таким чином, обираємо індикатор годинникового типу ІЧ із поділкою 0.01 мм та похибкою вимірювання 0.009 мм відповідно до вимог ДСТУ 868-82.

Принцип роботи пристрою

Деталь (Вал) лежить в призмах. Індикатори часового типу встановленні в кріпленні , та зафіксовані на стійці. Сійка може переміщуватись паралельно основній плиті, в робочому положені вона жорстко закріплена.

Для вимірювання паралельності достатньо встановити коромисло в паз до конакту з індикаторами по показам індикаторів визначають паралельність.

Висновок до розділу 3

1. В конструкторському відділі розроблено верстатний пристрій для верстату з ЧПК, а також верстатний пристрій для операції на верстаті для фрезерування площин заготовки.

2. Спроектовано пристрій для контролю.

РОЗДІЛ 4. ДОСЛІДНИЦЬКИЙ

4.1. Проведено аналіз деталі "Вал 684.354.84" у середовищі SolidWorks, використовуючи модуль Simulation.

Основною метою проведених досліджень є інженерний аналіз конструктивних параметрів вказаної деталі з урахуванням міцності та переміщень елементів під впливом робочих навантажень.

Для виконання аналізу конструкції деталі «Вал 684.354.84» рекомендується використовувати програмне середовище SolidWorks.

Використання програмного забезпечення SolidWorks разом з модулем Simulation дозволяє проводити інженерні розрахунки та моделювати вплив різних чинників навколишнього середовища на виріб з використанням методу аналізу кінцевих елементів (FEA). Основні особливості модуля Simulation включають:

Лінійний аналіз;

Втомний аналіз металу;

Нелінійний аналіз;

Тепловий аналіз;

Частотний аналіз;

Аналіз виробів з пластмаси і гуми;

Динамічний аналіз та інші.

Моделювання за допомогою методу аналізу кінцевих елементів полягає в дискретизації проєктованих компонентів у тверде тіло, оболонку або балковий елемент. Цей метод використовує лінійний аналіз напружень для визначення реакції деталей і вузлів під впливом різних факторів, таких як сила, тиск, прискорення, температура та контакт між компонентами.

Будь-який аналіз виконується у декілька етапів. Для проведення розрахунків необхідно виконати наступні кроки:

- 1) побудувати тривимірну модель виробу;
- 2) згенерувати кінцево-елементну сітку;
- 3) визначити матеріал моделі;
- 4) накласти граничні умови, що визначають суть фізичного явища, що підлягає аналізу;
- 5) виконати розрахунок;
- 6) проаналізувати результати.

Можливо також врахувати напруження, що виникають внаслідок температурного розширення чи стиснення матеріалу, або деформації конструкції на величину відомих переміщень. Користуючись програмним продуктом SolidWorks, користувач може оцінити міцність розробленої ним конструкції за допустимими напруженнями, визначити найменш надійні місця конструкції та внести необхідні зміни, оптимізувати конструктивну форму виробу.

Тривимірну модель створено за допомогою програмного продукту SolidWorks, яка представлена на рис. 4.1

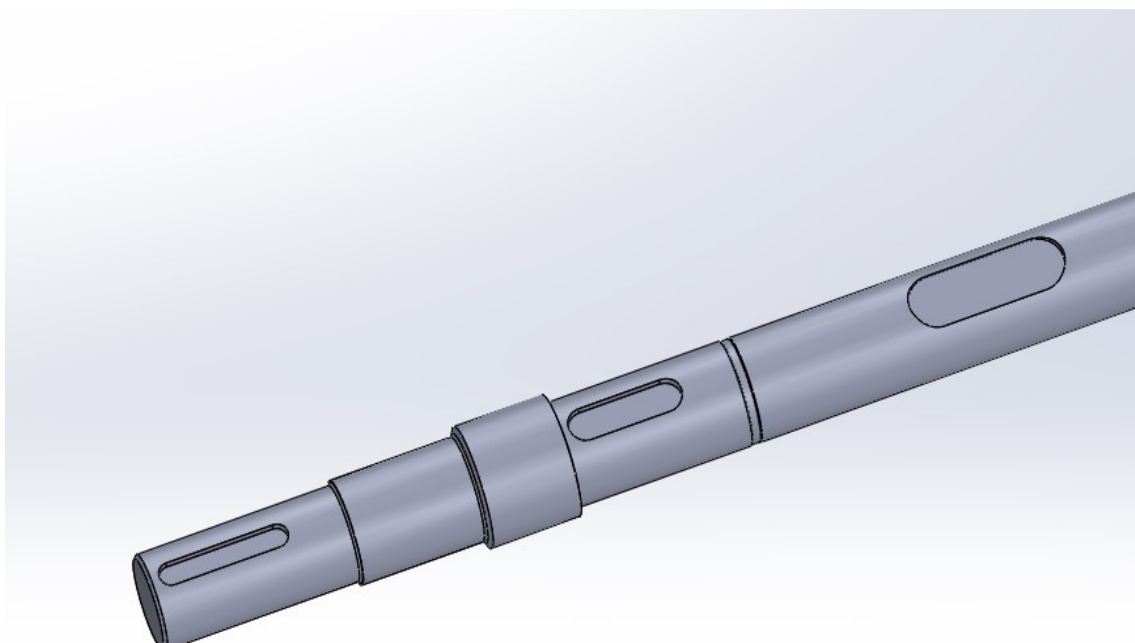


Рисунок 4.1 – Вигляд тривимірної моделі Вал 3D

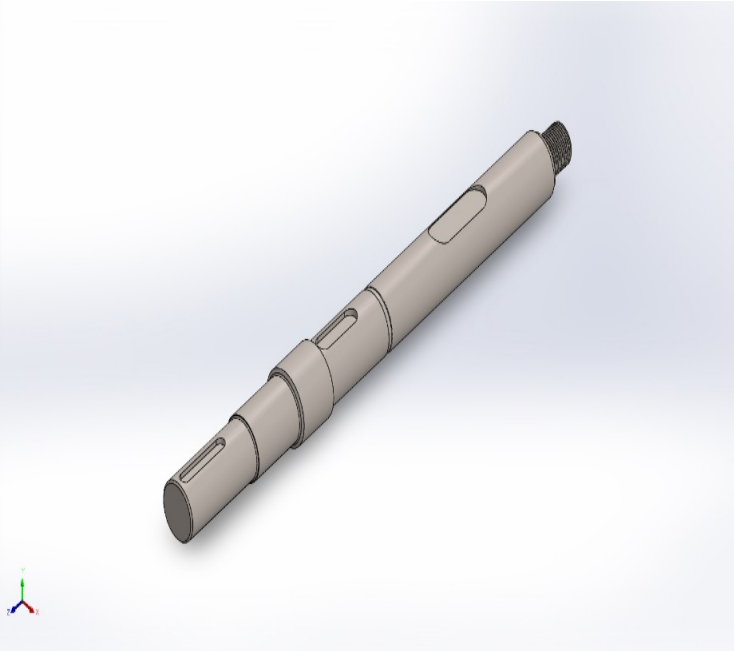


Рисунок 4.2 – Загальний вигляд моделі Вал

Симуляція Валу

Зміст

Опис 1

Припущення 2

Інформація про модель 2

Властивості дослідження 3

Одиниці 3

Властивості матеріалу 4

Навантаження та кріплення 5

Визначення з'єднувачів 5

Дані контакту 5

Інформація про сітку 6

Дані датчиків 6

Результати сили 7

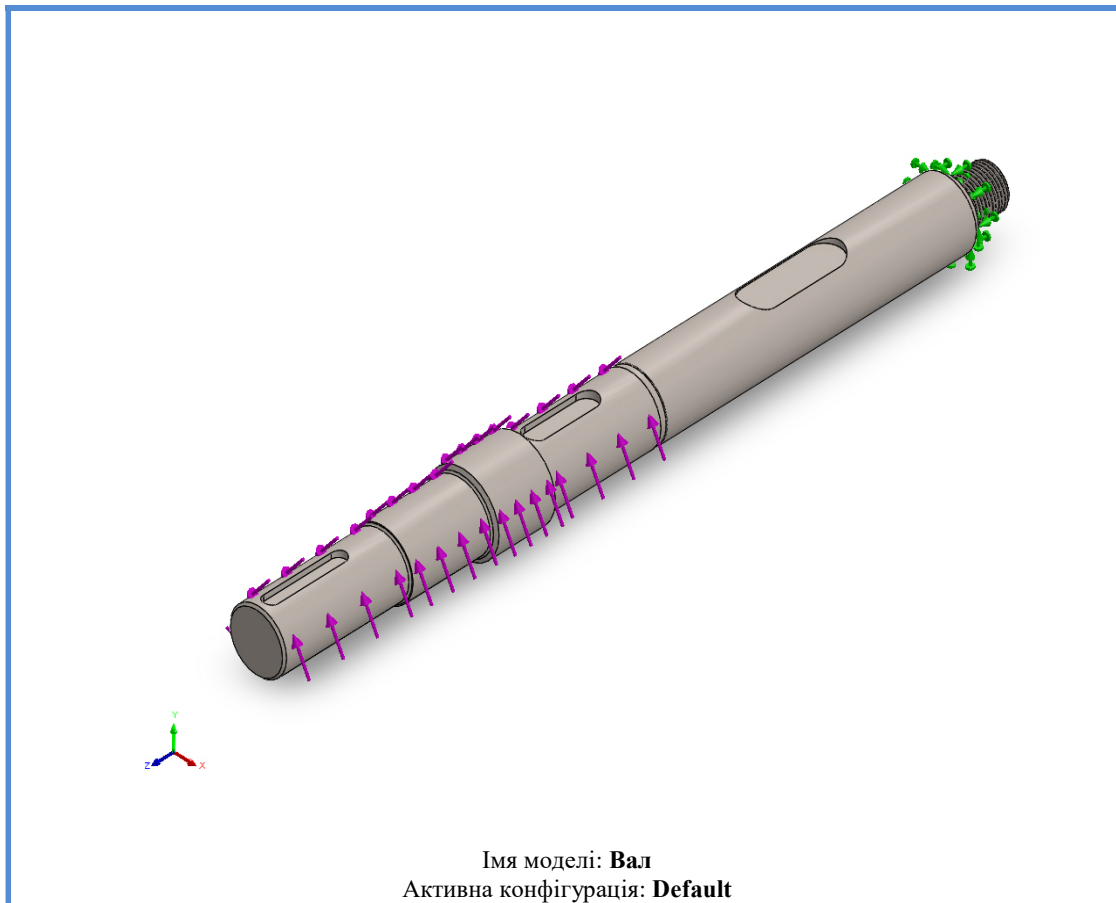
Балки 7

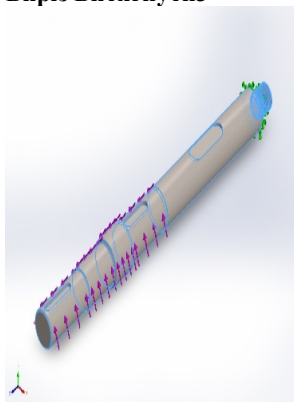
Результати дослідження 8

Висновок 10

Допущення

Інформація про модель



Тверді тіла			
Ім'я та посилання документа	Розглядається як	Об'ємні властивості	Шлях документа/Дата зміни
Виріз Витягнути3 	Тверде тіло	Маса: 14,8625 kg Об'єм: 0,00193018 m ³ Щільність: 7 700,04 kg/m ³ Маса: 145,653 N	C:\Users\Desktop\XHY\ Вал.SLDPRT Nov 9 12:21:55 2023

Властивості дослідження

Ім'я дослідження	Статичний 1
Тип аналізу	Статичний
Тип сітки	Сетка на твердом теле
Тепловий ефект:	Увімк
Термічний параметр	Включити теплові навантаження
Температура при нульовій напрузі	298 Kelvin
Включити ефекти тиску рідини із SOLIDWORKS Flow Simulation	Вимк
Тип вирішальної програми	Авто
Вплив навантажень на власні частоти:	Вимк
М'яка пружина:	Вимк
Інерційне розвантаження:	Вимк
Несумісні параметри зв'язку	Авто
Великі переміщення	Вимк
Обчислити сили вільних тіл	Увімк
Тертя	Вимк
Використовувати адаптивний метод:	Вимк
Папка результатів	Документ SOLIDWORKS (C:\Users\Desktop\XHY)


Одиниці

Система одиниць виміру:	SI (MKS)
Довжина/Переміщення	mm
Температура	Kelvin
Угловая скорость	Рад/сек
Тиск/напруга	N/m ²

Для проведення розрахунків з твердотільною моделлю деталі необхідно визначити матеріал, з якого вона виготовлена. У SolidWorks для аналізу існують дві опції визначення матеріалу. За умовчанням в розрахунках використовуються характеристики матеріалу, вказані в "операціях". Призначення матеріалу для тривимірної моделі можна виконати у вікні властивостей операції або обрати його з бази даних матеріалів.

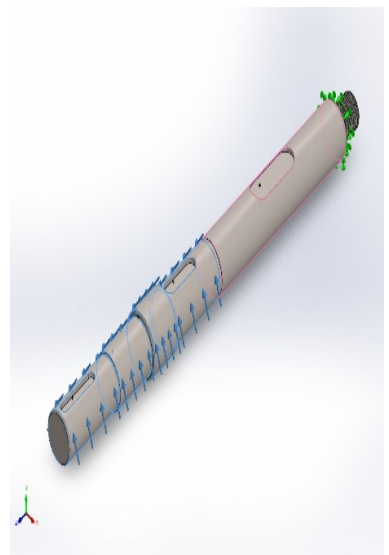
Доступ до бази матеріалів Аналізу у поточній задачі можна отримати через команду "Аналіз-Матеріал" або з контекстного меню дерева задач, яке відображається у вікні задач. Для нашої моделі ми визначимо матеріал як "конструкційна низьколегована сталь 40X" з бази матеріалів SolidWorks.

Властивості матеріалу

Посилання на модель	Властивості	Компоненти
	<p>Ім'я: Легована сталь</p> <p>Тип моделі: Лінійний Пружний Ізотропний</p> <p>Стандартний критерій міцності: Максимальна напруга von Mises</p> <p>Межа плинності: $6,20422e+08$ N/m^2</p> <p>Межа міцності при розтягуванні: $7,23826e+08 N/m^2$</p> <p>Модуль пружності: $2,1e+11 N/m^2$</p> <p>Коефіцієнт Пуассона: 0,28</p> <p>Масова густина: $7\ 700 kg/m^3$</p> <p>Модуль зсуву: $7,9 e+10 N/m^2$</p> <p>Коефіцієнт теплового розширення: $1,3 e-05 / Kelvin$</p>	<p>Тверде тіло 1(Виріз- Витягнути 3) (Вал)</p>
<p>Дані кривої: N/A</p>		

4.2 Навантаження та кріплення

Ім'я кріплення	Зображення кріплення	Дані кріплення		
Зафіксований-ванний-1		<p>Об'єкти: 1 грані Тип: Зафіксована геометрія</p>		
Результуючі сили				
Компоненти	X	Y	Z	Результуюча
Сила реакції (N)	-43,7521	-0,0549374	0,0178013	43,7521
Реактивний момент(N.m)	0	0	0	10

Ім'я навантаження	Завантажити зображення	Завантажити дані
Обертвий момент-1		<p>Об'єкти: 4 грані Довідковий: Грань< 1 > Тип: Прикласти крутний момент Значення: 10 N.m</p>

4.3 Інформація про сітку

Тип сітки	Сітка на твердому тілі
Використовуване розбиття:	Стандартна сітка
Автоматичне ущільнення сітки:	Вимк
Увімкнуті автоцикли сітки:	Вимк
Крапки Якобіана для сітки високої якості	16 Крапки
Розмір елемента	12,4536 mm
Допуск	0,622678 mm
Якість сітки	Висока

Інформація про сітку – Деталізація

Усього вузлів	20066
Усього елементів	12495
Максимальне співвідношення сторін	45,707
% елементів із співвідношенням сторін < 3	78,8
Відсоток елементів із співвідношенням сторін > 10	3,84
Відсоток спотворених елементів	0
Час для завершення сітки (hh; mm; ss):	00:00:05
Ім'я комп'ютера:	

Результуючі сили
Сили реакції

Вибраний набір	Одиниці	Сума X	Сума Y	Сума Z	Результуюча
всієї моделі	N	-43,7521	-0,0549374	0,0178013	43,7521

Моменти реакції

Вибраний набір	Одиниці	Сума X	Сума Y	Сума Z	Результуюча
всієї моделі	N.m	0	0	0	0

Сили вільних тіл

Выбранный набор	Одиниці	Сумма X	Сума Y	Сума Z	Результуюча
всієї моделі	N	-0,678204	0,0687529	-0,0962097	0,688436

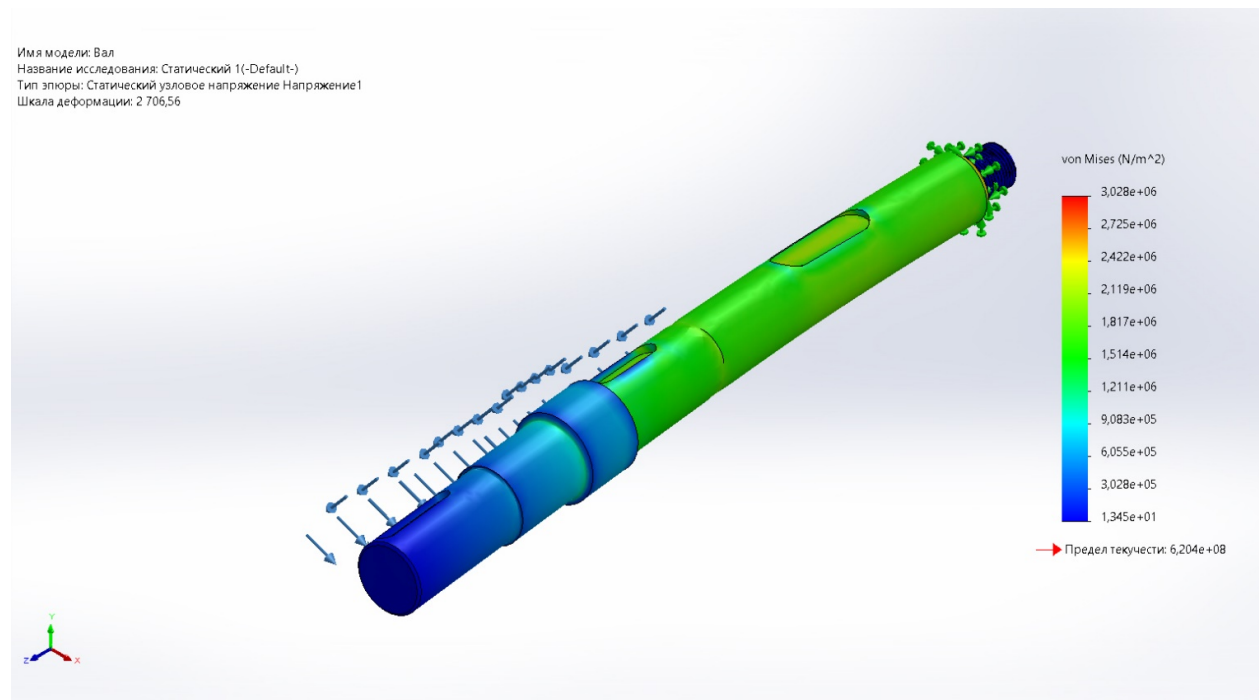
Моменти вільних тіл

Выбранный набор	Одиниці	Сума X	Сума Y	Сума Z	Результуюча
всієї моделі	N.m	0	0	0	1e-33

Результати дослідження

Продовженням далі виконуємо аналіз напружень в елементах деталі. Результати вивчення деформацій компонентів деталі "Вал 684.354.84" представлені у дереві задач і проілюстровані на рисунку 4.4.

Ім'я	Тип	Мін	Макс
Напруга1	VON: Напруга Von Mises	1,345e+01N/m ² Вузол: 18088	3,028e+06N/m ² Вузол: 1286



Вал-Статичний 1-Напруга-Напруга1

Рисунок 4.4 - Результати аналізу напруга елементів деталі Вал

Ім'я	Тип	Мін	Макс
Переміщення1	URES: Результуюче переміщення	0,000e+00mm Вузол: 1283	2,653e-02mm Вузол: 10334

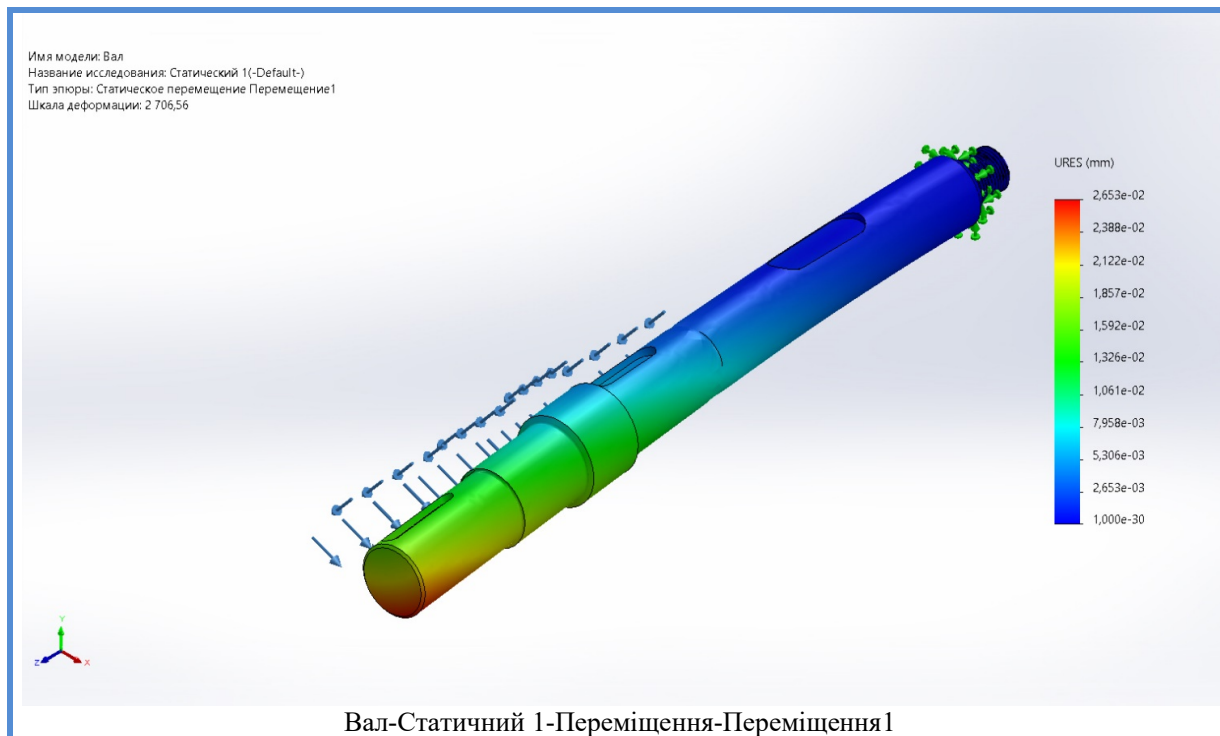


Рисунок 4.5 - Результати аналізу деталі Вал

Ім'я	Тип	Мін	Макс
Деформація1	ESTRN: Еквівалентна деформація	4,164e-11 Елемент: 4662	9,873e-06 Елемент: 12116

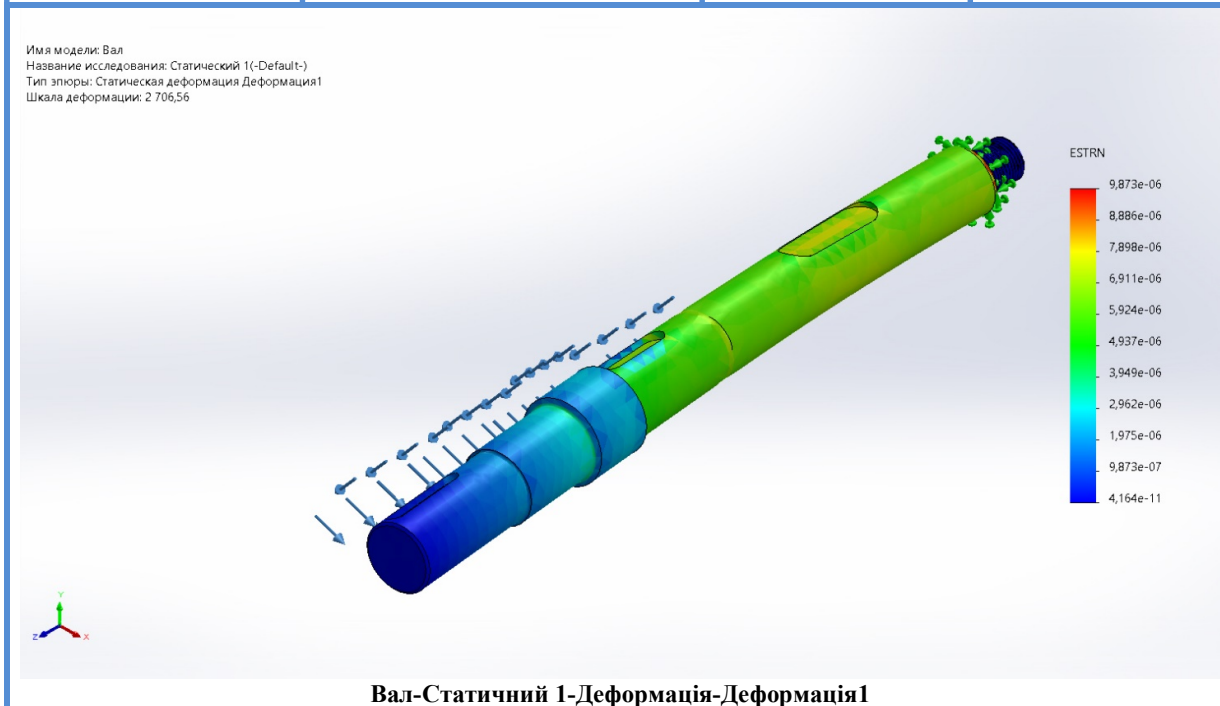


Рисунок 4.6 - Результати аналізу деформації елементів деталі Вал

Надалі проводимо аналіз переміщення у елементах деталі. Результати досліджень деформації елементів деталі «Вал 684.354.84» відображаються в дереві за-
дач та показані на рис 4.7

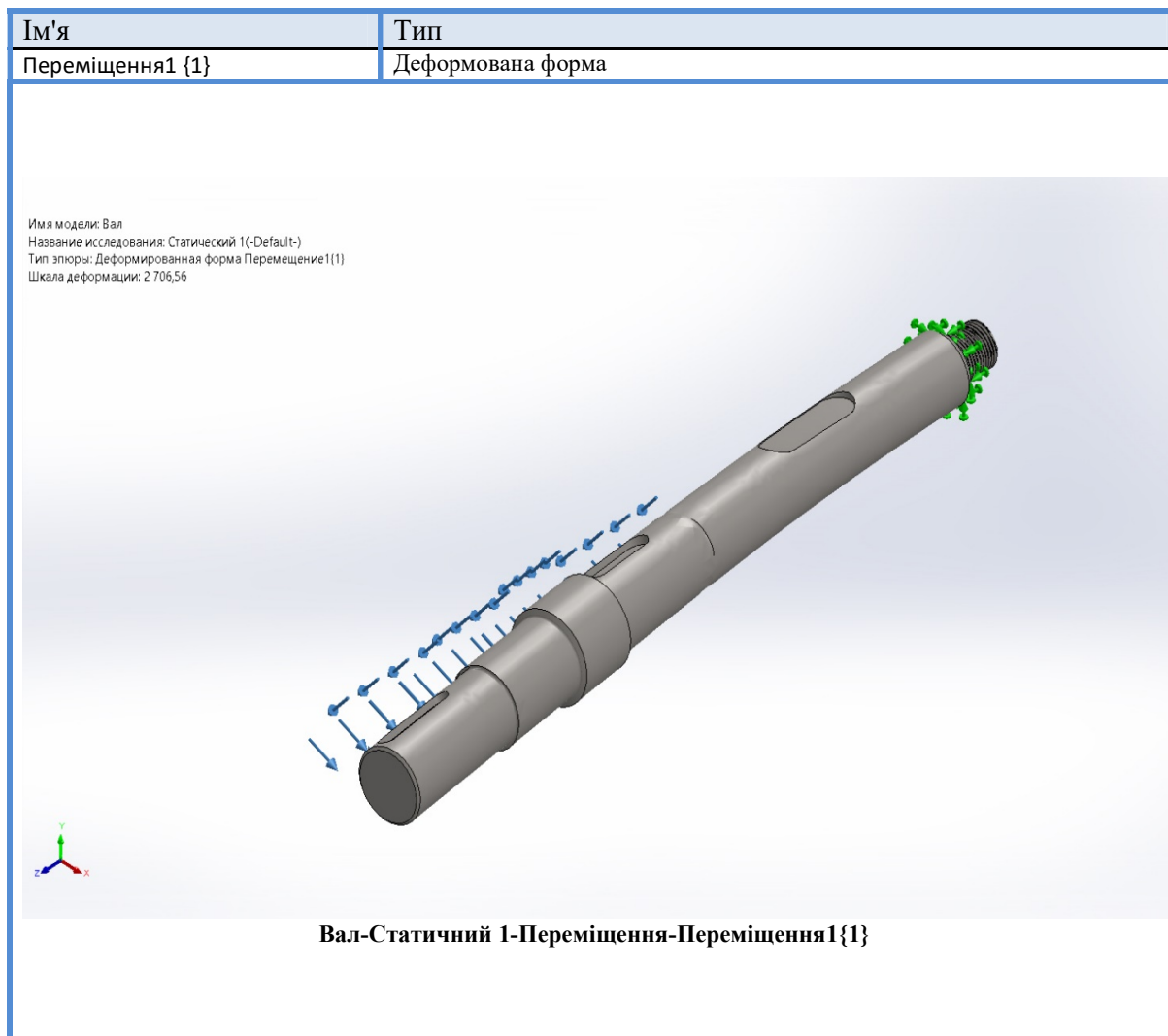


Рисунок 4.7 - Результати аналізу переміщення елементів деталі Вал

4.3 Покриття для детонаційні для відновлення зношених деталей

У процесі відновлення зношених деталей сучасної техніки застосовується метод електромеханічної обробки (ЕМО), що базується на термічному і силовому впливі на деталь для її зміцнення. Цей метод дозволяє значно змінити фізико-механічні властивості поверхневих шарів деталей, підвищити їх зносостійкість, межу витривалості та інші експлуатаційні характеристики.

Для відновлення геометричних розмірів деталей, підвищення опору зносу, збільшення твердості та захисту від корозії використовується електроіскрове легування (ЕІЛ). Особливістю методу ЕІЛ є можливість створення багатофункціональних покриттів, які володіють різноманітними фізико-механічними властивостями.

Найякісніші покриття отримують при ЕІЛ залізо-вуглецевих сплавів металами 4–6 групи таблиці Д.І. Менделєєва. Кількість шарів при нанесенні електроіскрових покриттів залежить від режимів обробки та середовища між електродами. Збільшення часу обробки може призводити не до збільшення товщини покриттів, а, навпаки, до її зменшення.

Незважаючи на неможливість отримання 100% суцільного покриття, високу шорсткість поверхневого шару, наявність залишкових напружень та низьку продуктивність, ЕІЛ застосовується для підвищення механічних властивостей.

Лазерне променювання широко застосовується для поверхневого зміцнення конструкційних матеріалів, змінюючи їхню структуру або застосовуючи покриття. Цей метод використовується для підвищення зносостійкості деталей, які працюють в умовах контактної взаємодії, а також для відновлення зношених елементів, зокрема у сфері автотракторобудування.

Недоліками лазерної обробки є обмежене розуміння механізму структуроутворення та важкість ефективного управління процесами формування зносостійких структур, зменшення глибини зміцнення при малих швидкостях променя через екрануючу дію плазми, нерівномірність якості зміцненого шару при обробці великогабаритних деталей, утворення тріщин під час обробки та висока вартість обладнання.

Для досягнення необхідних триботехнічних характеристик при відновленні деталей рекомендується поєднання двох або більше технологічних процесів. Нові методи, такі як високотемпературний синтез (СВС-метод) та використання концентрованої сонячної енергії, також активно впроваджуються для подальшого розвитку технологій поверхневого зміцнення та відновлення деталей, що є екологічно чистими та енергоефективними.

Паралельно з металевими покриттями, на поверхні тертя деталей використовують полімерні покриття. Способи нанесення включають газопламеневий, вихоровий, вібровихоровий, струменеве напилення тощо. В якості матеріалів служать поліетилен, поліпропілен, поліуретан, капрон та інші. Особливістю є металополімерне композиційне покриття.

4.1 Зношування зразків з детонаційними покриттями

На поверхні наносились покриття НАС та КХН

1	Композит НАС, порошкова суміш	Детонаційно- газовенапилення	82Ni, 14Al, 6Si	11,0 по HV
2	Композит КХН, порошкова суміш	Детонаційно- газовенапилення	62Ni, 18Cr, 20Co	10,8 по HV

Для визначення найбільш оптимального поєднання сталі з матеріалами, які можна використовувати для відновлення зношених деталей, зокрема, сталевого штока гідроциліндра, використовуючи технологію детонаційних покриттів, було проведено чотири серії випробувань.

При цьому досліджувалися чотири комбінації пар тертя:

- Сталь 40 – сталь 40;
- Сталь 40 – сталь 40 з покриттям НАС;
- Сталь 40 – сталь 40 з покриттям КХН;
- Сталь 40 з покриттям НАС – сталь 40 для покриттям КХН.

В процесі дослідження визначалися значення величини зношування Δh , що розраховується на основі зміни довжини лунки, виміряної за допомогою мікроскопа. Експеримент включав в себе визначення коефіцієнта тертя f за різних рівнів контактного тиску, використовуючи масло марки І-20 (згідно з ТУ-38–101–50–70, ГОСТ 20799–75) в якості мастила.

Графіки залежностей величини зношування Δh від шляху тертя представлені на рисунках 4.1, 4.3, 4.5, 4.7. Криві, які описують ці залежності, відображають вплив різних факторів на розмір зношування.

Отримані дані також включають табличні значення та графічні залежності коефіцієнта тертя від рівня контактних напруг, які представлені на рисунках 4.2, 4.4, 4.6, 4.8. Ці залежності дозволяють провести подальшу обробку даних, визначаючи емпіричні закономірності між різними змінними та узагальнюючи їх у вигляді однієї формули. Відповідають графічній функції $y = \frac{x}{a + bx} + c$, Щоб визначити значення параметрів кривих, які описують залежності величини коефіцієнта тертя f від прикладених тисків p , вони були апроксимовані показовою функцією. Для отримання значень цих параметрів, які відповідають інтерпретації графіків на

рисунках 4.1... 4.8, ми використовуємо логарифмування обох частин рівнянь.

$$f = ap^b \text{ и } \Delta h = \frac{T}{a+bT} + c.$$

Побудуємо графіки в координатах $\lg p - \lg f$, $\lg \Delta h - \lg T$ і визначимо числові значення параметрів емпіричних формул. Для цього використовуємо метод середніх, розбиваючи результати спостережень на групи з трьох і чотирьох чисел кожна, визначимо числові значення параметрів a , b , c .

Отримані таким чином емпіричні залежності мають такий вигляд:

– Пара тертя сталь 40 – сталь 40 (рис. 4.1, 4.2):

$$\Delta h = \frac{T - 0,27}{11218 + 53,13T}; \quad (4.1)$$

$$fp^{0,232} = 0,0488. \quad (4.2)$$

Рис. 4 - Вплив шляху тертя T на розмір зношування Δh для пари тертя сталь 40 – сталь 40 може бути визначений залежністю.

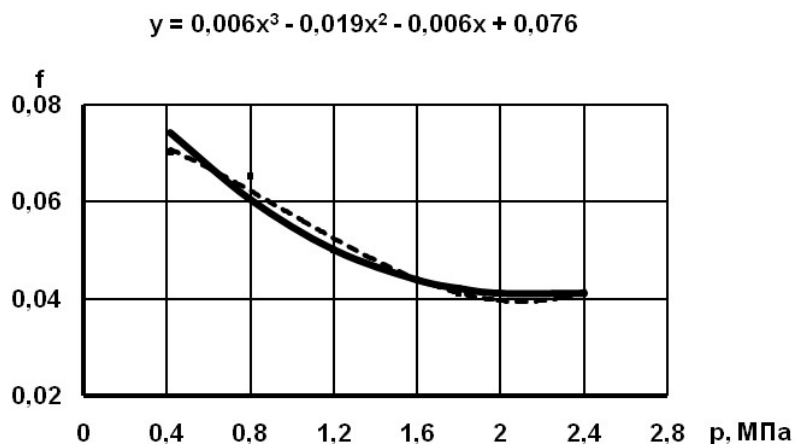


Рис. 4.1 - Відношення між коефіцієнтом тертя f та прикладеним тиском P для пари тертя сталь 40 – сталь 40

може бути представлено на рисунках 4.4 і 4.5.

$$\Delta h = \frac{T - 0,33}{14250 + 32,14T} + 0,001; \quad (4.3)$$

$$fp^{0,296} = 0,0313. \quad (4.4)$$

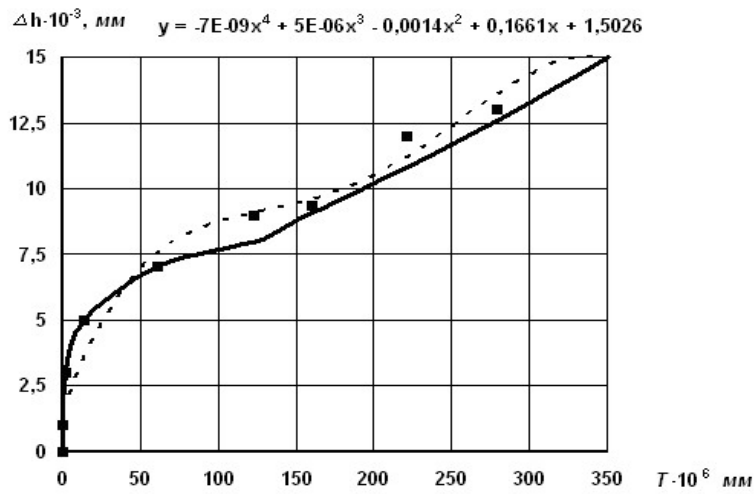


Рис. 4.2 - Взаємозв'язок зношування Δh від шляху тертя T для пари тертя сталі 40 – сталь 40 з покриттям НАС

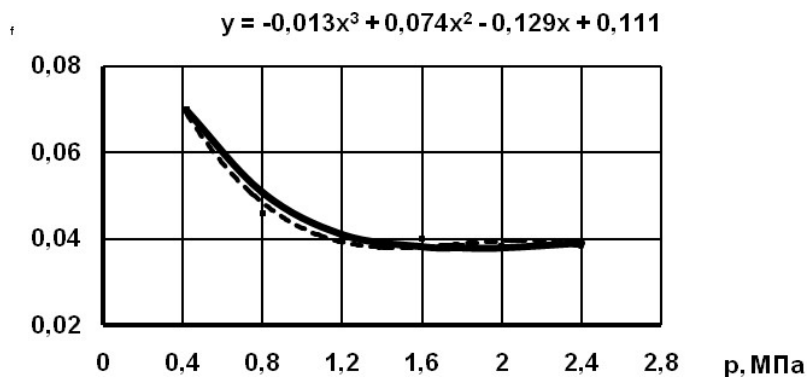


Рис. 4.3 - Залежність коефіцієнта тертя f від рівня прикладеного тиску P можна описати для пари тертя сталі 40 – сталь 40 з покриттям НАС.

$$\Delta h = \frac{T - 0,30}{16200 + 28,46T} \quad (4.5)$$

$$fp^{0,351} = 0,0366 \quad (4.6)$$

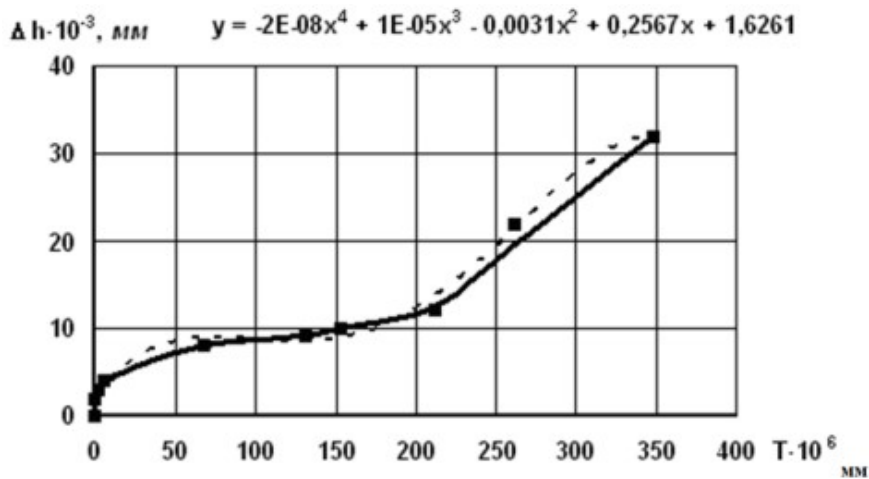


Рис. 4.4 - Залежність величини зношування Δh від шляху тертя T можна описати для пари тертя сталь 40 – сталь 40 з покриттям КХН.

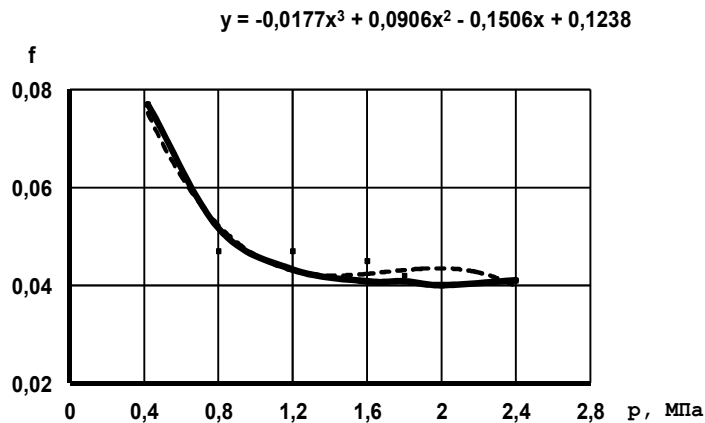


Рис. 4.5- Залежність коефіцієнта тертя f від рівня прикладеного тиску p можна охарактеризувати для пари тертя сталь 40 – сталь 40 з покриттям КХН та пари тертя сталь 40 з покриттям НАС – сталь 40 з покриттям КХН (рис. 4.7, 4.8).

$$\Delta h = \frac{T - 0,38}{12285 + 22,9T} + 0,0022 ; \quad (4.7)$$

$$fp^{0,312} = 0,0286. \quad (4.8)$$

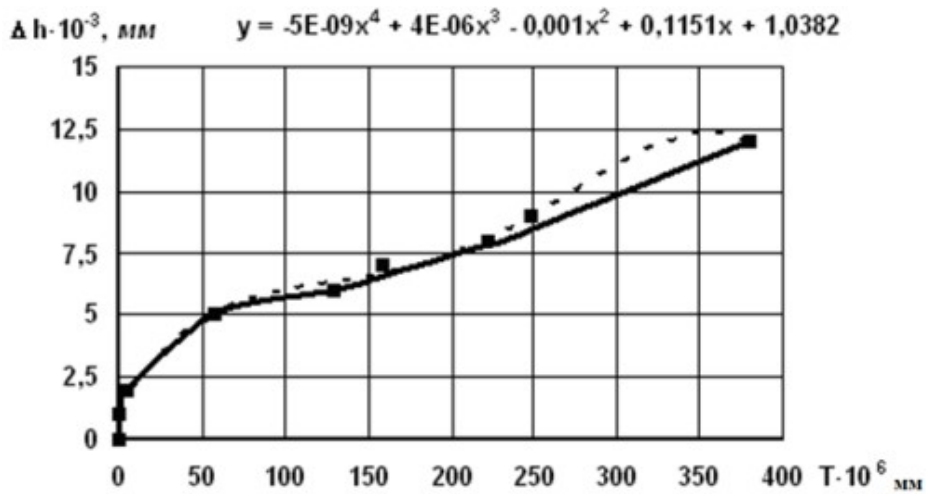


Рис. 4.6 - Залежність зношування Δh від шляху тертя T для пари тертя сталь 40 з покриттям НАС – сталь 40 з покриттям КХН може бути виражена наступним чином.

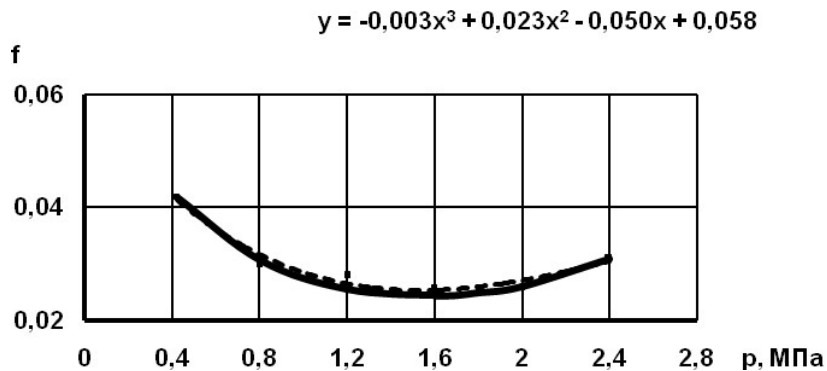


Рис. 4.7 залежність коефіцієнта тертя (f) від прикладеного тиску (p) для пари тертя сталь 40 з покриттям НАС – сталь 40 з покриттям КХН. Похибка обчислень за формулами (4.3)... (4.8) не перевищує 10% від отриманих експериментальних значень, яку можна легко визначити з поданих графіків.

Аналізуючи експериментальні та емпіричні дані, можна зазначити наступне:

Пара тертя сталь 40 з покриттям НАС – сталь 40 з покриттям КХН виявляє найбільшу стійкість до зносу. Середнє значення зносу в цій парі є на 6,5 рази менше, ніж у парі тертя сталь 40 – сталь 40 з покриттям НАС та вдвічі менше, ніж у парі тертя сталь 40 – сталь 40 з покриттям КХН.

Пара тертя сталь 40 з покриттям НАС – сталь 40 з покриттям КХН володіє найкращими антифрикційними властивостями та має найменше значення коефіцієнта тертя. Середнє значення коефіцієнта тертя в цій парі становить 1,8 рази менше, ніж у парі тертя сталь 40 – сталь 40 та 1,6 рази менше, ніж у парі тертя сталь 40 з покриттям НАС – сталь 40 з покриттям КХН.

З урахуванням того, що порошкові матеріали на нікелевій основі виготовляються вітчизняною промисловістю, рекомендується їх використовувати для нанесення детонаційних покриттів.

З метою подальших досліджень нанесення детонаційних покриттів і визначення асортименту відновлюваних деталей рекомендується провести випробування реальних машин з відновленими деталями, покритими детонаційними матеріалами.

Залежності (4.3)... (4.8) можна використовувати для прогнозування тривалості служби відновлених вузлів і антифрикційних характеристик відновлених поверхонь.

5 РОЗДІЛ ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

5.1 Заходи з безпеки під час налаштування та експлуатації верстатів з чисельно-програмованим управлінням (ЧПК) забезпечуються відповідно до стандартів безпеки, визначених у ГОСТ 12.2.009-80, а також додатковими уточненими вимогами, які подані нижче.

Засоби безпеки для обслуговуючого персоналу включають наступні вимоги та процедури:

Кваліфікації та інструктаж:

Особи, які працюють на верстаті, повинні мати знання про його будову та правила експлуатації.

Вони повинні пройти інструктаж з техніки безпеки та ознайомитися з експлуатаційною документацією, яка входить в комплект документації.

Строповка верстата:

Особи, які проводять строповку верстата та його складових частин, повинні мати знання правил строповки.

Вони повинні мати посвідчення на право виконання цих робіт та пройти відповідний інструктаж з техніки безпеки.

При стропуванні накопичувача та інструментального магазину необхідно враховувати неврівноваженість вузлів.

Наладка електрообладнання:

Наладку електрообладнання повинні виконувати тільки спеціалісти з електрообладнання.

Заходи безпеки під час переміщення, встановлення та експлуатації верстата включають наступні аспекти:

Переміщення та встановлення верстата:

Виконання всіх операцій згідно з вимогами "Керівництва з експлуатації верстата".

Використання спеціальних рим-болтів для стропування з метою забезпечення безпеки.

Здійснення установки системи лише з використанням спеціальних вантажних механізмів.

Використання дерев'яних підкладок під деталі масою більше 16 кг під час їх установки.

Підготовка верстата до роботи включає:

Перевірку наявності та належного функціонування захисних механізмів та огорожень робочих органів.

Використання попереджувальних механізмів для захисту від стружки та масообробки.

Перевірку наявності та функціональності різального та допоміжного інструментів.

Роботу з блокувальними пристроями для забезпечення безпеки під час роботи.

Під час експлуатації верстата важливо:

Забороняти перебування сторонніх осіб в зоні роботи системи.

Утримуватися від перевищення номінальної потужності верстата.

Дотримуватися заходів безпеки при контролі деталей, заміні інструментів, видаленні стружки та ремонті системи при увімкненому верстаті.

Забороняти використання бензину, керосину та інших горючих речовин як охолоджуючої рідини та для інших функціональних елементів.

Використовувати заходи безпеки під час прибирання верстата стисненим повітрям.

Дотримуватися рекомендацій щодо довжини та діаметру інструменту для забезпечення ефективної та безпечної експлуатації верстата.

Передбачати блокування випадання інструмента, перевантаження верстата, самостійного опускання шпиндельної бабки та рухомих вузлів.

Вмикати оберти шпинделя в автоматичному режимі лише після закріплення інструмента в шпинделі та при наявності справної цанзи.

Вимикати верстат, призупиняючи шпиндель, при вимиканні.

Позначати рухомі вузли верстата, які розташовані поза його габаритами, жовтим кольором.

На верстаті передбачено захисні пристрої від попадання стружки та МОР на оператора.

Забезпечена надійність захисту інструмента в шпинделі після раптового припинення подачі електроенергії.

Міри безпеки при перевірці технічного стану верстату.

Шумові характеристики перевіряють у відповідності з ГОСТ 12.2.107-85.

Якщо при перевірці порушена плавність роботи верстата; проходять заклинювання; з'являється сторонній шум та стук в вузлах та гідросистемі;

проходить підвищене нагрівання електрообладнання, не спрацювання блокувань, відмовлення роботи кінцевих вимикачів та ін., то роботу на верстаті припиняють, вимикають електрообладнання верстата.

Міри безпеки при ремонтних роботах.

Всі види ремонтних робіт проводити тільки при вимкненому електрообладнанні. На верстаті вивісити плакати "Не вмикати. Працюють люди!" або "Не вмикати – ремонт!".

Ремонтні роботи проводити справним інструментом.

При ремонті гідро-обладнання впевнитись у відсутності тиску масла в магістралі.

Заборонено проводити ремонт (регулювання) привода подачі при піднятій шпindelній бабці.

5.2 Організація системи охорони праці на підприємстві

Забезпечення безпеки та здоров'я працівників на робочих місцях визнається як одне з найважливіших завдань адміністрації підприємства. Зокрема, для досягнення цієї мети рекомендується вживати наступні заходи:

Встановлення відповідних правил і норм охорони праці. Документи, які регламентують правила поведінки працівників на робочому місці, використання захисного спорядження та порядок навчання з питань охорони праці, повинні бути наявними на підприємстві.

Проведення регулярних обстежень робочих місць та оцінка ризиків. Адміністрація повинна регулярно перевіряти умови праці для виявлення можливих небезпек та оцінювати ризики, пов'язані з виробничою діяльністю.

Забезпечення належного технічного обладнання робочих місць. Підприємство повинно гарантувати наявність необхідного обладнання, машин та інструментів, які відповідають стандартам безпеки.

Здійснення профілактичних заходів та організація медичного обслуговування. Проведення профілактичних оглядів працівників, надання першої медичної допомоги та організація медичного обслуговування на підприємстві.

Навчання та підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці. Регулярне навчання працівників щодо правил безпеки, використання захисного спорядження та умов роботи для запобігання нещасних випадків та захворювань.

Організація охорони праці на підприємствах є однією з ключових відповідальностей адміністрації. При цьому відповідальність за організацію праці на підприємстві несуть директор та головний інженер. За окремими підрозділами цю відпо-

відальність несуть відповідні керівники (начальники цехів, дільниць, майстри і т. д.). Організацію охорони праці керує головний інженер підприємства.

На підприємствах та в організаціях, укладаючи щорічні колективні договори, необхідно визначити конкретні заходи у сфері охорони праці. Також важливо включити проведення поточних заходів з охорони праці в угоди з охорони праці, які є неот'ємною частиною колективних договорів, а також у єдиної комплексної планування оздоровчих заходів.

Щорічні угоди з охорони праці становлять важливий юридичний механізм для планування заходів з охорони праці. У цих угодах деталізуються та доповнюються заходи з охорони праці.

Організація охорони праці в машинобудуванні включає такі важливі фактори полегшення умов праці та підвищення продуктивності:

Механізація та автоматизація робіт і технологічних процесів, що допомагають знизити травматизм, усунути важку фізичну працю та зменшити чисельність персоналу.

Механізація подачі заготовок в робочу зону під час обробки для полегшення процесу та зменшення ризику.

При комплексній автоматизації, технологічні процеси виконуються автоматично без втручання людини, що може полегшити працю, але вимагає уваги до деталей та відповідального керування.

Використання електронних керуючих машин може значно зменшити зусилля працівника, прискорити операції і полегшити працю, включаючи керування виробничим процесом.

Невдоволенням є те, що при використанні певних автоматизованих систем працівник може зазнавати значного нервового напруження, але це може бути вирішено шляхом розробки більш ергономічних та людиноцентричних рішень.

5.3 Заходи, спрямовані на зменшення ризиків та негативного впливу в розробленому технологічному процесі обробки.

При використанні верстатів існує ряд факторів, які можуть бути шкідливими і небезпечними для працівників:

Температурні умови:

Підвищена або знижена температура навколишнього середовища.

Нагрівання оброблюваних поверхонь.

Кліматичні умови:

Вологість та рух повітря в робочій зоні.

Шум та вібрації:

Підвищений рівень шуму від роботи верстатів.

Підвищений рівень вібрацій при роботі.

Освітленість:

Недостатня освітленість робочої зони.

Переміщення матеріалів:

Рух виробів, заготовок та матеріалів під час обробки.

У процесі різання металу може виникати підвищена температура, що може спричинити опік при контакті з оброблюваною деталлю. Для запобігання термічним травмам рекомендується використовувати спеціальні пристосування для

транспортування щойно оброблених деталей та застосовувати мастильно-охолоджуючі рідини.

Основні вимоги та заходи безпеки при роботі з рухомими частинами машин регламентовані в ГОСТ 7599-82.

Електробезпека – це система організаційних та технічних заходів, що забезпечують захист людей від можливого шкідливого впливу електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля та статичної електрики.

У цеху, де розташовані верстати, встановлено клас електробезпеки II - приміщення з підвищеною небезпекою. Це обумовлено наявністю умов, що створюють підвищену електричну небезпеку, таких як вологість, струмопровідний пил та підлоги, висока температура та можливість одночасного дотику до металоконструкцій та електрообладнання.

Застосовуються заходи безпеки, такі як недоступність струмоведучих частин для випадкового дотику, ізоляція та захисні огороження. Також встановлені заземлювачі для верстатів, які забезпечують захист від електричного струму при дотику до металевих частин.

Електробезпека в цеху включає в себе безпекові вимоги щодо напруги та струму, забезпечуючи безпечні значення для людей. Засобами індивідуального захисту від електричного струму є інструменти з ізольованою ручкою, рукавички, взуття, а також доріжки і килимки.

Щодо пожежної безпеки, проводяться організаційні та технічні заходи для запобігання пожежі, обмеження її розповсюдження та створення умов для успішного гасіння. Вирізняють п'ять категорій приміщень за пожежною небезпекою, кожна з яких вимагає відповідних заходів безпеки.

До засобів пожежогасіння включають рідинні (водяні), порошкові та емульсійні вогнегасники, кожен з яких призначений для різних класів пожеж. Найважливіше - забезпечити належний облік та підтримку справності всіх вогнегасників.

Основними заходами безпеки щодо пожеж в цеху є використання справного обладнання, проведення інструктажів, призначення відповідального за пожежну безпеку, відключення електрообладнання після завершення робіт та встановлення шляхів евакуації.

5.4 Небезпечні та шкідливі чинники , пов'язанні з пожежами.

Пожежа представляє собою неконтрольоване горіння, яке поширюється поза спеціальною областю в часі і просторі. Важливо зауважити, що пожежі завжди несуть певну небезпеку. Навіть якщо вони не становлять прямої загрози для життя та здоров'я людей (наприклад, лісові пожежі), вони можуть завдати значних збитків довкіллю та призвести до серйозних матеріальних втрат.

Пожежна безпека визначається можливістю виникнення та/або розвитку пожежі. Нормативна ймовірність виникнення пожежі становить 10^{-6} в рік на пожежонебезпечний вузол об'єкта, а ймовірність впливу небезпечних та шкідливих чинників пожежі на людей — 10^{-6} в рік на одну людину.

Під час перебування людини в зоні впливу пожежі існує ризик впливу наступних небезпечних чинників: токсичні продукти горіння, вогонь, підвищена температура середовища, дим, недостатність кисню, руйнування будівельних конструкцій, вибухи, витікання небезпечних речовин, що виникають під час пожежі, та паніка.

Найбільшою загрозою для життя людини є токсичні продукти горіння, особливо в будівлях, де використовуються синтетичні матеріали. У процесі горіння матеріалів, таких як пінополіуретан і капрон, утворюються різні хімічні сполуки,

такі як ціанід водню, хлорид водню, оксид вуглецю та інші, що можуть становити серйозну загрозу для здоров'я. Найчастіше при пожежах відзначається високий вміст у повітрі оксиду вуглецю. Так, у підвалах, шахтах, тунелях, складах його вміст може становити від 0,15 до 1,5%, а в приміщеннях — 0,1—0,6%.

В табл.5.4 наведено порогові концентрації деяких токсичних продуктів

Таблиця 5.4 Порогові концентрації деяких токсичних продуктів горіння

№ зп.	Речовини	Концентрація					
		смертельна за умови вдихання протягом 5 — 10 хилин		небезпечна (отруйна) за умови вдихання протягом 0,5—1,0 год		переносима за умови вдихання протягом 0,5—1,0 год	
		%	г/м ³	%	г/м ³	%	г/м ³
1	Оксид азоту	0,05	1,0	0,01	0,2	0,00	0,1
2	Оксид вуглецю	0,5	6,0	0,2	2,4	0,1	1,2
3	Вуглекислий газ	9,0	162	5,0	90	3,0	54
4	Сірчаний газ	0,3	8,0	0,04	ІД	0,01	0,3
5	Сірководень	0,08	1,1	0,04	0,6	0,02	0,3
6	Сірковуглець	0,2	6,0	0,1	3,0	0,05	1,5
7	Хлористий вуглець	0,3	4,5	0,1	1,5	0,01	0,15
8	Синильна кислота	0,02	0,2	0,01	0,1	0,00	0,05

Вогонь є екстремально небезпечним чинником пожежі, хоча випадки його безпосередньої дії на людей відбуваються рідко. Під час пожежі температура полум'я може сягати 1200—1400 °С, і випромінювання полум'я може викликати опіки та больові відчуття у людей, що перебувають у зоні пожежі. Мінімальна безпечна відстань, на якій людина все ще може перебувати від полум'я, приблизно розраховується як $R = 1,6H$, де H — середня висота факелу полум'я в метрах. Наприклад, при пожежі дерев'яного будинку висотою до гребеня покрівлі 8 метрів, ця відстань складе приблизно 13 метрів.

Час, протягом якого людина може витримувати вплив теплового випромінювання різної інтенсивності, подано в таблиці 4.2.

Небезпека підвищеної температури середовища полягає в тому, що вдихання розігрітого повітря разом із продуктами горіння може призвести до ураження органів дихання та смерті. В умовах пожежі підвищення температури середовища до 60 °С вже є критично небезпечним для людини.

Дим представляє собою значну кількість видимих найдрібніших твердих та (або) рідинних частинок незгорілих речовин, що перебувають у газовому стані. Він викликає інтенсивне подразнення органів дихання та слизових оболонок, такі як сильний кашель, сльозотеча тощо. Крім того, у задимлених приміщеннях через погіршення видимості сповільнюється евакуація людей, а іноді вона стає зовсім неможливою. Наприклад, при значній задимленості приміщення видимість предметів, освітлюваних лампочкою потужністю 20 Вт, складає не більше 2,5 метрів.

Таблиця 5.4 Інтенсивності теплового випромінювання та час, протягом якого людина може їх витримувати

Інтенсивність теплового випромінювання, Вт/ м ²	840	1400	2100	2800	3500	7000
Час витримування дії теплового випромінювання, с	360	150	40—60	30—40	10—30	5—11

Недостатність кисню виникає внаслідок того, що під час горіння відбувається хімічна реакція окислення горючих речовин та матеріалів. Ситуація вважається небезпечною для життя людини, коли вміст кисню в повітрі знижується до 14% (норма 21%). У таких умовах втрачається координація рухів, з'являється слабкість, запаморочення, інші неприємні відчуття, а свідомість загальмовується. При

концентрації кисню в межах 9—11%, смерть може наступити вже через кілька хвилин.

Вибухи та витікання небезпечних речовин можуть виникнути через нагрівання під час пожежі, розгерметизацію ємкостей та трубопроводів із небезпечними рідинами та газами тощо. Ці явища збільшують площу горіння і можуть спричинити формування нових осередків пожеж. Люди, що знаходяться поблизу, можуть потрапити під вплив вибухової хвилі та отримати ушкодження від уламків.

Руйнування будівельних конструкцій відбувається через втрату ними несучої здатності під впливом високих температур та вибухів. Це може призвести до значних механічних травм для людей, які опиняться під уламками зруйнованих конструкцій. Крім того, евакуація може стати неможливою через завали евакуаційних виходів та руйнування шляхів евакуації.

Паніка, яка часто виникає в ситуаціях пожежі, є результатом стрімких змін у психічному стані людини, особливо тих, які мають депресивний характер. Багато людей, які опиняються у складних та надзвичайних обставинах під час пожежі, можуть вперше зазнати подібного впливу, оскільки їм може бракувати психічної стійкості та відповідної підготовки. Якщо вплив чинників пожежі перевищує психофізіологічні можливості людини, це може викликати панічний стан, внаслідок чого втрачається розсудливість, а дії стають неконтрольованими та неадекватними у даній ситуації. Паніка представляє собою небезпечне явище, здатне призвести до масової загибелі людей.

ВИСНОВКИ

Виконавши заданий дипломний проект я набув навичок роботи з технічною документацією та опанував навички програмування верстата з ЧПУ .

Ознайомився з будовою, особливостями верстата; розібрався із технічним обслуговуванням верстата, структурою ремонту .

Отримав знання по проведенню технічного обслуговування , ремонту, регулювання різних механізмів верстата а в частості вдосконалив свої знання на проходженні практики .

Набув практичних навичок у виконанні графічної частини дипломного проекту.

Це дасть мені змогу в майбутньому виконувати проекти по спеціальних предметах, підвищити свій фаховий рівень, допоможе при вирішенні поставлених задач:

1. Після детального аналізу призначення, конструкції та технічних вимог об'єкта виробництва встановлено тип виробництва та ступінь технологічності детал «Вал 684.354.84. Проаналізовано сучасні досягнення та шляхи удосконалення технологічного процесу виготовлення, визначено перспективне обладнання та різальний інструмент.

2. Для визначеного типу виробництва вдосконалено технологічний процес виготовлення вала, застосувавши верстати з ЧПК.

3. Проведено обґрунтування технологічних параметрів процесу механічної обробки деталі «Вал 684.354.84, а саме вибрано обладнання та різальний інструмент, розраховано припуски на обробку, розраховано режими різання по операціях, проведено нормування операцій.

4. Виконано проектування технологічної оснастки для операцій. Розроблено конструкцію пристрою для виконання операції механічної обробки на верстаті з ЧПК та проведено його розрахунок.

5. Аналіз результатів проведених досліджень у SolidWorks показали, що елементи деталі «Вал 684.354.84.мають достатню жорсткість, будуть працювати при робочому навантаженні без значних деформацій поверхонь і не потребують додаткових конструкторських модернізацій по збільшенню розмірів їх окремих параметрів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

Гордеев А.І., Урбанюк Є. А., Безносів А.Є., Мігаль В.Г Курсове та дипломне проектування з технології машинобудування та металорізальних верстатів: Навчальний посібник. – Хмельницький : ХНУ, 2005.- 294с.

Залога В. О. Сучасні інструментальні матеріали у машинобудуванні: навч. посібник / В. О. Залога, О. О. Залога, В. Д. Гончаров; за загальн. ред. В. О. Залоги. – Суми : Сумський державний університет, 2013. – 371 с.

Рудь В. Д. Розмірно-точнісний аналіз конструкцій та технологій /Рудь В. Д., Герасимчук О. О., Маркова Т. П. Луцьк : РВВ ЛДТУ, 2008. 344 с.

Добрянський С.С., Малафеев Ю.М., Пуховський Є.С. Проектування та виробництво заготовок. Підручник для студентів машинобудівних спеціальностей ВНЗ. / Під редакцією Коренькова В.М. Київ: НТУУ «КПІ», 2014 353 с., іл.

Боженко Л. І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок. Львів: Світ, 1996. 368 с.

Шабайкович В.А. Выбор оптимального технологического процесса механической обработки деталей машин. Львов, 1975. 25 с.

Чарнко Д.В. Основы выбора технологического процесса механической обработки деталей машин. Львов, 1975. 319 с.

Руденко П. О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні / Руденко П. О. К. : Вища школа, 1993. 414 с.

Технологічні основи машинобудування. Навчальний посібник для студентів спеціальності 131. “Прикладна механіка” інженерно-хімічного факультету та механіко-машинобудівного інституту. / С. С. Добрянський, Ю. М. Малафеев, В. К. Фролов, В. М. Гриценко. – К. : НТУУ “КПІ ім. Ігоря Сікорського”, 2018. – 112 с.

Технологія машинобудування: методичні вказівки з курсового проектування для студентів напрямків підготовки “Інженерна механіка” та “Машинобудування” В.Д. Каразей, Л.В.Присяжний, Ю.В. Савицький .- Хмельницький : ХНУ 2009.- 104с.

Технологія конструкційних матеріалів: Підручник / За ред. М.А. Сологуба. – К.: Вища школа, 1993. – 300 с.

Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні: Навч. посібник. – К.: Вища шк., 1993. – 414 с.: іл.

Технологія машинобудування. Методичні вказівки до виконання дипломних проектів для студентів спеціальностей: „Технологія машинобудування”, „Металорізальні верстати” та „Інструментальне виробництво”. Хмельницький. ТУП, 2002. – 33с.

Проектування технологічних процесів складання вузла і виготовлення деталі. Методичні вказівки з курсового проектування по технології машинобудування для студентів спеціальностей: „Технологія машинобудування”, „Металорізальні верстати і системи”, „Інструментальне виробництво” та „Професійне навчання”. Під ред. Каразея В.Д., ТУП. Хмельницький, 2001, - 109с.

Бондаренко С.Г. Основи технології машинобудування : навч. посібник для студ. вищих техн. навч. закладів / С.Г. Бондаренко. – Львів : Магнолія, 2007. – 567 с.

Охорона праці. Методичні вказівки до виконання розділу “Охорона праці” в дипломних проектах студентів спеціальності “Інженерна механіка” та “Машинобудування”/ А.А.Нестер, К.А. Паршенко – Хмельницький: ХНУ – 2009.

Методичні вказівки до практичних робіт з курсів „Теоретичні основи технології виготовлення деталей” та „Технологія машинобудування” /Укл.- О.У. Захаркін, В.Г. Євтухов,- Суми: СумДУ, - 2004.