

Міністерство освіти і науки України
Криворізький національний університет
Факультет механічної інженерії та транспорту
Кафедра технологія машинобудування

КВАЛІФІКАЦІЙНА БАКАЛАВРСЬКОЇ РОБОТИ

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка
освітньо-професійної програми «Прикладна механіка»

на тему: Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення
деталі «Цапфа» та обґрунтування параметрів надійності процесу
за допомогою САПР технологій

Проектував ст.гр. ПМ-21

Анісенко Д.В.

Керівник роботи

к.т.н., доц. Цивінда Н.І.

Кривий Ріг
2025 р

Міністерство освіти і науки України
Криворізький національний університет
Факультет механічної інженерії та транспорту
Кафедра технологія машинобудування

КВАЛІФІКАЦІЙНА БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка
освітньо-професійної програми «Прикладна механіка»

на тему: Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення
деталі «Цапфа» та обґрунтування параметрів надійності процесу
за допомогою САПР технологій

Проектував ст.гр. ПМ-21

Анісенко Д.В.

Керівник роботи

к.т.н., доц. Цивінда Н.І.

(підпис)

Нормоконтроль

/ к.т.н., доц. Нечасв В.П. /

(підпис)

Завідувач кафедри
А.О./

/ к.т.н., доц. Рязанцев

(підпис)

Кривий Ріг
2025 р

Криворізький національний університет
Факультет механічної інженерії та транспорту
Кафедра: технології машинобудування
Освітній рівень: бакалавр
Спеціальність: 131 Прикладна механіка
Освітньо-професійна програма «Прикладна механіка»

Затверджую
Зав. кафедри ТМ к.т.н. доц., Рязанцев А.О.

(підпис)

(дата)

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну бакалаврську роботу

Студент гр. ПМ-21 Анісенко Дмитро Вікторович

Тема: Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення деталі «Цапфа» та обґрунтування параметрів надійності процесу за допомогою САПР технологій

1. Керівник проекту к.т.н., доц. Цивінда Н.І.

Тема затверджена наказом по КНУ № 16 від “ 01 ” 2025 р.

2. Термін подання студентом закінченого проекту 12 червня 2025 р.

3. Вихідні дані до проекту: 1. Креслення складального вузла.

2. Креслення деталі. 3. Типовий технологічний процес. 4. Річна програма випуску деталі.

4. Зміст пояснювальної записки:

1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА.

Аналіз режимів статичного та динамічного навантаження цапфи в процесах експлуатації в «SOLIDWORKS Simulation»

2 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ДЕТАЛІ

3 РОЗРОБКА ВЕРСТАТНО-ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО НАЛАГОДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ В СЕРЕДОВИЩІ FEATURECAM

4 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ПІДГОТОВКА

5. Перелік графічного матеріалу: 1. Креслення складального вузла. 2.

Креслення заготовки 3. Креслення деталі. 4. Ескізи операцій 5. Креслення верстатно - інструментального налагодження. Креслення верстатного оснащення

6. Календарний план:

Етап роботи	Термін виконання
1 Аналіз службового призначення машини, вузла 1.1 Службове призначення вузла 1.2.1 Розрахунок лінійних розмірних ланцюгів 1.2.2 Аналіз режимів статичного та динамічного навантаження цапфи в процесах експлуатації в «SOLIDWORKS Simulation»	До 28.01 2025р.
2 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ДЕТАЛІ 2.1 Виявлення точнісного зв'язку між розмірами поверхонь деталі 2.2 Аналіз технологічності деталі 2.3 Вибір типу виробництва .Задачі проектування 2.4 Аналіз типового технологічного процесу 2.5 Обґрунтування вибору заготовки 2.6 Вибір та обґрунтування баз 2.7 Розробка маршруту обробки деталі	02.02 2025р.- 20.05.2025р.
3 РОЗРОБКА ВЕРСТАТНО-ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО НАЛАГОДЖЕННЯ	з 31.03.2025р.
4 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ	
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА 5.1 Охорона праці та екологія 5.2 Техніко-економічне обґрунтування процесу обробки	до 03.04 2025р.
Попередній захист	10 .06 2025р.

Дата видачі завдання: “08” 04 2025р.

Студент _____ / Анісенко Д.В./
Керівник роботи _____ /Цивінда Н.І./

РЕФЕРАТ

Об'єктом проектування є технологічний процес виготовлення цапфи.

Мета роботи: Розробка конструкторсько-технологічної підготовки виготовлення деталі «Цапфа» з послідовним обґрунтуванням параметрів надійності процесу за допомогою САПР технологій.

Конструкторська підготовка складається з аналізу складального вузла, тому, що від точності складання залежить надійність роботи машини, далі зпроектовані пристосування дають можливість забезпечити точність базування, а далі досягнення точності при виготовленні. Метод обробки поверхні, як і різальний інструмент, що використовується та мікрорельєф, який він створює впливає на довговічність та експлуатаційну надійність машини.

Технологічна підготовка виготовлення цапфи включає проектування технологічного процесу на основі використання сучасного обладнання та оснащення, що підвищить продуктивність праці та забезпечить потрібну якість поверхонь деталі.

СЕПАРАТОР, ЦАПФА, ЗВАРНА ЗАГОТОВКА, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, НАДІЙНІСТЬ ПРОЦЕСУ, ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБґРУНТУВАННЯ

ABSTRACT

The object of the design is the technological process of manufacturing a trunnion.

Purpose of the work: Development of design and technological preparation for the manufacture of the part "Trunk" with a consistent justification of the parameters of the reliability of the process using CAD technologies.

Design preparation consists of an analysis of the assembly unit, because the reliability of the machine depends on the accuracy of assembly, then the designed devices make it possible to ensure the accuracy of basing, and then to achieve accuracy in manufacturing. The surface treatment method, as well as the cutting tool used and the microrelief that it creates, affect the durability and operational reliability of the machine.

Technological preparation for the manufacture of a trunnion includes the design of a technological process based on the use of modern equipment and tools, which will increase labor productivity and ensure the required quality of the surfaces of the part.

SEPARATOR, PIN, WELDED BLANK, TECHNOLOGICAL PROCESS, PROCESS RELIABILITY, FEASIBILITY STUDY

					КНУ.КБР.131.25.1-01.Р			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат				
Розроб.	Анісенко				РЕФЕРАТ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Цивінда							
Н. Контр.	Нечасв					Каф.ТМ, грПМ-21		
Затв.	Рязанцев							

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	При мітка				
1									
2			Документація						
3									
4	A4	КНУ.КБР.131.25.1-01.РПЗ	Розрахунково пояснювальна записка						
5									
6			Графічні матеріали						
7									
8	A1	КНУ.КБР.131.25.1-01.БС.СК	Барабан сепаратора	1					
9	A1	КНУ.КБР.131.25.1-01.Ц	Цапфа	1					
10	A3	КНУ.КБР.131.25.1-01.ВП	Вал (поковка)	1					
11	A3	КНУ.КБР.131.25.1-01.Ф.ПШ	Фланець (поковка	1					
12			штампована)						
13	A3	КНУ.КБР.131.25.1-01. ЦЗ	Цапфа (заготовка)	1					
14	A1	КНУ.КБР.131.25.1-01.ЕО	Ескізи операцій	1					
15	A1	КНУ.КБР.131.25.1-01.ВІН	Верстатно-інструментальне	1					
16			налагодження						
17	A1	КНУ.КБР.131.25.1-01.СП	Спеціальне пристосування	1					
18	A1	КНУ.КБР.131.25.1-01.КП	Контрольне пристосування	1					
19									
20									
28									
29									
30									
			КНУ.КБР.131.25.1-01.В						
Зм	Арк.	№ документа				Підпис	Дата		
Розроб.		Анісенко			Відомість обсягу КБР	Літера		Аркуш	Арк
Перевір.		Цивінда						1	1
Реценз.						Кафедра ТМ, гр.ПМ-21			
Н.Контр.		Нечаєв							
Затверд.		Рязанцев							

ЗМІСТ

Вступ

1. АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА, ДЕТАЛІ. ОПИС КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДЕТАЛІ ТА УМОВ ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

1.1 Службове призначення вузла

1.2 Визначення та прогнозування експлуатаційних властивостей вузла

1.2.1 Розрахунок лінійних розмірних ланцюгів

1.2.2 Аналіз режимів статичного та динамічного навантаження цапфи в процесах експлуатації в «SOLIDWORKS Simulation»

2. СЛУЖБОВЕ ПРИЗНАЧЕННЯ ДЕТАЛІ

2.1 Виявлення точнісного зв'язку між розмірами

2.2 Аналіз технологічності деталі

2.3 Вибір типу виробництва. Задачі проектування

2.4 Аналіз типового технологічного процесу

2.5 Обґрунтування вибору заготовки

2.6 Вибір і обґрунтування баз

2.7 Розробка маршруту обробки деталі

2.8 Розрахунок міжопераційних розмірів і припусків на обробку

2.8.1 Аналітичний розрахунок припусків на одну зовнішню (внутрішню) циліндричну поверхню

2.8.2 Розрахунок міжопераційних лінійних розмірів

2.9 Технологічний процес виготовлення цапфи

3 РОЗРОБКА ВЕРСТАТНО-ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО НАЛАГОДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ В СЕРЕДОВИЩІ FEATURESAM

4 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА

Висновки

Список використаних джерел

					КНУ.МВР.131.25.1-01. 3		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			
Розроб.	Анісенко				ЗМІСТ	Літ.	Арк.
Перевір.	Цивінда						
Н. Контр.	Нечаєв					Каф. ТМ, гр. ПМ-21	
Затв.	Рязанцев						

ВСТУП

Машинобудівна промисловість поставляє продукцію всім галузями господарства і є одним з основних його ланок. Технологічний прогрес і подальше зростання всіх галузей господарства у значній мірі залежить від розвитку машинобудування і від зростання його технологічної культури.

Технологічний процес розробляється для виготовлення нового технологічного процесу на основі типового, відповідно до досягнень науки і техніки. Розроблювальний технологічний процес повинен бути прогресивним і забезпечувати підвищення продуктивності праці і якості виробів, скорочення трудових і матеріальних витрат на його реалізацію, зменшення шкідливих впливів на навколишнє середовище. Технологічний процес повинен відповідати вимогам екології та безпеки життєдіяльності.

У моїй бакалаврській роботі розробляється технологічний процес деталі цапфа, який входить до складу барабану магнітного сепаратора. Виконується розрахунок основних параметрів технологічного процесу

У роботі відображені економія витрат праці, матеріалів, енергії, поліпшення умов праці. Вирішення цих складних завдань можливе лише на основі найбільш повного використання можливостей прогресивного технологічного устаткування і оснащення, економічно виправданою мірою застосування САПР технологій.

Основне завдання при цьому полягає в тому, щоб при роботі над бакалаврської роботи були внесені пропозиції по удосконаленню існуючої технології, оснащення, організації та економіки виробництва, відповідають сучасному виробничому процесу виготовлення деталі, на яку видано завдання.

Тому для виконання поставленого завдання було вивчено прогресивні напрямки розвитку технологічних методів і засобів і на підставі аналізу і зіставлення якісних і кількісних показників .

При прийнятті технологічних рішень значна увага приділяється економічному обґрунтуванню методів отримання заготовок вибору варіантів технологічних процесів і т. п., з тим щоб в кінцевому рахунку в роботі був запропонований оптимальний варіант.

					КНУ.КБР.131.25.1-01.В		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			
Розроб.	Анісенко				ВСТУП	Літ.	Арк.
Перевір.	Цивінда						9
Н. Контр.	Нечаєв						
Затв.	Рязанцев					Каф.ТМ, гр.ПМ-21	

1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА, ДЕТАЛІ. ОПИС КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДЕТАЛІ ТА УМОВ ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

1.1 Службове призначення вузла

Магнітні барабанні сепаратори є механізмами, що призначені для збагачення методом мокрої сепарації. Потужне магнітне поле розділяє металеві та неметалічні компоненти. Має форму барабану в середині якого закріплений магніт. [1].

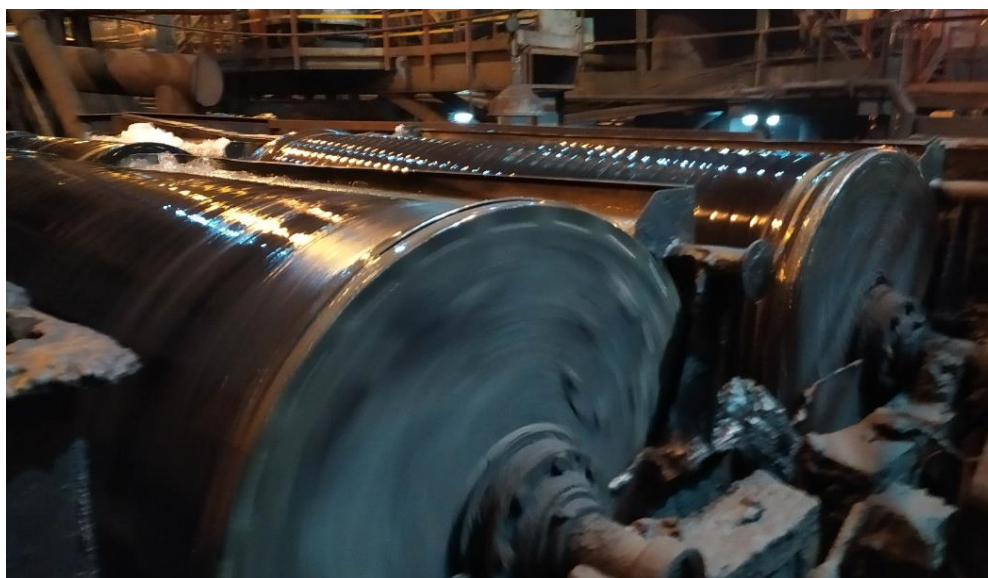


Рисунок 1.1 - Магнітний барабанний сепаратор на ПАТ Арселор Міттал Кривий Ріг

В барабані (рис.1.1), який обертається, електромагнітна система індукує магнітне поле. Як джерела постійного магнітного поля використовуються системи постійних магнітів.

Сепаратор складається з цапфи 4, що установлюється в корпус 11 на підшипники 28 і кріпиться 8 болтами 18 до стакану 8, в якому обертається вал 15, що установлений в обичайці 2. Барабан обертається мотор-редуктором через цапфу.

Барабан магнітного сепаратора працює в силовому режимі на невеликих швидкостях (рис. 1.2).

					КНУ.КБР.131.25.1-01.АСПМ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			
Розроб.	Анісенко				АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ	Літ.	Арк.
Перевір.	Цивінда						Аркушів
Н. Контр.	Нечасв					Каф.ТМ, гр.ПМ-21	
Затв.	Рязанцев						

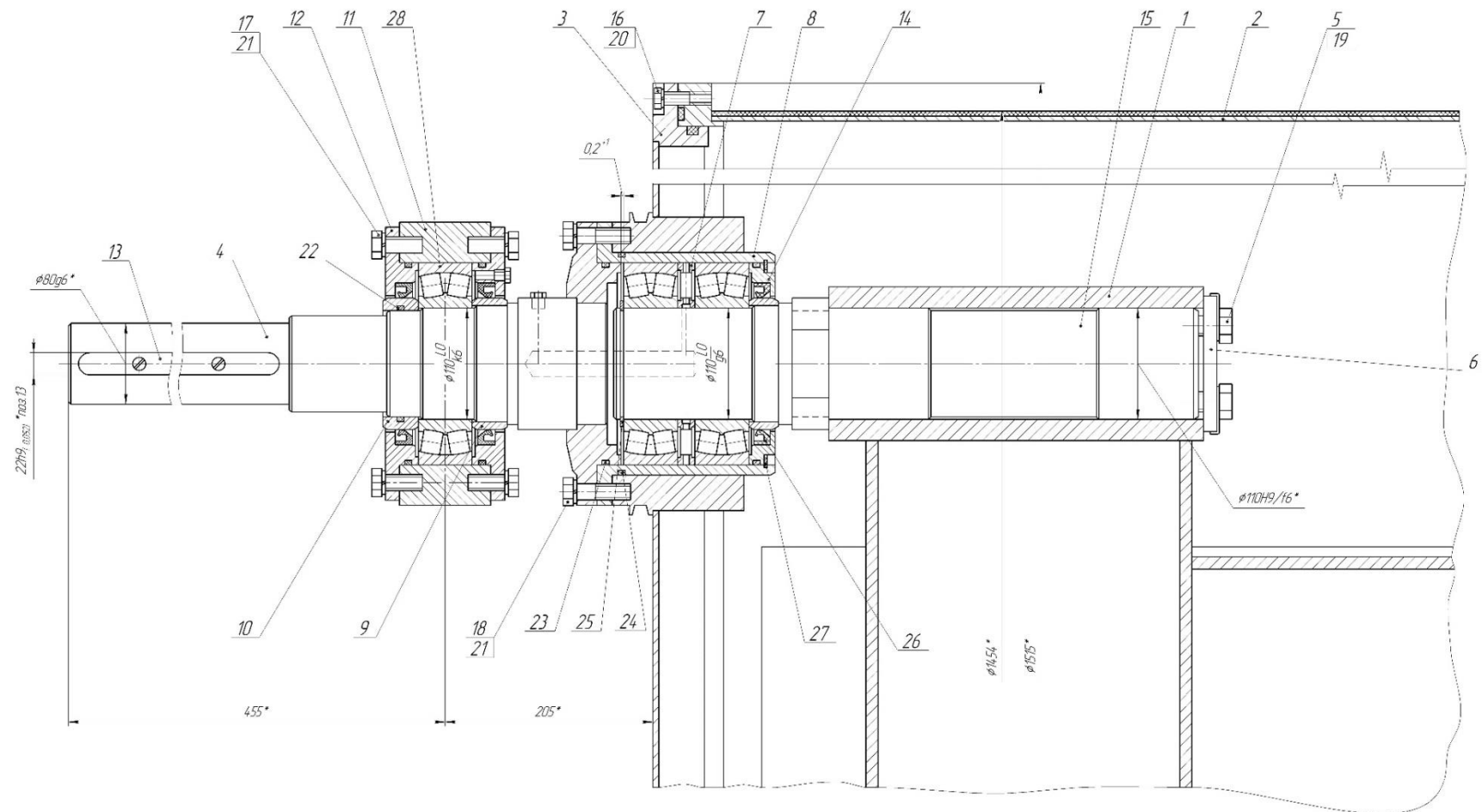
[illegible]

Рисунок 1.2 – Сепаратор: 1-ядро, 2-обичайка, 3-кришка, 4-цапфа, 5-шайба-замок, 6-шайба, 7-кольцо, 8-стакан, 9-де, 11-корпус, 12-кришка, 13-шпонка, 14-втулка, 15-вал

Визначення та прогнозування експлуатаційних властивостей вузла

Якісні показники сепаратора (точність, довговічність, надійність, тощо) в значній мірі залежать від правильного вибору допусків в складальному вузлі. Складальний вузол сепаратора можна розбити на декілька вузлів і проаналізувати лінійні розмірні ланцюги та умови за яких витримується точність замикаючої ланки, як основного параметра якості складання.

1.2.1 Розрахунок лінійних розмірних ланцюгів [2]

У вузлі, де фланець цапфи під'єднується до стакану, для забезпечення плавної роботи підшипників необхідно витримати зазор між торцем цапфи та торцем підшипника, встановленого в стакан, заданий на складальному кресленні $A_{\Sigma}=0,2^{+1,0}_{-0}$, $T_{\Sigma}=1$ мм, $\Delta C_{\Sigma}=0,5$ мм.(рис. 1.3).

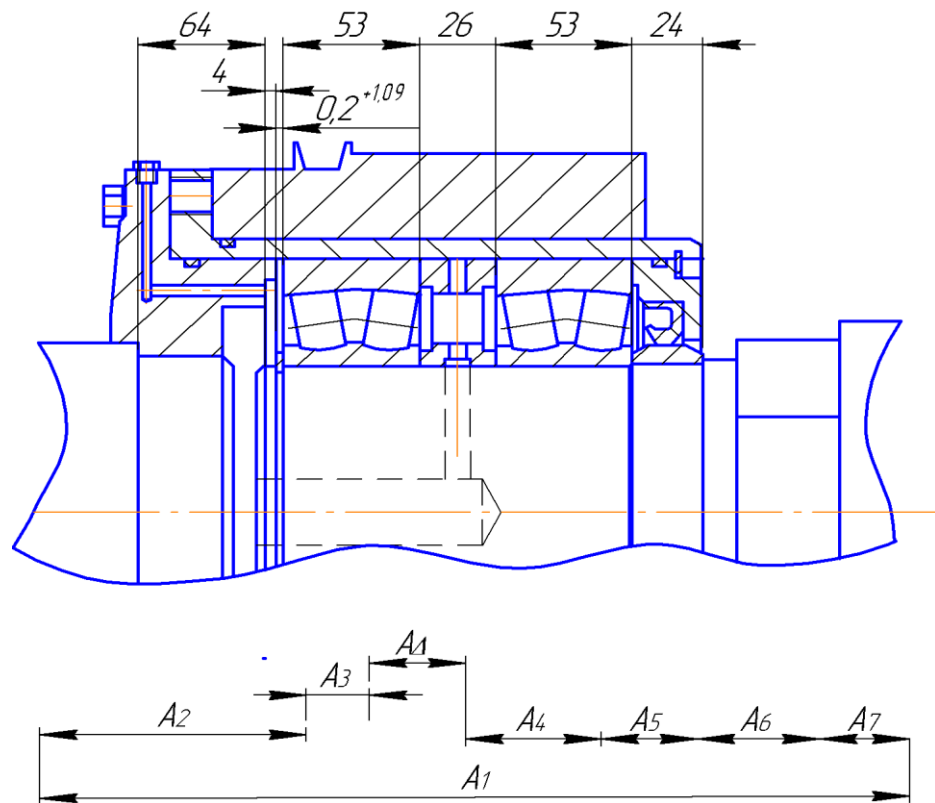


Рисунок 1.3- Схема розрахунку

Кількість одиниць допуску розраховуємо за вірогідним методом

$$a = \frac{\sqrt{T_{\Sigma}^2 - k_i^2 \cdot \sum T_{cm}^2}}{k_i \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^{m+n} i^2}}, \quad (1.1)$$

T_{cm} — 200 мкм;

					КНУ.КБР.131.25.1-01.01.АСПМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Коефіцієнт приймаємо $k_i = 1,2$.

$$a = \frac{\sqrt{1000^2 - 1,2^2 \cdot (200^2 + 200^2)}}{1,2 \cdot \sqrt{2,52^2 + 1,31^2 + 1,08^2 + 1,08^2}} = 243$$

Перевірка:

$$T_{\Sigma} = k_i \cdot \sqrt{\sum_1^{m+n} T_i^2} \quad (1.2)$$

$$T_{\Sigma} = 1,2 \cdot \sqrt{630^2 + 330^2 + 200^2 + 180^2 + 200^2 + 270^2} = 997 \neq 1000 \text{ мкм.}$$

Похибка :

$$\varepsilon = \frac{1000 - 997}{400} \cdot 100\% = 0,2\%.$$

Для залежної ланки А4 координата середини поля допуску:

$$\overrightarrow{\Delta C_x} = \sum_{i=1}^n [\overrightarrow{\Delta C_i} + 0,05 \cdot \vec{T}_i] - \sum_{j=1}^m [\overrightarrow{\Delta C_j} + 0,05 \cdot \vec{T}_j] - (\Delta C_{\Sigma} + 0,05 \cdot T_{\Sigma}), \quad (1.3)$$

$$\overrightarrow{\Delta C_{A_4}} = -0,315 + 0,05 \cdot 0,63 - (-0,165 + 0,05 \cdot 0,33 - 0,1 + 0,05 \cdot 0,2 - 0,1 + 0,05 \cdot 0,2 - 0,135 + 0,05 \cdot 0,27) - (0,5 + 0,05 \cdot 1) = -0,384 \text{ мм.}$$

$$es_{A_4} = \Delta C_{A_4} + \frac{TA_{A_4}}{2} = -0,384 + \frac{0,18}{2} = -0,294 \text{ мм;}$$

$$ei_{A_4} = \Delta C_{A_4} - \frac{TA_{A_4}}{2} = -0,384 - \frac{0,18}{2} = -0,474 \text{ мм.}$$

Таблиця з розрахунками та технологічний процес складання знаходиться в додатку.

Таблиця 1.2 - Послідовність складання сепаратору

Назва операції	Склад операції
Оп.005 Транспортування	Транспортувати деталі і вузли барабана на дільницю складання
Оп.010 Комплектування	Комплектувати складальний вузол деталями згідно карти комплектування
Оп.015 Технологічний контроль	1.Перевірити вузли і деталі на відсутність дефектів 2.Перевірити маркування вузлів і деталей 3.Перевірити правильність оформлення супровідної документації
Оп.020 Складальна	1. Встановити ярмо (поз.1) на підлогу цеху 2. Встановити в ярмо вал (поз.15) 3. Закріпити болтами М20х40(поз.19)-2шт., підклавши шайбу 5-3964.01.002(поз.6) -1шт.и шайби-замки АС7-472(поз.5)-2шт.
Оп.025 Складальна	1. Встановити стакан (поз.8) на цеховий стіл 2. Встановити в стакан кільце А200(поз.27) 3. Змастити манжету (поз.26) мастилом «Літол» і напресувати на втулку (поз.14) 4. Встановити втулку з манжетою в стакан (поз.8) 5. Встановити підшипник 3522(поз.28), забивши його мастилом, в стакан. 6. Встановити в стакан кільце (поз.7) 7. Встановити в стакан другий підшипник 3522(поз.28) 8. Встановити кільце 2(поз.25)
Оп.030 Складальна	1. Встановити ярмо на цехові підставки. 2. Встановити на обичайку кришку (поз.3), заздалегідь запресувавши в ній стакан. 3. Закріпити кришку до обичайки болтами М12х35(поз.16)-30 шт., підклавши шайби 12-30х13(поз.21)-30 шт. Встановити на стакан цапфу (поз.4) і кільце 2(поз.23) 1. Завести на ярмо обичайку (поз.2). 2. Закріпити цапфу болтами М16х35(поз.17)-8 шт., підклавши шайби 1665Г029(поз.21)-8 шт. 3. Зібрати корпус (поз.11), встановивши підшипник 3522(поз.28)-1шт., кільце (поз.9)-1 шт., і 2 кришки (поз.12). 4. Кріпити кришки до корпусу болтами М16х35 (поз. 17) -12шт., підклавши шайби 16.65Г029(поз.21) -12 шт. 5. Встановити корпус (поз.11) на цапфу (поз.4).

Висновки: Таким чином перший етап перевірки надійності спроектованого вузла розрахунковим аналізом лінійного розмірного ланцюга ймовірнісним методом довів, що призначені допуски на розміри деталей, дозволяють витримати точність замикаючої ланки

					КНУ.КБР.131.25.1-01.01.АСПМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

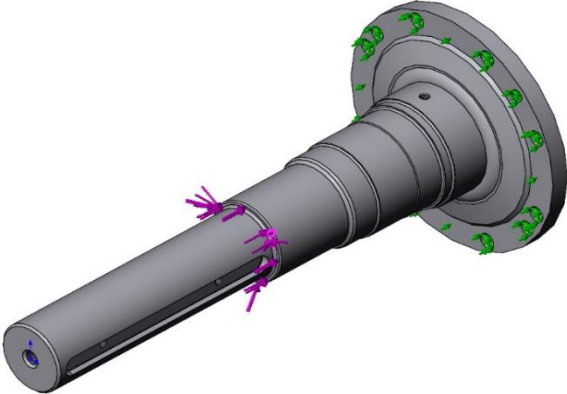
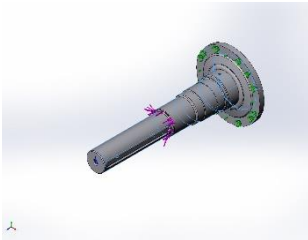
$A_{\Sigma} = 0,2^{+1,0}$ мм, складанням методом компенсації прокладками, що забезпечить експлуатаційну надійність вузла при експлуатації.

Аналіз режимів статичного та динамічного навантаження цапфи в процесах експлуатації в «SOLIDWORKS Simulation»

Твердотільний аналіз методом скінчених елементів «SOLIDWORKS Simulation» дозволяє випробувати статичні та динамічні умови роботи деталі цапфа.

При аналізі у виробничих умовах було виявлено, що найбільш уразливим місцем при роботі цапфи є перепад діаметрів з Ø80мм до Ø95мм в місці закінчення шпонкового пазу. Виконуємо інженерний аналіз розрахунку напруги у цапфи, до поверхні якої прикладено нормальну силу в 50кН [4].

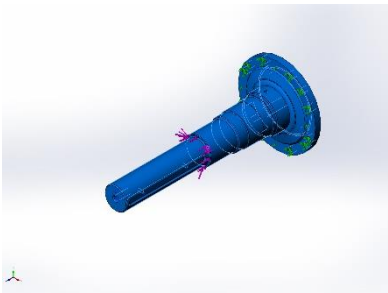
Таблиця 1.3-Інформація про модель

 Ім'я моделі: Цапфа Активна конфігурація: 00			
Тверді тіла			
Ім'я та посилання документа	Розглядається як	Об'ємні властивості	Шлях документу/Дата змін
Фаска2 	Тверде тіло	Маса:52,6 kg Об'єм:0,00586934 m^3 Щільність:7 670 kg/m^3 Маса:441,175 N	C:\Users\Dmitro\Desktop\Цапфа\Цапфа.SLDPRT Apr 23 13:49:07 2025

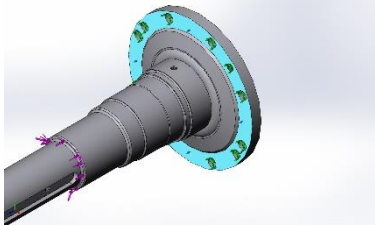
Для створеної моделі матеріал – Сталь 20Х13 ДСТУ 7806:2015.
Властивості матеріалу беремо з додаткової бази.

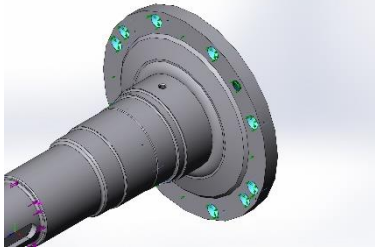
					КНУ.КБР.131.25.1-01.01.АСПМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Таблиця 1.4– Властивості матеріалу

Посилання на модель	Властивості	Компоненти
	Ім'я: 20X13 ГОСТ 4543-71 Тип моделі: Лінійна Пружна Ізотропна Критерій міцності по умовчання: Нвідомо Границя текучесті: 5,1e+08 N/m² Границя міцності при розтягуванні: 7,1e+08 N/m² Модуль пружності: 2,18e+11 N/m² Коефіцієнт Пуасона: 0,27 Масова щільність: 7 670 kg/m³ Модуль сдвига: 8,6e+10 N/m² Коефіцієнт теплового розширення: 1e-05 /Kelvin	Тверде тіло 1(Фаска2)(Цапфа)
Дані кривої:N/A		

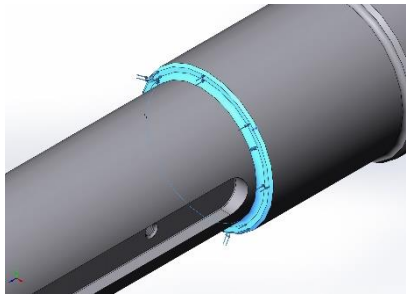
Таблиця 1.4–Навантаження та кріплення

Ім'я кріплення	Зображення кріплення	Дані кріплення		
Ролик/повзун-1		Об'єкти: 1 грані Тип: Ролик/повзун		
Результуючі сили				
Компоненти	X	Y	Z	Результуюча
Сила реакції(N)	-101,032	48,0311	124 314	124 314
Реактивний момент(N.m)	0	0	0	0

Зафіксований шарнір-1		Объекты: 12 граней Тип: Зафіксований шарнір		
Результуючі сили				
Компоненти	X	Y	Z	Результуюча
Сила реакції(N)	6,2344	-4,15356	-1 682,92	1 682,94
Реактивний момент(N.m)	0	0	0	0

					КНУ.КБР.131.25.1-01.01.АСПМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Таблиця 1.5- Дані про прикладену силу

Ім'я навантаження	Завантажити зображення	Загрузити дані	
Сила-1		Об'єкти:	3
		Тип:	Грані Прил ожити норма льну ю силу 50 000 N
		Значення:	

Відкриваємо на панелі CommandManager вкладку «Добавлення SOLIDWORKS», натискаємо «SOLIDWORKS Simulation» (рис. 1.2). Чекаємо створення поруч вкладки «Simulation». Переходимо на неї.

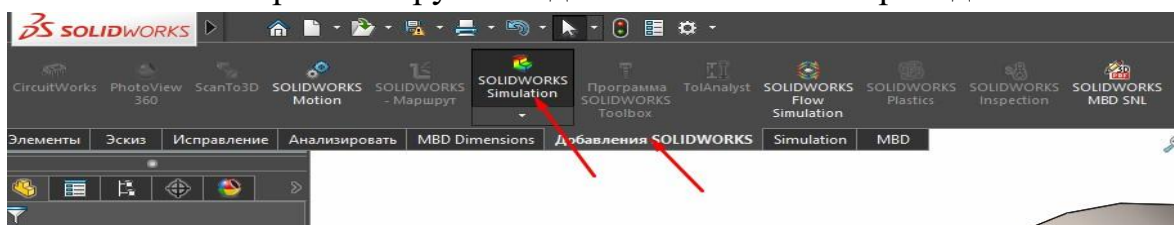


Рисунок 1.5 – Відкриття вкладки інженерних розрахунків «Simulation»

Створюємо нове дослідження. Обираємо «Статичний». Є різні варіанти симулювати кріплення цапфи болтами, ми скористаємося наступним. Натискаємо на дереві розрахунку «Статичний» на розділ «Кріплення» правою кнопкою миші, обираємо «Ролик/Повзунок...». (рис.1.6).

На моделі клацаємо по задньому торцю фланця цапфи, у полі «Грані, Кромки, Вершини для кріплення» з'явиться необхідна поверхня. На моделі з'являться зелені стрілки, які натискаємо.

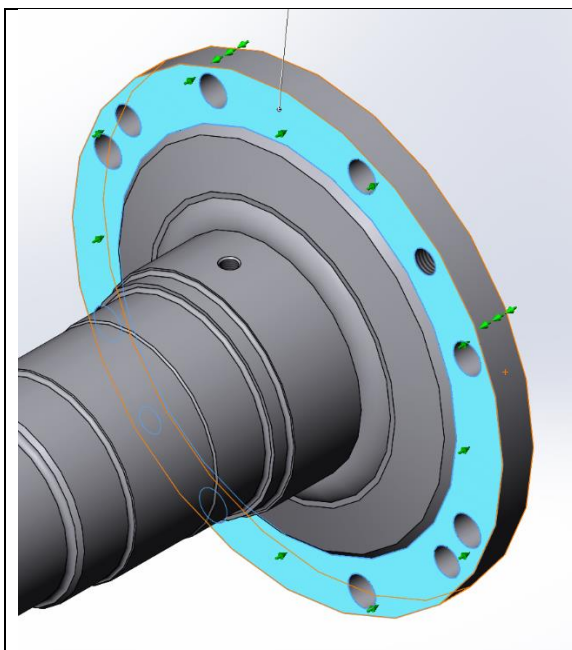


Рисунок 1.6-Зафіксований шарнір

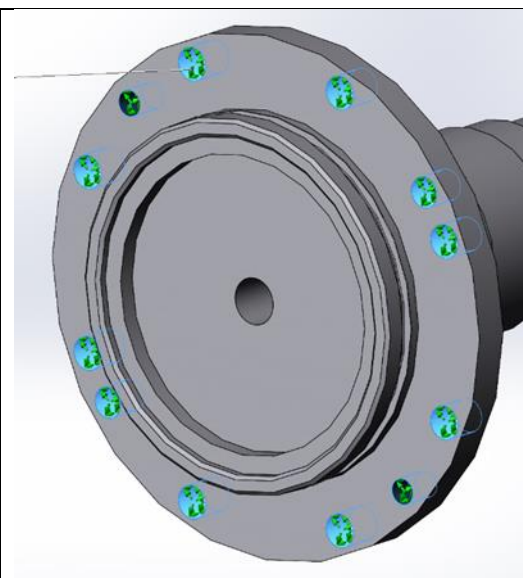


Рисунок 1.7 – Створення кріплення

Натискаємо на розділ «Кріплення» правою кнопкою миші, обираємо «Зафіксований шарнір». На моделі клацаємо по внутрішнім поверхням отворів фланцю цапфи, у полі «Грані, Кромки, Вершини для кріплення» з'являться необхідні поверхні, на моделі з'являться зелені стрілочки, які натискаємо (рис.1.7).

Натискаємо на дереві розрахунку «Статичний» на розділ «Зовнішні навантаження» правою кнопкою миші, обираємо «Сила...». На моделі клацаємо по торцю діаметра цапфи, у полі «Грані, Кромки, Вершини для кріплення» з'явиться необхідний список поверхонь. На моделі з'являться рожеві стрілочки. Обираємо систему одиниць вимірювання SI. Вводимо значення сили у Ньютонах 50кН. Натискаємо (рис.1.8).

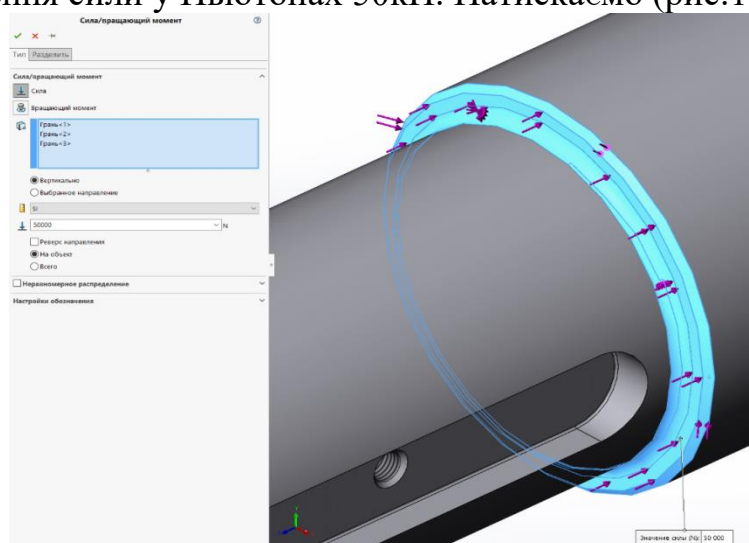


Рисунок 1.8 – Задання сили

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

КНУ.КБР.131.25.1-01.01.АСПМ

Арк.

Натискаємо на дереві розрахунку «Статичний» на розділ «Сітка» правою кнопкою миші, обираємо «Створити сітку...». За допомогою повзунка налаштовуємо «Щільність сітки» приблизно посередині шкали. Ставимо пташку «Параметри сітки», пункт «Стандартна сітка». Точки Якобіана – 4 точки, пташка—«Автоматичні проби твердих тіл», число проб – 3. Натискаємо На моделі з'явиться сітка (рис. 1.9)

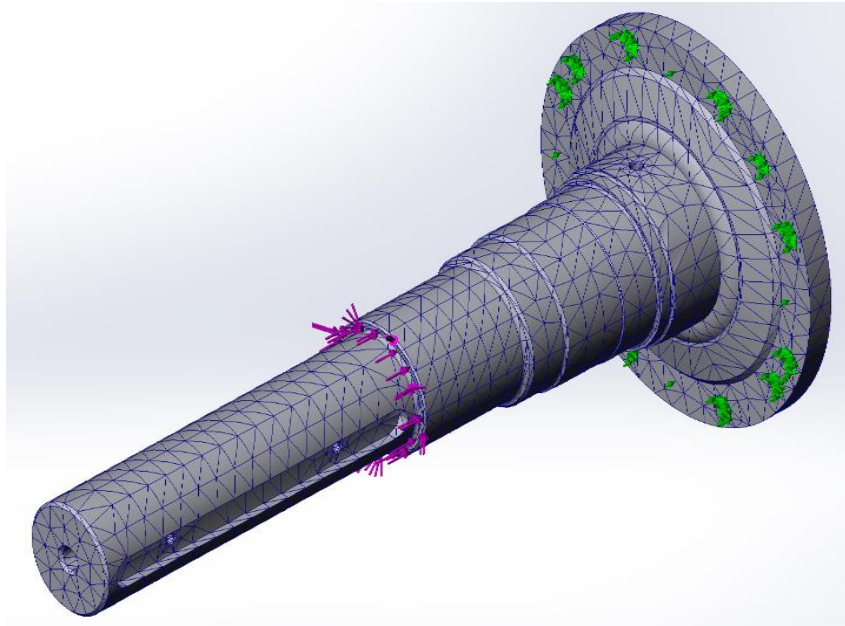


Рисунок 1.9 – Створення сітки

Розглянемо результати розрахунку на панелі дерева результатів. Налаштуємо шкали (легенди) відображення Напруг по vonMises, щоб вона починалася із нуля, величина напруги відображалася числом із плаваючою комою, кількість цифр після коми – 0. Згенеруємо епюри запасу міцності та епюру Design Insight та налаштуємо останню переміщуючи повзунок.

					КНУ.КБР.131.25.1-01.01.АСПМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Таблиця 1.6- Інформація про сітку

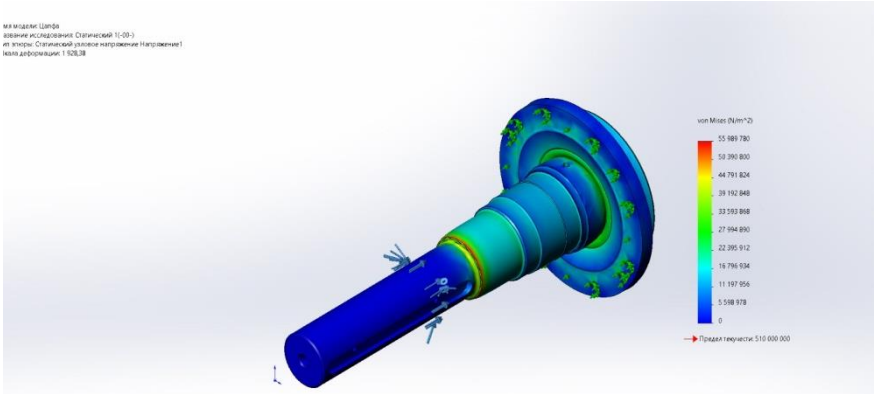
Тип сітки	Сітка на твердому тілі
Разбиття , що використовується:	Стандартна сетка
Автоматичне ущільнення сітки:	Викл
Включити автоцикли сітки:	Вкл
Точки Якобіана для сітки високої якості	4 Точки
Розмір елемента	18,0415 mm
Допуск	0,902075 mm
Якість сітки	Висока

Таблиця -1.7 Інформація про сітку - Деталізація

Всього вузлів	27341
Всього елементів	17033
Максимальне співвідношення сторін	21,89
% елементів з співвідношенням сторін < 3	86,2
Процент елементів з співвідношенням сторін > 10	0,546
Процент викривлених елементів	0,194

Таблиця 1.7-Результати дослідження Статичний 1 Напруга 1

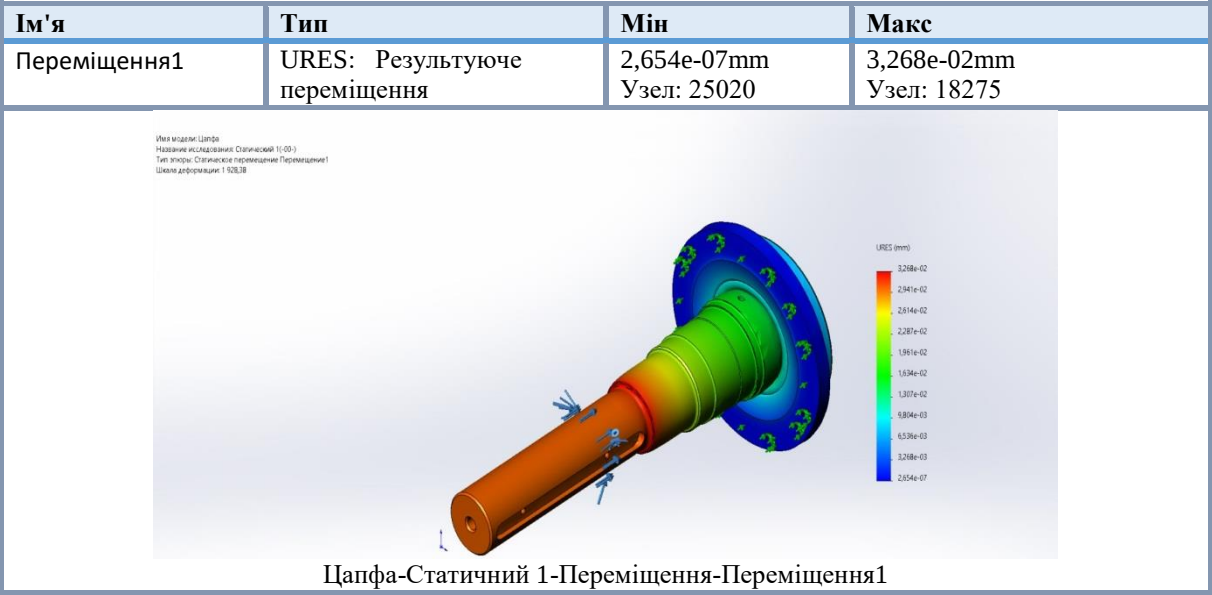
Ім'я	Тип	Мін	Макс
Напруга1	VON: Напруга Von Mises	0N/m^2 Узел: 1560	55 989 780N/m^2 Узел: 1334



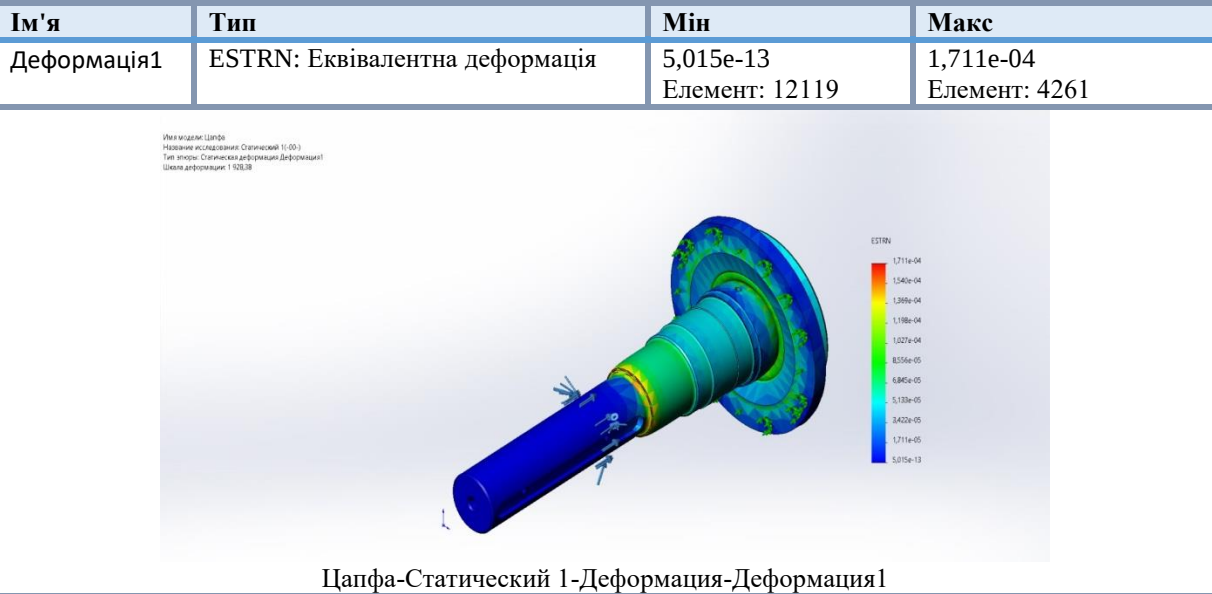
Цапа-Статичний 1-Напруга-Напруга1

					КНУ.КБР.131.25.1-01.01.АСПМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

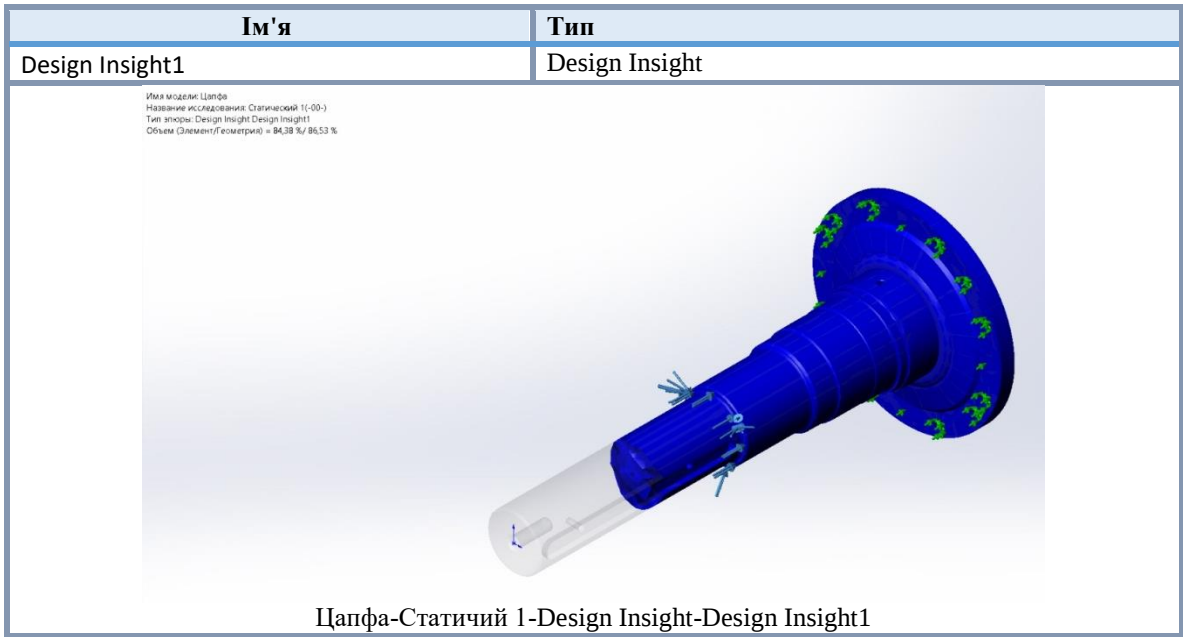
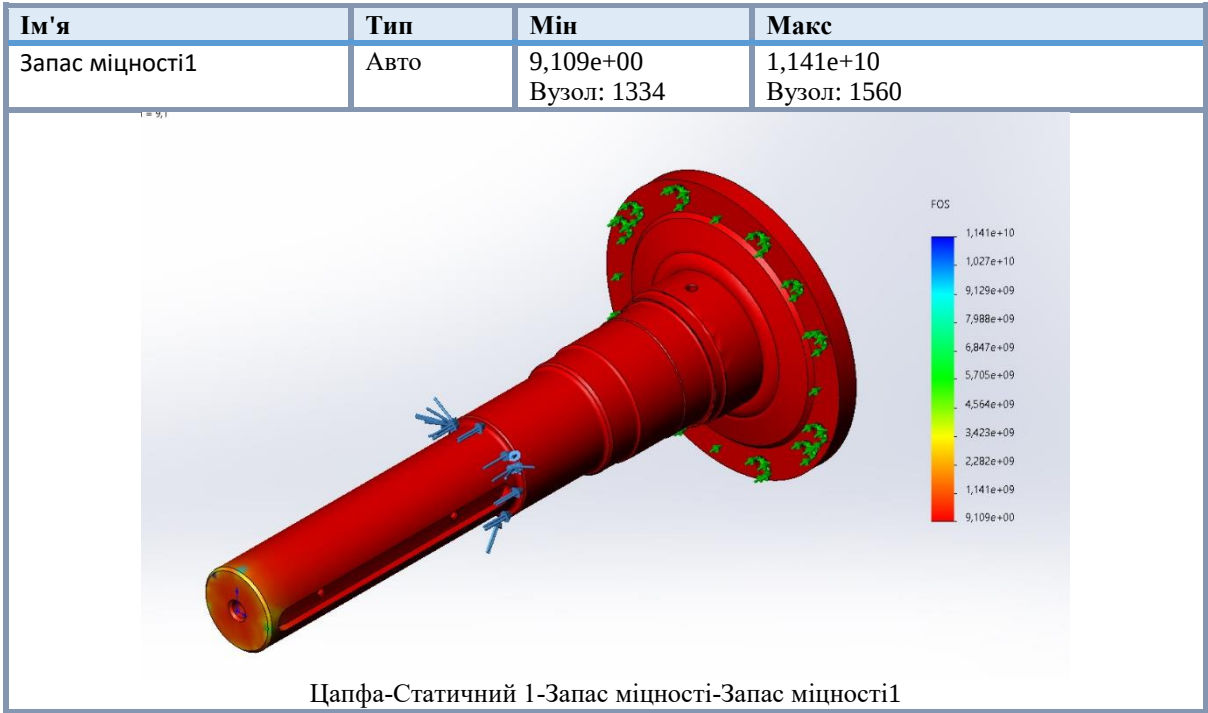
Таблиця 1.8-Результати дослідження Статичний 1 Переміщення 1



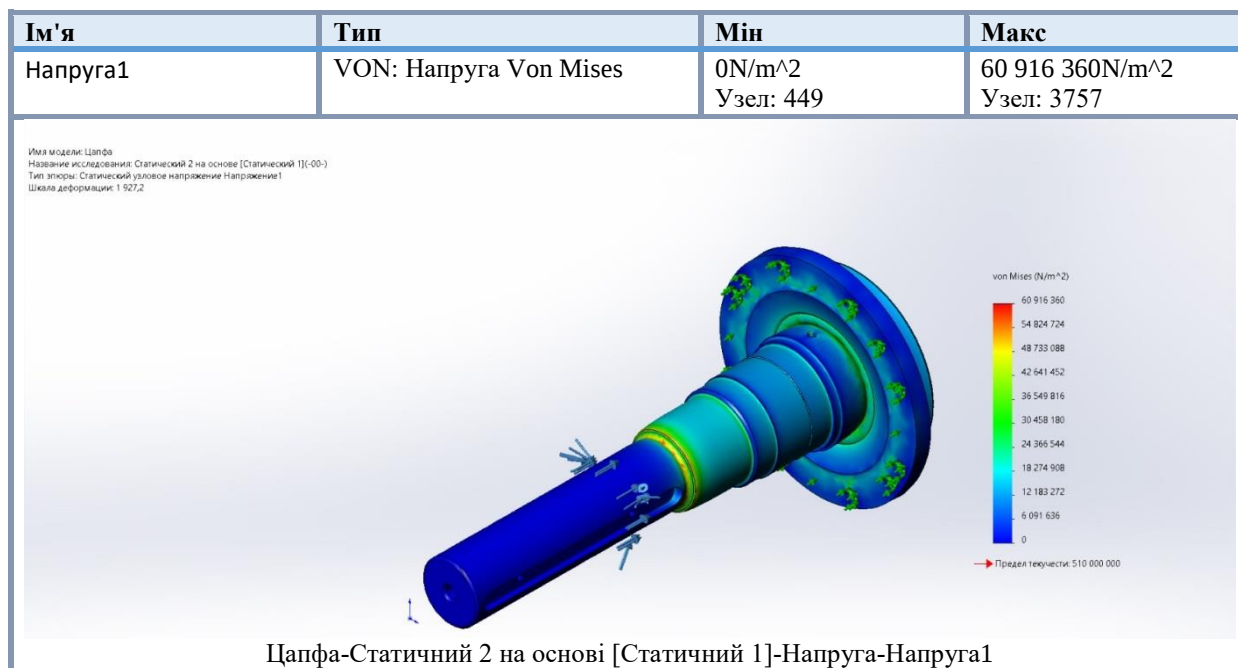
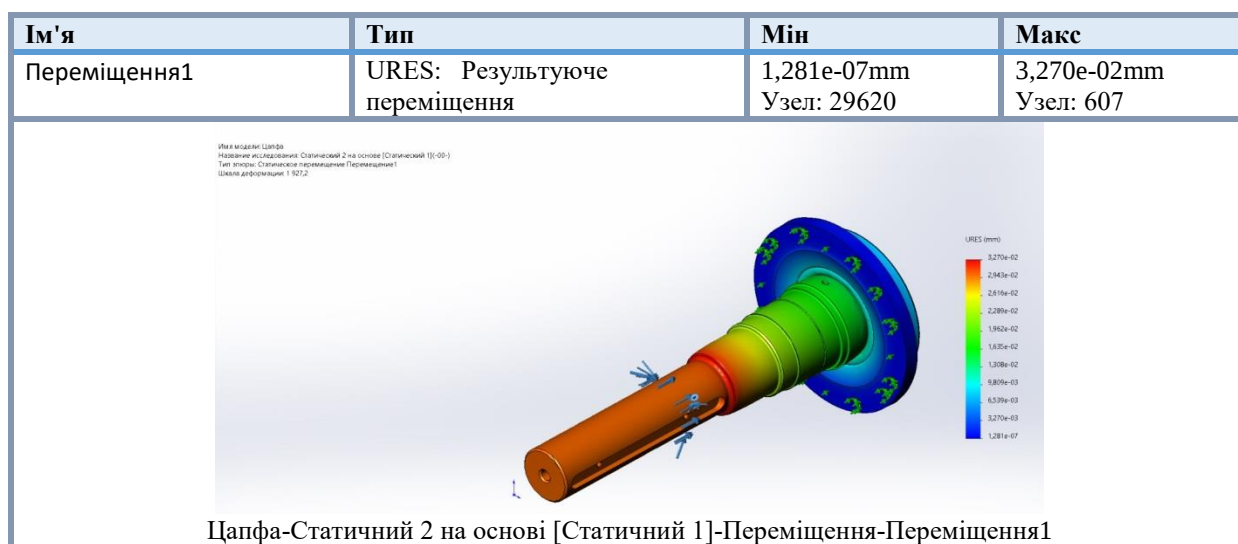
Таблиця 1.7-Результати дослідження Статичний 1 Деформація 1



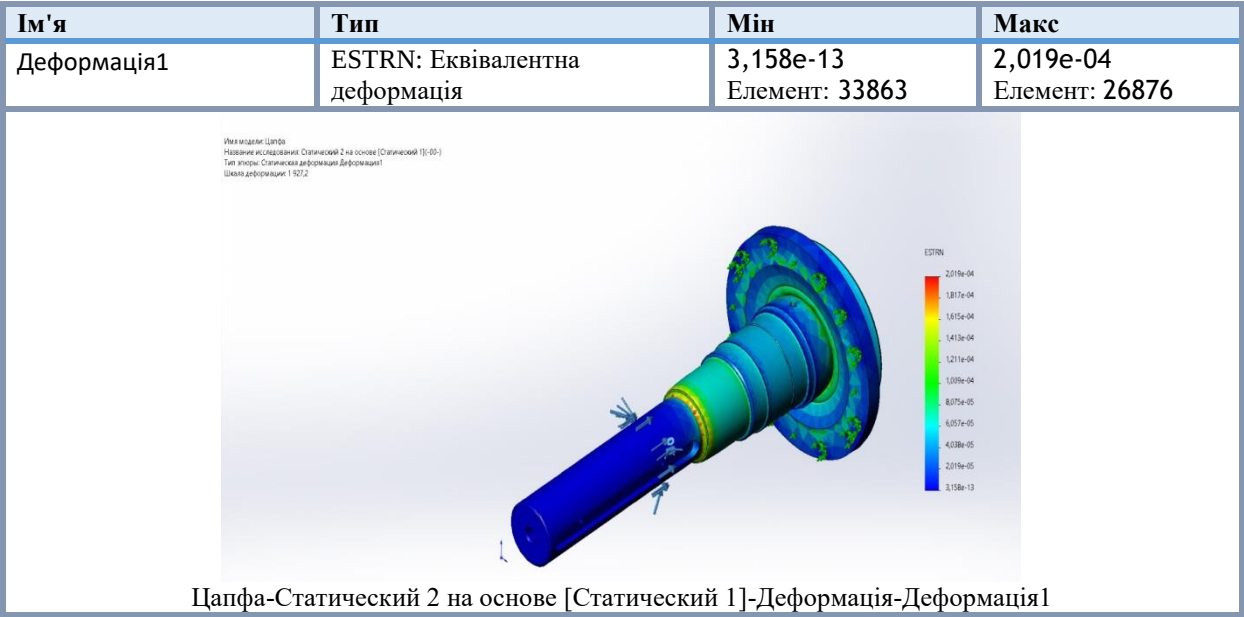
Таблиця 1.7-Результати дослідження Статичний 1 Запас міцності 1



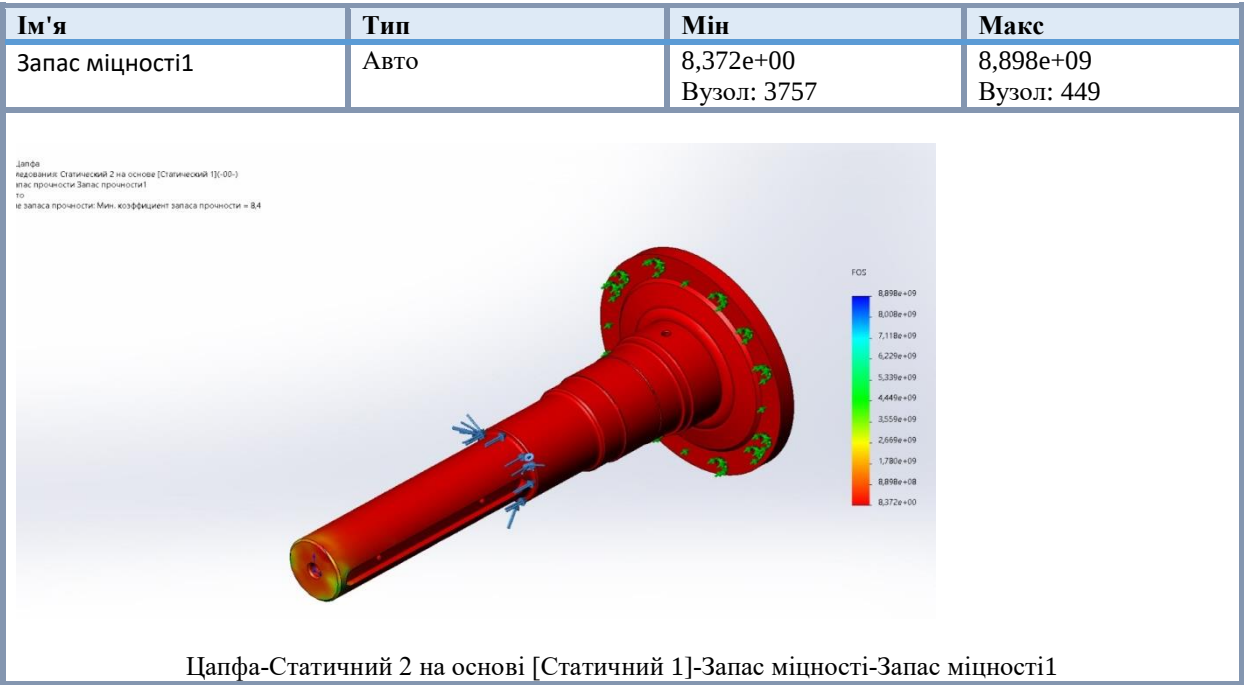
Таблиця 1.8-Результати досліджень Статичний 2 на основі Статичний 1

Таблиця 1.9-Результати досліджень Статичний 2 на основі Статичний 1
Переміщення-Переміщення 1

Таблиця 1.10-Результати досліджень Статичний 2 на основі Статичний 1
Деформація-Деформація 1



Таблиця 1.11-Результати досліджень Статичний 2 на основі Статичний 1
Запас міцності-Запас міцності 1



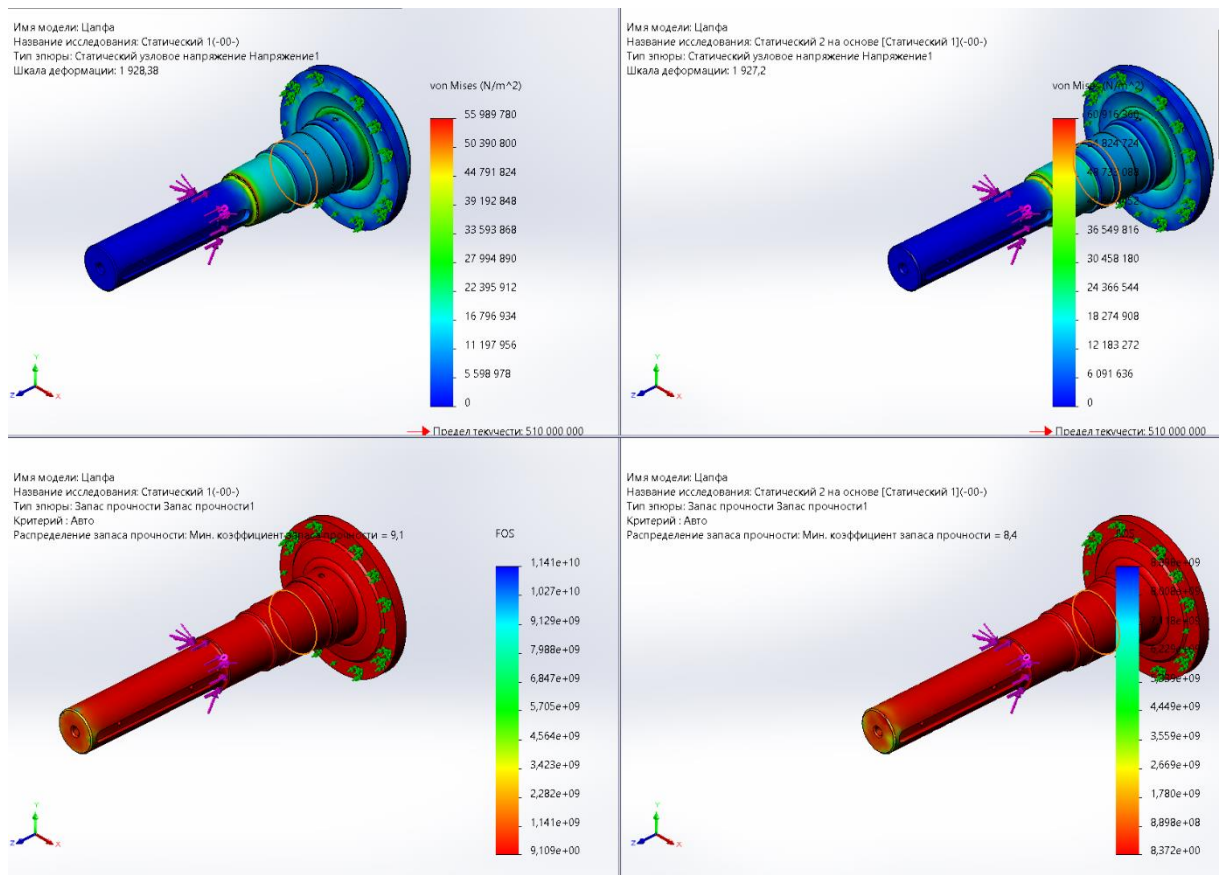
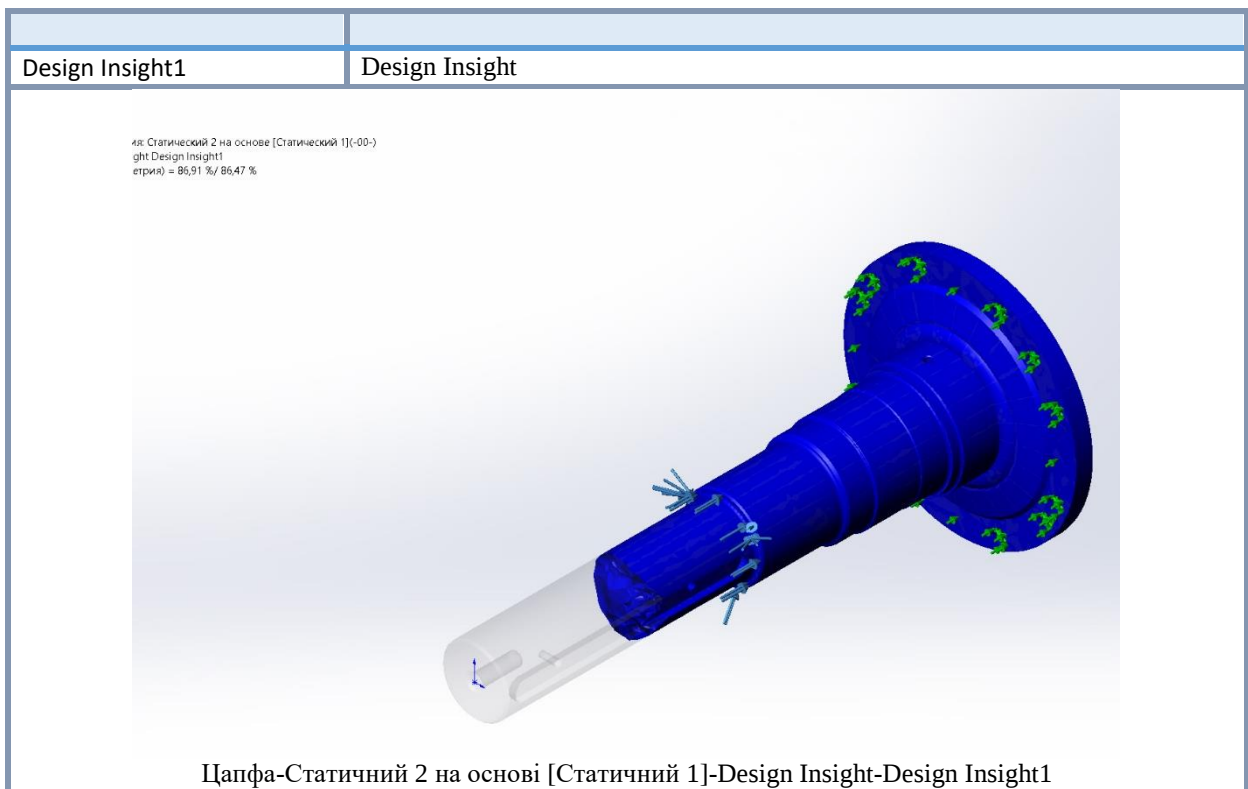


Рисунок 1.12- Режим порівняння результатів

Можна зробити висновки, що:

1. При оцінці міцності деталі при статичному аналізі я визначив максимальні напруження $60\,916\,360\text{ Н/м}^2$ при яких виникає деформація. Це дозволяє встановити, чи витримає деталь навантаження без руйнування або пластичної деформації. Матеріал 20Х13 витримає навантаження.

2. Моделювання навантажень дозволяє визначити зони з концентрацією напружень — потенційно небезпечні області, які можуть зламатися першими.

3. Оптимізація конструкції я не робив, але результати аналізу можуть бути використані для зменшення ваги деталі, зміни геометрії або вибору більш відповідного матеріалу без втрати міцності.

4. Я вивчив поведінку при циклічному навантаженні (динаміка): Динамічний аналіз дозволяє оцінити, як деталь поводить себе під впливом змінних сил, вібрацій або ударів. Це важливо для довговічності та втомного руйнування.

5. Я підтвердив проектні рішення: Моделювання в SolidWorks дало змогу віртуально перевірити конструкцію ще до виготовлення, що дозволяє заощадити час і ресурси.

6. Я підтвердив підбір матеріалу, тому що а основі отриманих даних можна зробити висновок про доцільність використання сталі 20Х13 або про необхідність її заміни. Сталь при прикладеному навантаженні в 50 кН має запас міцності $1,141 \times 10^{10}$ та коефіцієнт запасу міцності 8,4. Тому ми вибрали її вірно.

Це дозволило приймати інженерно обґрунтовані рішення, підвищує надійність конструкції та знижує ризик помилок при виробництві.

					КНУ.КБР.131.25.1-01.02.АСПД			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Анісенко						
Перевір		Цивінда						
					АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ДЕТАЛЮ			Арк.
Н. Контр.		Нечаєв			01 КАСПМ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	Каф.ПМ, гр.ПМ			21

АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ДЕТАЛІ

Цапфа (рис. 2.1) слугує для встановлення опорних елементів, а також для передавання обертального моменту від мотор-редуктора до вала барабана. Вузол працює в умовах середніх швидкостей, піддається зносу і впливу вологого середовища.

У зв'язку з цим, матеріал цапфи повинен мати високу корозійну стійкість, достатню міцність для сприйняття згинальних навантажень, а також характеризуватись високим рівнем пластичності та ударної в'язкості.

З конструктивної точки зору таким вимогам відповідає сталь марки 20X13 згідно з ДСТУ 7806:2015. Її хімічні складники та механічні властивості наведено у таблицях 2.1 та 2.2 відповідно [5].

Таблиця 2.1- Хімічний склад сталі 20X13 ГОСТ 5632-72

C, %	Si, %	Mn, %	Cr, %	S, %	P, %
0,16 – 0,25	0,6 – 0,8	0,8	12 – 14	0,025	0,03

Таблиця 2.2- Фізико-механічні властивості сталі 20X13 ГОСТ 5632-72

σ_T , МПа	σ_B , МПа	a_n , Дж/см ²	δ , %	ψ , %	HRC
635	830	136–156	10	20	28-32

Термообробкою для сталі 20X13 ГОСТ 5632-2014 є загартування з нагрівом деталі до температури 1050°C з охолодженням в маслі та відпуск при температурі 200°C з охолодженням на повітрі. Внаслідок такої термообробки отримуємо пластичну серцевину та тверду зовнішню поверхню, що задовольняє вимогам роботи деталі.

При необхідності дану сталь можна замінити на сталі 12X13, 30X13 та 14X17H2.

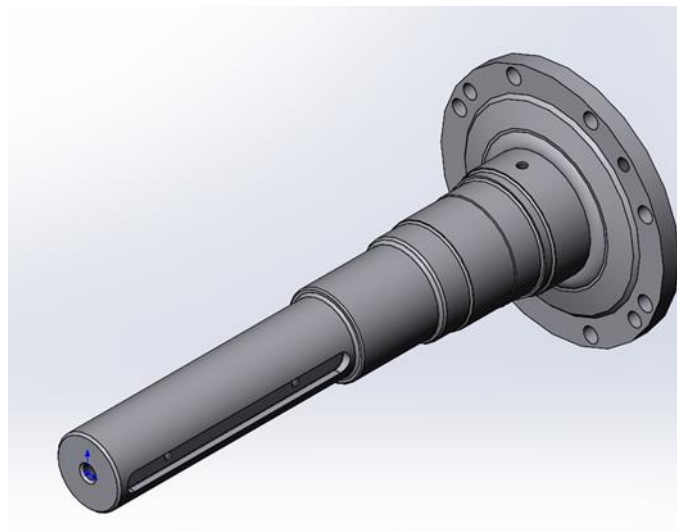


Рисунок 2.1 - 3D модель цапфи

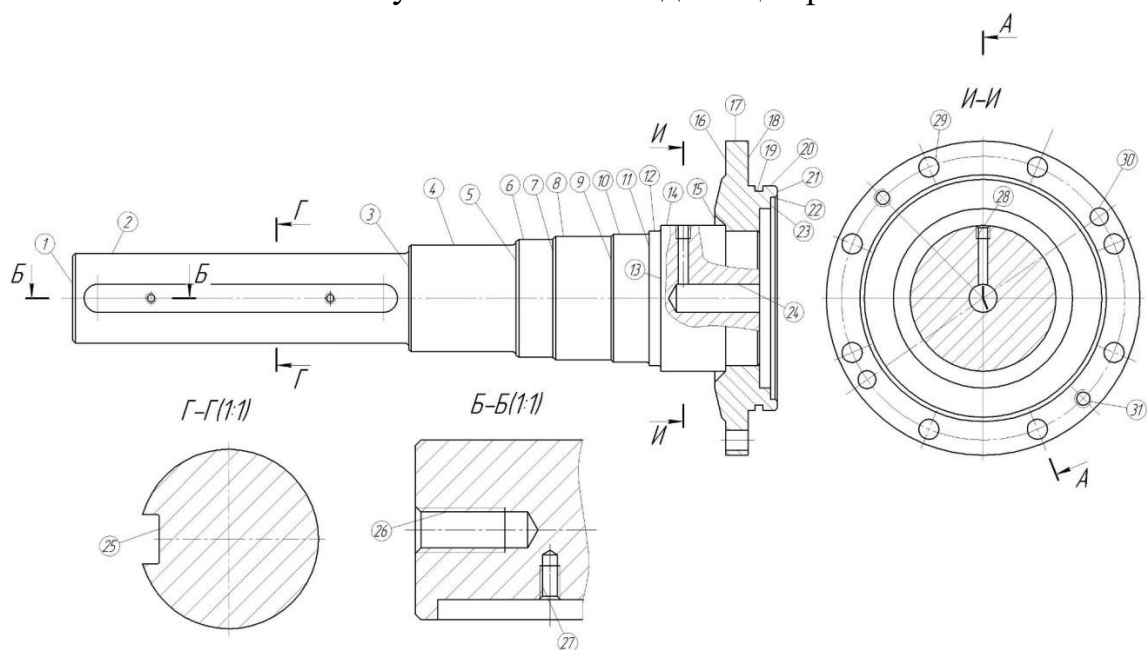


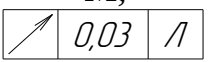
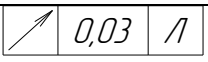
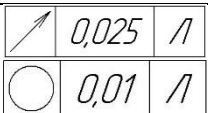
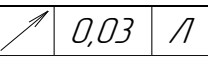
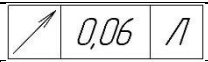
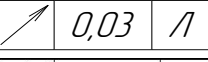
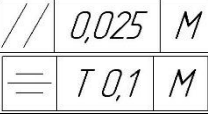
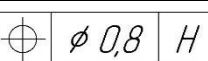
Рисунок 2.2- 2-D модель цапфа з пронумерованими поверхнями

2.1 Виявлення точнісного зв'язку між розмірами

Поверхні 18, 20 та 29 - основні, поверхні 2, 6, 8, 10 та 25 – допоміжними (рис.2.3.) Розміри проставлені згідно Державного стандарту та мають відношення точності: допуск на розмір більше допуску на геометричне відхилення та на шорсткість.

					КНУ.КБР.131.25.1-01.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Таблиця 2.3- Взаємозв'язок норм точності

№ поверхні	Номинальний розмір, мм	Квалітет ІТ	Допуск Т, мкм	Шорсткість Ra	Відхилення форми та розташування поверхні
1	2	3	4	5	6
1,21	630,8	h12	800	6,3/3,2	
2	Ø80	g6	19	0,8	М, 
3	305	h12	520	3,2	
4	Ø95	d10	140	6,3	
5	207,5	h12	460	6,3	
6	Ø105	h9	87	1,6	
7	174,5	h11	250	6,3	
8	Ø110	k6	22	1,6	
9	121,5	h12	400	6,3	
10	Ø112	k6	22	1,6	
11	88,5	h11	220	3,2	
12	Ø120	h13	540	6,3	
18	25,8	h11	100	3,2	
19	Ø190,8	h9	115	1,6	
20	Ø200	g6	29	1,6	Н 
25	22	N9	52	3,2	
29	Ø18	H13	270	12,5	

На кресленні бачимо достатньо видів та розрізів , щоб змоделювати деталь.

Розміри та показники геометричної точності та якості проставляємо згідно ДСТУ.

Конструкторські бази проставлені. Ми змінюємо вимоги до зварного шву в технічних вимогах на кресленні.

					КНУ.КБР.131.25.1-01.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

2.2 Аналіз технологічності деталі [9]

2.2.1 Якісний аналіз технологічності

Деталь є симетричним тілом обертання, діаметри якого зменшуються в напрямку до правого кінця, що дає змогу здійснювати обробку на токарному верстаті зі звичайною точністю.

Для надійного кріплення під час обробки передбачені циліндричні поверхні на цапфі. Водночас цапфа характеризується недостатньою жорсткістю через значне відношення довжини до діаметра (4:1).

Високу точність та якість поверхні цапфи забезпечує обробка на верстатах із числовим програмним керуванням (ЧПК).

Базування деталі за фланцем у патроні вважається нераціональним з технологічної точки зору.

Отже, цапфа має конструктивні особливості, що відповідають технологічним вимогам.

2.2.2 Кількісний аналіз технологічності

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{в.м.} = \frac{Q_o}{Q_3}, \quad (2.1)$$

де $Q_o = 52,6$ кг

$Q_3 = 56,3$ кг

$$K_{в.м.} = \frac{52,6}{56,3} = 0,92.$$

Високий коефіцієнт використання, тому, що креслення заготовки приближено до креслення готової деталі.

Коефіцієнт точності обробки:

$$T_{cp} = \frac{\sum T_i n_i}{\sum n_i} = \frac{4 \cdot 6 + 3 \cdot 9 + 1 \cdot 10 + 3 \cdot 11 + 5 \cdot 12 + 2 \cdot 13}{18} = 44,6.$$

$$k_{mч} = 1 - \frac{1}{T_{cp}} \quad (2.2)$$

$$k_{mч} = 1 - \frac{1}{44,6} = 0,98$$

Точність не висока.

Коефіцієнт шорсткості:

$$Ш_{cp} = \frac{\sum Ш_i n_i}{n_i} = \frac{0,8 + 5 \cdot 1,6 + 5 \cdot 3,2 + 6 \cdot 6,3 + 12,5}{18} = 4,17 \text{ мкм.}$$

					КНУ.КБР.131.25.1-01.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$k_{ш} = \frac{1}{Ш_{ср}} \quad (2.3)$$

$$k_{ш} = \frac{1}{4,17} = 0,23$$

Деталь має не дуже високу шорсткість.

Цапфа є технологічною за кількісним аналізом технологічності.

2.3 Вибір типу виробництва. Задачі проектування . [3]

Вихідні дані	
Річна програма N _р , шт	50
Штучно-калькуляційний час, хв	
Т _{шт.-к.1}	17,8
Т _{шт.-к.2}	155,17
Т _{шт.-к.3}	135,66
Т _{шт.-к.4}	112,3
Т _{шт.-к.5}	
Йомвірний тип виробництва (ДС=1, СС=2, ВС=3)	2
Кількість змін	2

Рисунок 2.3- Дані до розрахунку

Коефіцієнт закріплення операцій	
$K_{з.о.} = \frac{\sum \Pi_{oi}}{\sum P_i}$	
де $\sum \Pi_{oi}$ – сумарне число різних операцій за місяць з розрахунку на одного змінного майстра; $\sum P_i$ – явочне число робітників ділянки, що виконують різні операції при роботі в одну	
$\Pi_{oi} = \frac{13182 \cdot \eta_H}{T_{шт.к.} \cdot N_M}$	
де η_H – плановий нормативний коефіцієнт завантаження верстата, прийнятий для велико-, середньо- та дрібносерійного виробництва відповідно рівним 0,75; 0,8; 0,9; N_M – місячна програма випуску заданої деталі, шт. $N_M = \frac{N_p}{s \cdot 12}$	
$\Pi_{o1} = \frac{13182 \cdot 0,8}{17,8 \cdot 2,083} = 284,4$	$\sum P_i = P_1 + P_2 + \dots + P_n$
$\Pi_{o2} = \frac{13182 \cdot 0,8}{155,2 \cdot 2,083} = 32,62$	$P_i = 0,96 \cdot \eta_H = 0,96 \cdot 0,8 = 0,72$
$\Pi_{o3} = \frac{13182 \cdot 0,8}{135,7 \cdot 2,083} = 37,31$	$\sum P_i = 5 \cdot 0,72 = 3,6 = 4$
$\Pi_{o4} = \frac{13182 \cdot 0,8}{112,3 \cdot 2,083} = 45,07$	$K_{з.о.} = \frac{399,39}{4} = 99,85$
Виробництво серійне	

Рисунок 2.4- Розрахунок типу виробництва

2.4 Аналіз типового технологічного процесу

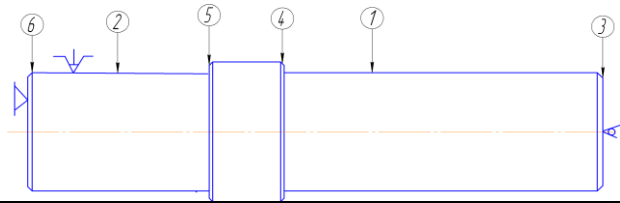
Типовий технологічний процес в таблиці 2.4

Таблиця 2.4 –Типовий технологічний процес

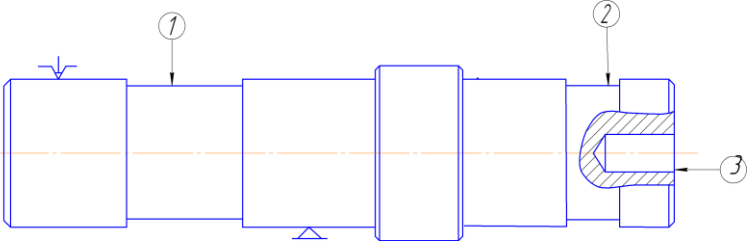
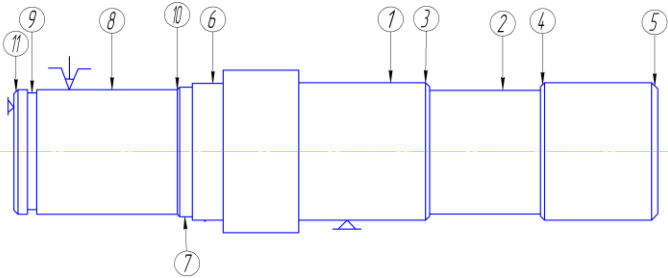
Операція	Зміст операції
1	2
005 Пило – відрізна 8Г661	Відрізка заготівки
010 Технічний контроль	Перевірка розмірів, вірність заповнення документів
015 Транспортування	Електрокар Т1459ДП

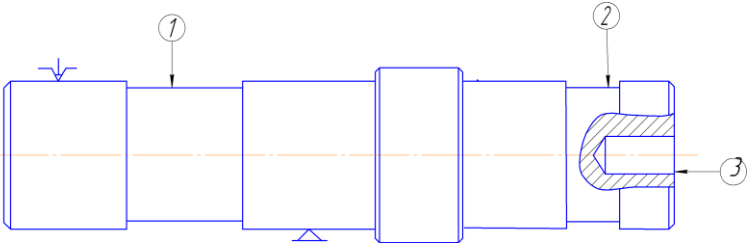
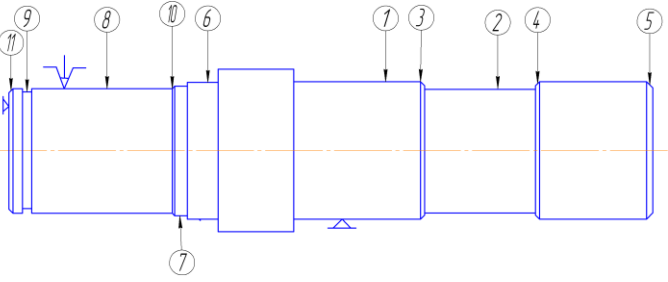
					КНУ.КБР.131.25.1-01.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Продовження таблиці 2.4

1	2
020 Технічний Контроль	Перевірка розмірів $\varnothing 130 L = 592(-2)\text{мм}$
025 Горизонтально – розточна 2A622-1	Центрувати торці
030 Технічний контроль	Перевірити виконання операції 025, перевірити вірність заповнення супроводжувальної документації
035 Токарна – гвинторізна 1H713	Точити поверхні Установ А 1. Точити пов.1 - $\varnothing 116_{-0,54} L = 361^{+1}\text{мм}$ 2. Зняти фаску 3 Установ Б 1. Точити пов 2 - $\varnothing 126_{-0,63} L = 175^{+1}\text{мм}$ 2. Зняти фаски 4, 5 3. Зняти фаску 6 
040 Технічний контроль	Перевірити розмір операції 035, вірність заповнення документації
045 Транспортування	Електрокар Т1459ДП
050 Термічно обробка	Твердість 212...248НВ
055 Транспортування	Електрокар Т1459ДП
060 Технічний контроль	Перевірити вірність маркування (візуально)

Продовження таблиці 2.4

1	2
065 Токарна – гвинторізна 1Н713	Точити поверхні Установ А 1. Точити пов.1 - $\varnothing 114_{-0,54} L = 60^* \text{ мм}$ Установ Б 1. Точити пов 2 - $\varnothing 124_{-0,63} L = 60^* \text{ мм}$ 2. Свердлити отвір 3 – $\varnothing 25^{+0,52} L = 80^{+1,9} \text{ мм}$ 
070 Технічний контроль	Перевірити вірність розмірів після опер. 065, вірність заповнення документації
075 Токарна – гвинторізна 1Н713	Точити поверхні Установ А 1. Точити пов.1 - $\varnothing 110_{-0,1} \text{ мм } L = 365_{-0,4} \text{ мм}$ 2. Точити пов.2 - $\varnothing 108_{-0,87} \text{ мм } L = 165 \pm 0,5 \text{ мм}$ 3. Зняти фаски 3, 4 4. Зняти фаску 5 Установ Б 1. Точити пов 6 - $\varnothing 120_{-0,35} \text{ мм } L = 36,6_{-0,1} \text{ мм}$ 2. Точити пов. 7 – $\varnothing 112_{-0,1} \text{ мм } L = 26 \pm 0,1 \text{ мм}$ 3. Точити пов. 8 - $\varnothing 110_{-0,1} \text{ мм } L = 136,6^* \text{ мм}$ 4. Точити канавку 9 - $\varnothing 105_{-0,54} \text{ мм } L = 3,4^{+0,18} \text{ мм}$ 5. Зняти фаску 10 6. Зняти фаску 11 

065 Токарна – гвинторізна 1Н713	Точити поверхні Установ А 1. Точити пов.1 - $\varnothing 114_{-0,54} L = 60^* \text{ мм}$ Установ Б 1. Точити пов 2 - $\varnothing 124_{-0,63} L = 60^* \text{ мм}$ 2. Свердлити отвір 3 – $\varnothing 25^{+0,52} L = 80^{+1,9} \text{ мм}$ 
070 Технічний контроль	Перевірити вірність розмірів після опер. 065, вірність заповнення документації
075 Токарна – гвинторізна 1Н713	Точити поверхні Установ А 1. Точити пов.1 - $\varnothing 110,4_{-0,1} \text{ мм } L = 365_{-0,4} \text{ мм}$ 2. Точити пов.2 - $\varnothing 108_{-0,87} \text{ мм } L = 165 \pm 0,5 \text{ мм}$ 3. Зняти фаски 3, 4 4. Зняти фаску 5 Установ Б 1. Точити пов 6 - $\varnothing 120_{-0,35} \text{ мм } L = 36,6_{-0,1} \text{ мм}$ 2. Точити пов. 7 – $\varnothing 112,4_{-0,1} \text{ мм } L = 26 \pm 0,1 \text{ мм}$ 3. Точити пов. 8 - $\varnothing 110,4_{-0,1} \text{ мм } L = 136,6^* \text{ мм}$ 4. Точити канавку 9 - $\varnothing 105_{-0,54} \text{ мм } L = 3,4^{+0,18} \text{ мм}$ 5. Зняти фаску 10 6. Зняти фаску 11 

					КНУ.КБР.131.25.1-01.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Продовження таблиці 2.4

1	2
080 Технічний контроль	Перевірити вірність розмірів після опер. 075, вірність заповнення документації
085 Транспортування	Електрокар Т1459ДП
090 Поперечно – фрезерний	Фрезерувати дві лиски 109,88 _{-0,22} мм 36,5 _{-0,25} мм
095 Технічний контроль	Перевірити вірність заповнення супроводжувальної документації, присутність клейм ВТК
100 Слесарна	Зняти заусенці після механічної обробки, притупити гострі кромки
105 Транспортування	Електрокар Т1459ДП
110 Розмітка	Розмітити та кернити центри двох отв. під різьбу М20-7Н, розмітити та кернити отв Ø9 ^{+0,36} мм
115 Радіально – свердлильний 2М55	Свердлити отвори Установ А 1. Свердлити отвір 1 – Ø9 ^{+0,36} L=72,6±3,7 мм Установ Б 1. Свердлити отвір 2, 3 – Ø17,35 ^{+0,53} L=45 ^{+1,6} мм 2. Зенкувати фаски в отворах 2, 3 3. Нарізати різьбу отв. 2, 3 – М20х7Н
120 Слесарна	Зняти заусенці після механічної обробки, притупити гострі кромки, маркувати
125 Круглошліфувальна	Шліфувати дві пов.Ø109,964 _{-0,022} мм L= 100±0,435мм, пов. Ø109,988 _{-0,022} мм L= 136,3*мм, пов. Ø112,025 _{-0,022} мм L= 26±0,1мм

Під час аналізу типового технологічного процесу виготовлення було прийнято такі рішення:

1. Матеріал заготовок: Вал і фланець на підприємстві виготовляються з прокату. У межах проектування я обираю ковані заготовки для вала і фланця. Для виготовлення цапфи в заводському процесі застосовується

					КНУ.КБР.131.25.1-01.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

зварювання окремих деталей — це рішення також приймається до реалізації.

2. Використання верстатів з ЧПК: Процес виготовлення доцільно організувати на базі сучасного багатоцільового токарно-фрезерного верстата з числовим програмним керуванням (ЧПК), що дозволить об'єднати токарно-гвинторізну, вертикально-фрезерну та круглошліфувальну операції в єдину операцію. Додатково пропонується поєднати горизонтально-розточувальну операцію зі слюсарною, реалізувавши їх на горизонтальному розточувальному центрі з ЧПК.

3. Інструментальна оптимізація: Використання сучасного високоефективного різального інструменту дозволяє підвищити зносостійкість інструменту та забезпечити високий рівень обробки. Завдяки цьому можна виключити з процесу круглошліфувальну операцію, оптимізувавши режими різання для досягнення необхідної шорсткості поверхні.

2.5 Обґрунтування вибору заготовки

Розрахунок проводиться по приведеним затратам між заготовкою для валу, поковкою і прокатом.

$$З = А + З_0 + E_{\pi} * З_{\kappa} + O_2 \quad E = \quad (3)$$

937,943	928,8384	8,108191	0,15	6,642757	0
---------	----------	----------	------	----------	---

де

A - вартість заготовки:

$$A = M * C * K_c * K_{оп} * K_{\kappa} * K_m * K_r - (M - q) * Ц$$

928,8384	60	26	0,82	0,83	0,74	1,21	1	60	51,6	2,6
----------	----	----	------	------	------	------	---	----	------	-----

$З_0$ - зарплата по операціям механічної обробки, які відрізняються, грн:

$$З_0 = \frac{T_{шт} * C_p * K_1 * K_2 * K_3 * K_4}{60}$$

6	33,6	1,4	1,08	1,14	1,4
60					
8,108191					

$T_{шт}$ - норма штучно-калькуляційного часу на операцію, яка відрізняється, хв

C_p - часова тарифна ставка четвертого розряду роботи, грн

K_1, K_2, K_3, K_4 - коефіцієнти, які враховують відповідно:

* преміальні доплати станочників ($K_1 = 1,4$)

* додаткову зарплату ($K_2 = 1,08$)

* відрахування на соціальне страхування ($K_3 = 1,4$)

* зарплату наладчиків верстатів ($K_4 = 1,4$)

O_2 - поточні затрати по експлуатації верстата, грн:

					КНУ.КБР.131.25.1-01.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$O_2 = \frac{125}{60} * \frac{6}{1,17} = 10,68376$$

C_1 - годинні поточні затрати по експлуатації верстата, грн; $C_1 = 0,003 \cdot C_0$

K_5 - коефіцієнт виконання норм ($K_5 = 1,17$)

E_n - нормативний коефіцієнт ефективності ($E_n = 0,15$)

Z_k - питомі капітальні затрати на операцію, грн

$$Z_k = \frac{16906 + 36968,75}{60} * \frac{6}{4015} * \frac{0,202}{0,15} = 6,642757$$

B - балансова вартість верстата, грн

$K_{ц}$ - вартість площі цеха, грн

$$K_{ц} = \frac{36968,75}{500} * 29,575 * 2,5$$

Π - вартість $1m^2$ площі механічного цеха, грн

ϕ - габаритні розміри верстата (довжина * ширину), m^2

γ - коефіцієнт, який враховує додаткову площу

Φ - річний фонд часу роботи верстата, годин

$\eta_в$ - коефіцієнт використання верстата:

$$\eta_в = \frac{180}{60} * \frac{3975}{1,17} * \frac{1}{1} = 0,00387$$

Рисунок 2.5- Послідовність розрахунку

Висновок: Обираємо заготовку для валу поковку вільним куванням.

2.5.1 Проектування заготовки

$\sqrt{Ra\ 12,5\ (\checkmark)}$

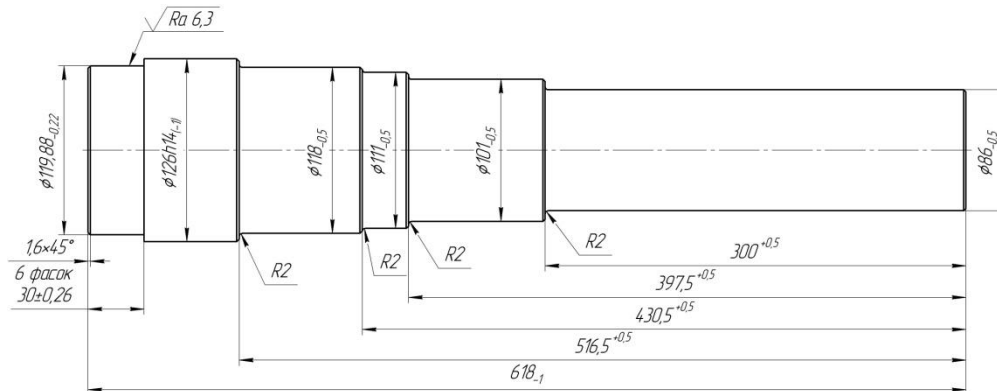


Рисунок 2.6- Заготовка валу

Таблиця 2.5- Розрахунок поковки валу

№ п/п	Номінальний розмір деталі	Припуск	Граничні відхилення	Припуск додатковий	Розмір заготовки
1	Ø126	11	±3	3	Ø140±3
2	Ø115	10	±3	3	Ø128±3
3	Ø98	10	±3	3	Ø111±4
4	Ø83	9	±3	—	Ø92±4
5	618	27,5	±7,5	—	645,5±7,5
6	216,5	—	±4,5	—	216,5±4,5
7	119	—	±4,5	—	1198±4,5
8	101,5	22	±6	—	123,5±6

З розрахунків мінімальна довжина уступу повинна бути

$$l_{\min} = 0,3 \cdot 150 = 45 \text{ мм.}$$

Уступи довжиною 30 мм і Ø119,88 та довжиною 33 мм і Ø111 пускаємо в напуск.

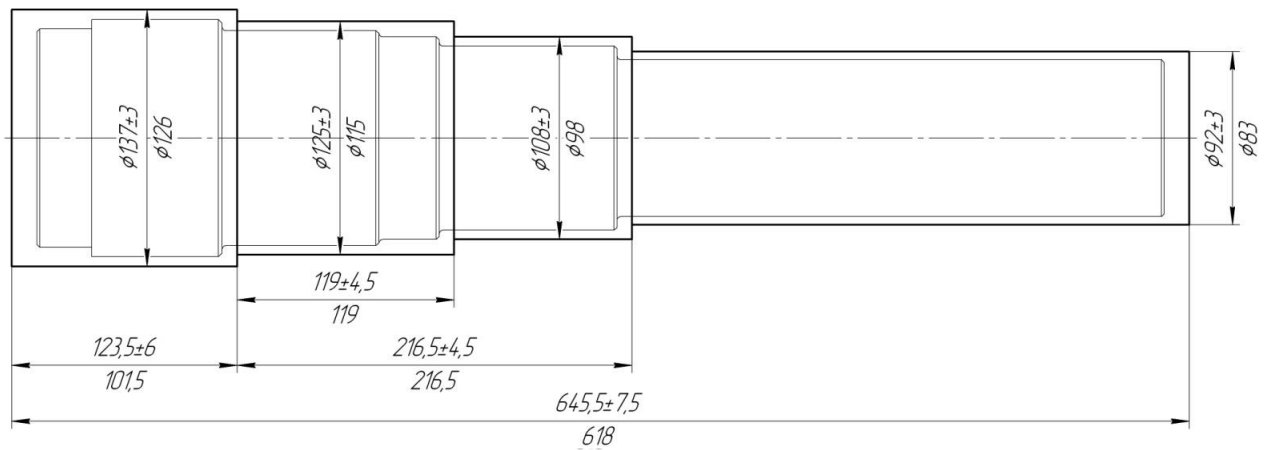


Рисунок 2.7-Проміжний ескіз валу з основними припусками

Площа подовжніх перерізів уступів:

$$F_i = D_i \cdot l_i \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow (2.10)$$

де D_i — діаметр уступу;

L_i — довжина уступу.

$$F = 137 \cdot 123,5 = 16919 \text{ мм}^2;$$

$$F_1 = 125 \cdot 119 = 14875 \text{ мм}^2;$$

$$F_2 = 108 \cdot 97,5 = 10530 \text{ мм}^2;$$

$$F_3 = 92 \cdot 305,5 = 28106 \text{ мм}^2.$$

Додатковий припуск з цього перерізу $\varnothing 92$ переносимо на переріз $\varnothing 137$ (рис. 2.6).

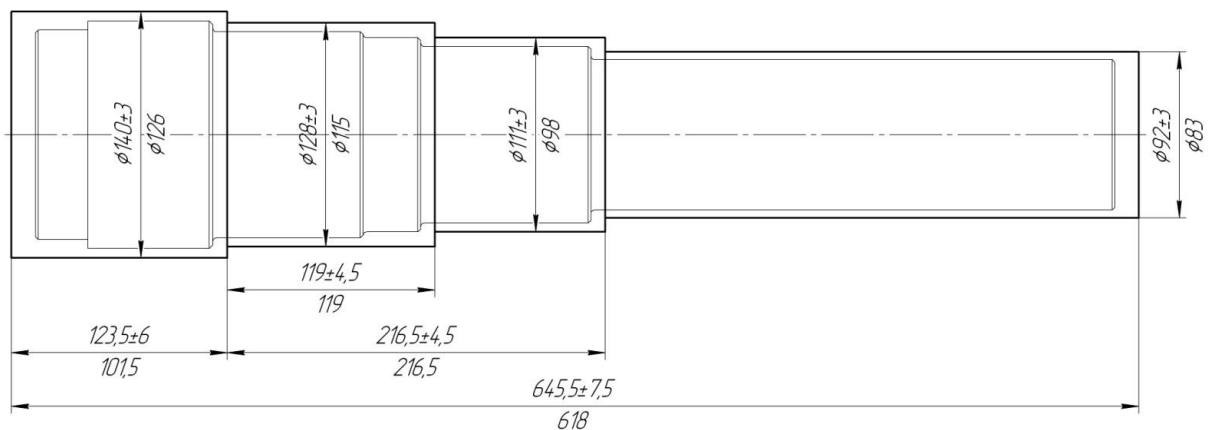


Рисунок 2.8 Вал з основними та допоміжними припусками

					КНУ.КБР.131.25.1-01.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

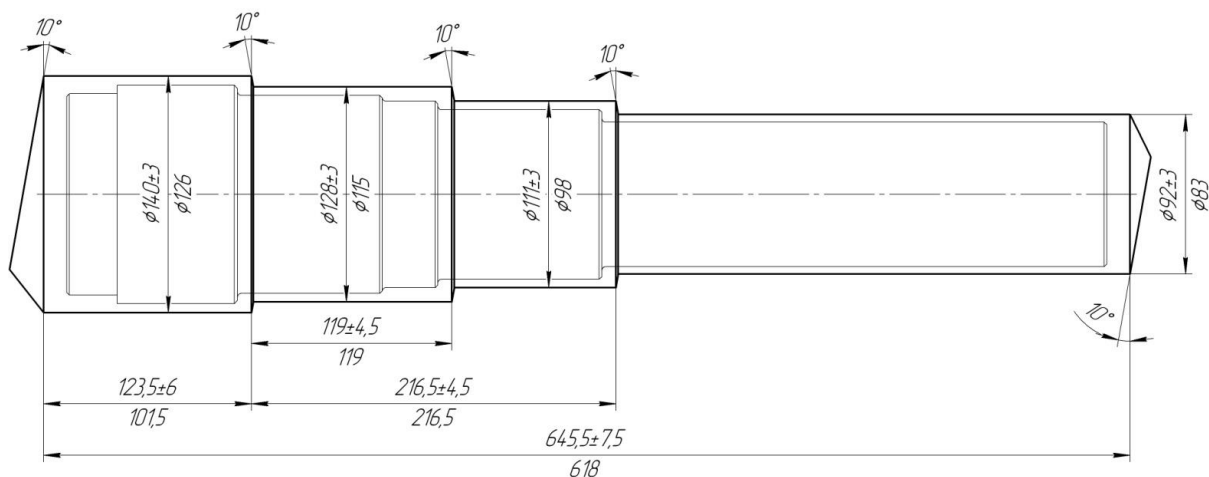


Рисунок 2.9- Ескіз поковки

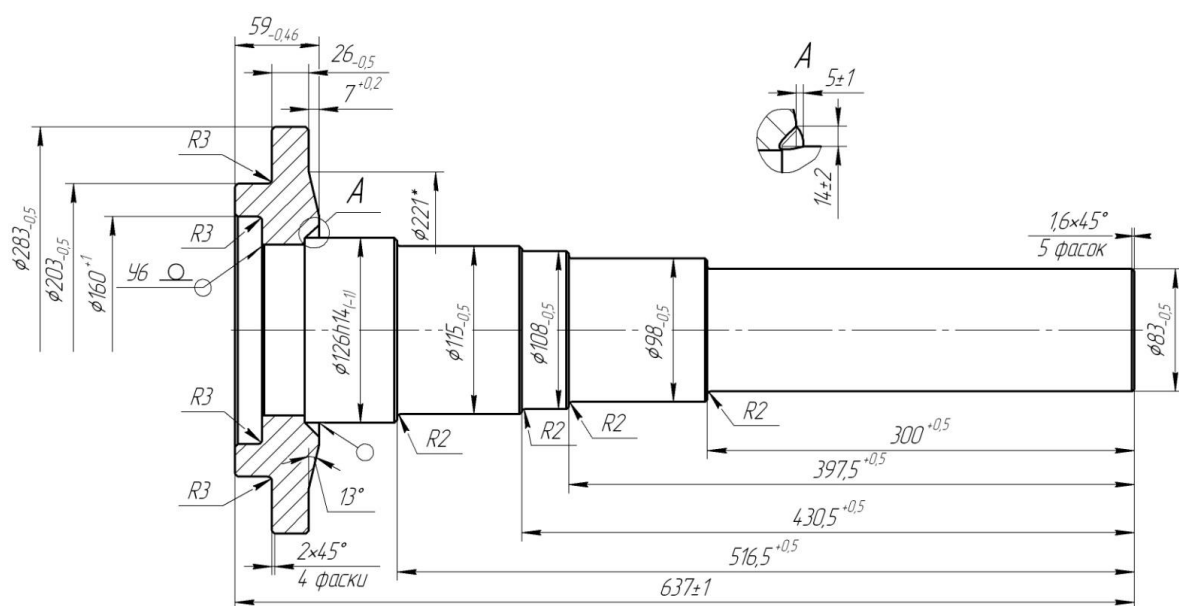


Рисунок 2.10- Заготовка, складальна одиниця

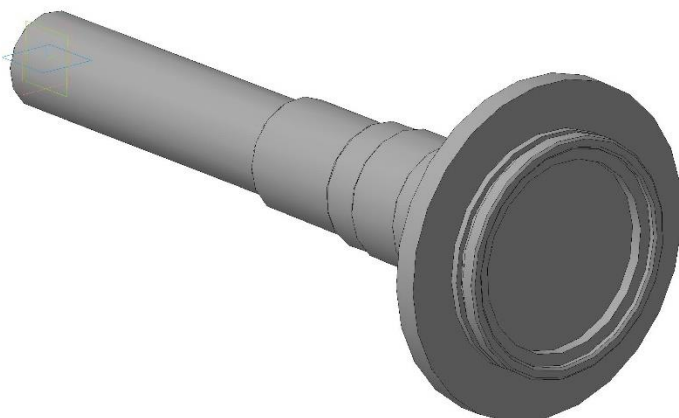


Рисунок 2.11 – Тривимірна модель заготовки

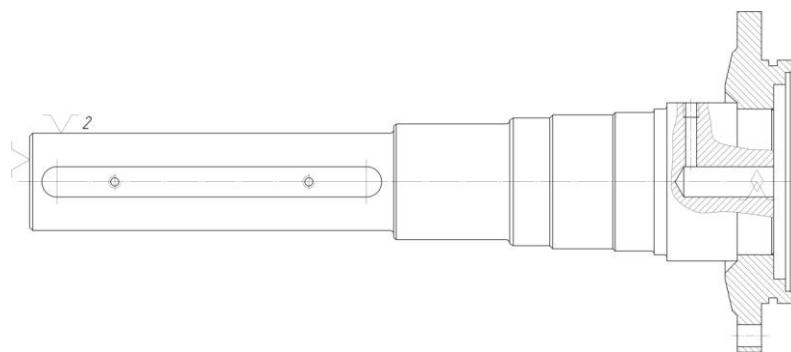
					КНУ.КБР.131.25.1-01.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Призначено режими зварювання: зварювальний струм — 220 А, напруга дуги — 25 В. Передбачається виконання кутового шва типу К8 автоматичним способом. Матеріал з'єднуваних елементів характеризується доброю зварюваністю. Захисне середовище — суміш аргону та вуглекислого газу ($\text{Ar} + \text{CO}_2$). Як зварювальний матеріал використовується порошковий дріт діаметром 4 мм марки ТМВ-15. Перед зварюванням здійснюється попередній підігрів зони з'єднання до температури 150 °С.

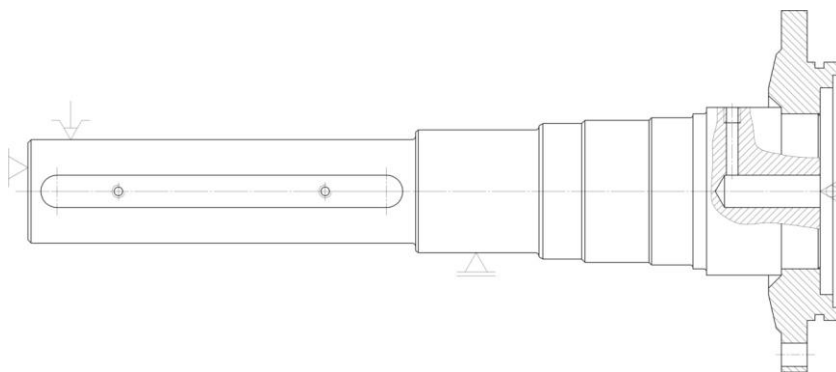
2.6 Вибір і обґрунтування баз

Таблиця 2.6 - Назва баз

Номер поверхні	Назва бази
18,20,29	Основні конструкторські бази
2, 6, 8, 10, 25.	Допоміжні конструкторські бази
1, 2 і 24	Технологічні бази,
1, 18 і 20	На токарній операції
2 та 1	Напрямна база
11	Опорна база
2 та 20	Вимірювальна база

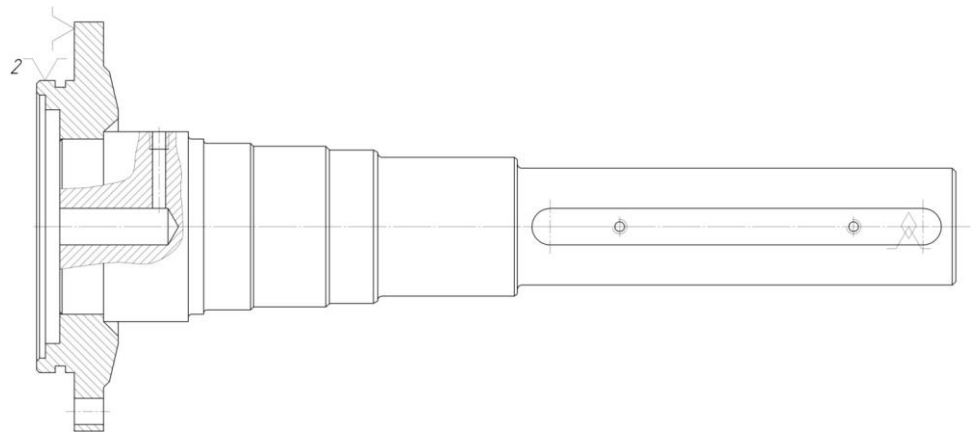


а)

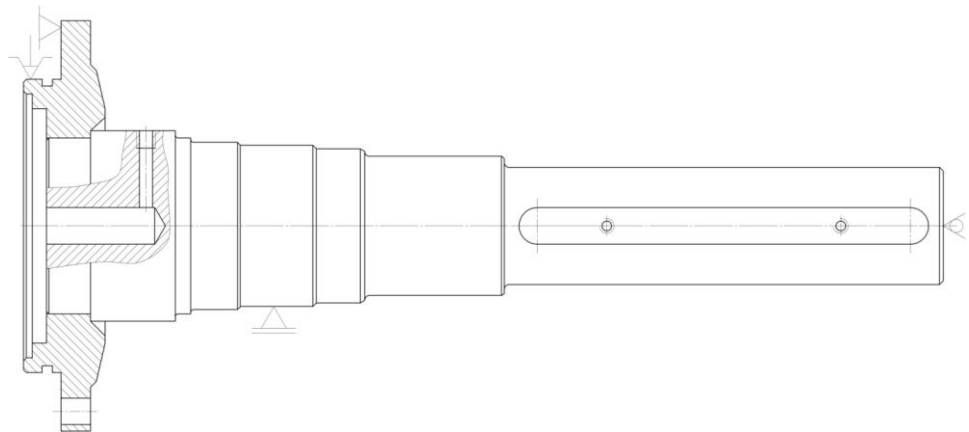


б)

Рисунок 2.12-а) теоретична схема базування цапфи; б) умовна схема



а)



б)

Рисунок 2.13- Схема базування цапфи: а) теоретична; б) умовна

Висновок, що принцип єдності баз витримується, але принцип сталості баз витримується частково

2.7 Розробка маршруту обробки деталі

					КНУ.КБР.131.25.1-01.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Таблиця 2.7- Маршрут обробки

№-операції	Найменування операції	№-оброблюваної поверхні	№-базової поверхні	Тип, модель верстата
1	2	3	4	5
005	Термообробка			
010	Фрезерно-центрувальна	1, 24	2, 10, 11	Фрезерно-центрувальний мод. МР-71М
015	Токарна з ЧПК Установ А	17, 18, 20, 21, 22, 23	1, 2, 24	Токарний з ЧПК мод. 16К30Ф3
	Установ Б	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13	1, 18, 20	
020	Токарна багатопільова з ЧПК Установ А	17, 18, 19, 20, 21	1, 2, 24	Токарний багатопільовий мод. ТФЦ-600
	Установ Б	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 25, 27, 28	1, 18, 20	
025	Багатопільова з ЧПК	24, 26, 29, 30, 31	2, 10, 11	Горизонтальний обробний центр з ЧПК NEWAY HE-80-EF
030	Контрольна			

2.8 Розрахунок міжопераційних розмірів і вибір припусків на обробку

2.8.1 Аналітичний розрахунок припусків на одну зовнішню (внутрішню) циліндричну поверхню

Таблиця 2.17- Розрахунок припусків і граничних розмірів по технологічним переходам на обробку зовнішньої поверхні цапфи

$\varnothing 80g6 \begin{pmatrix} -0,01 \\ -0,029 \end{pmatrix}$

					КНУ.КБР.131.25.1-01.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Залишкове просторове відхилення після чорнового точіння складає

$$\Delta_{cm} = 0,06 \cdot 296 = 17,8 \text{ мкм.}$$

Після напівчистового точіння

$$\Delta_{cm} = 0,05 \cdot 296 = 14,8 \text{ мкм.}$$

Після чистового точіння

$$\Delta_{cm} = 0,04 \cdot 296 = 11,86 \text{ мкм.}$$

Після тонкого точіння

$$\Delta_{cm} = 0,02 \cdot 296 = 5,92 \text{ мкм.}$$

Похибка установки заготовки на виконуваний операції складає 50 мкм [17, стор. 41].

Розрахунок мінімальних припусків на діаметральні розміри для кожного переходу виконуємо за формулою (2.16) [17, стор. 175]:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot \left(R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right), \quad (2.16)$$

$$2Z_{\min 1} = 2 \cdot \left(50 + \sqrt{296^2 + 50^2} \right) = 350,19 \text{ мкм;}$$

$$2Z_{\min 2} = 2 \cdot \left(25 + 25 + \sqrt{17,8^2 + 40^2} \right) = 93,765 \text{ мкм;}$$

$$2Z_{\min 3} = 2 \cdot \left(12,5 + 12,5 + \sqrt{14,8^2 + 30^2} \right) = 58,452 \text{ мкм;}$$

$$2Z_{\min 4} = 2 \cdot \left(6,4 + 6,4 + \sqrt{11,86^2 + 10^2} \right) = 28,298 \text{ мкм.}$$

Розрахунок найменших розрахункових розмірів :

$$d_{\min} = d_p + 2 z_{\min} \quad (2.17)$$

$$d_{\min 1} = 79,971 + 2 \cdot 0,028 = 80,028 \text{ мм;}$$

$$d_{\min 2} = 80,028 + 2 \cdot 0,058 = 80,146 \text{ мм;}$$

$$d_{\min 3} = 80,146 + 2 \cdot 0,094 = 80,332 \text{ мм;}$$

$$d_{\min 4} = 80,332 + 2 \cdot 0,35 = 81,032 \text{ мм.}$$

Найбільші граничні розміри ($d_{\max}$) визначаються з найменших граничних розмірів додаванням допусків відповідних переходів.

$$d_{\max 1} = 80,028 + 0,035 = 80,063 \text{ мм;}$$

$$d_{\max 2} = 80,146 + 0,087 = 80,237 \text{ мм;}$$

$$d_{\max 3} = 80,332 + 0,22 = 80,552 \text{ мм;}$$

$$d_{\max 4} = 81,1 + 0,5 = 81,6 \text{ мм.}$$

Розрахунок фактичних максимальних і мінімальних припусків по переходах (формули (2.18) та (2.19) відповідно.

					КНУ.КБР.131.25.1-01.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$2Z_{\max}^{np} = d_{\max i} - d_{\max i-1}, \quad (2.18)$$

$$2Z_{\min}^{np} = d_{\min i} - d_{\min i-1}, \quad (2.19)$$

Загальні припуски складають

– для макс припусків

$$z_{0\max} = \sum z_{\max} = 1,61 \text{ мм};$$

– для мін припусків

$$z_{0\min} = \sum z_{\min} = 1,129 \text{ мм}.$$

Перевірка:

$$z_{0\max} - z_{0\min} = T_3 - T_\delta \quad (2.20)$$

$$z_{0\max} - z_{0\min} = 1,61 - 1,129 = 0,481 \text{ мм},$$

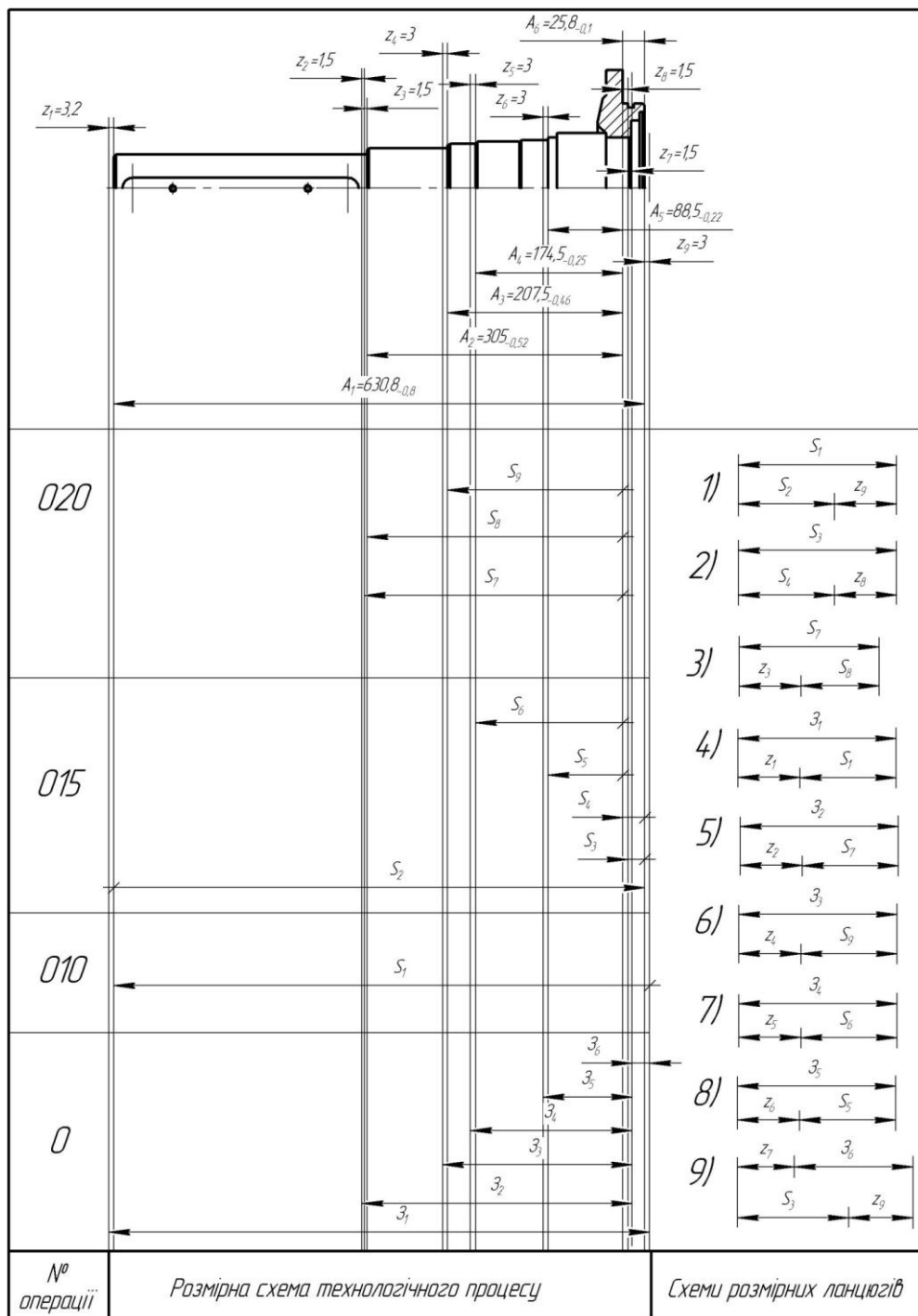
$$T_3 - T_\delta = 0,5 - 0,019 = 0,481 \text{ мм}.$$

Розрахунки виконані вірно.

2.8.2 Розрахунок міжопераційних лінійних розмірів

Таблиця 2.18- Послідовність простановки розмірів

Позначення поверхні	Послідовність обробки поверхонь	Номинальний розмір	Шорсткість Ra	Точність IT	Допуск Т	Припуск т	Позначення припуску Z
1	1. Заготовка	S ₁	12,5	12	0,8	3	
	2. Підрізання чорнове	630,8	3,2	12	0,8	3	Z ₉
3	1. Заготовка	311	12,5	13	1	3	
	2. Підрізання чорнове	S ₇	6,3	12	0,52	1,5	Z ₂
	3. Підрізання напівчистове	305	3,2	12	0,52	1,5	Z ₃
5	1. Заготовка	213,5	12,5	12	0,5	3	
	2. Підрізання чорнове	207,5	6,3	12	0,46	3	Z ₄
7	1. Заготовка	180,5	12,5	12	0,5	3	
	2. Підрізання чорнове	174,5	6,3	11	0,25	3	Z ₅
9	1. Заготовка	94,5	12,5	12	0,5	3	
	2. Підрізання чорнове	88,5	6,3	11	0,22	3	Z ₆
18	1. Заготовка	26	12,5	14	0,5	3	
	2. Підрізання чорнове	S ₃	6,3	12	0,21	1,5	Z ₇
	3. Підрізання напівчистове	25,8	3,2	11	0,1	1,5	Z ₈
21	1. Заготовка	637	12,5	13	1	3,2	
	2. Підрізання чорнове	S ₁	6,3	12	0,8	3,2	Z ₁



Таблиця 2.20- Схеми технологічних розмірних ланцюгів

Таблиця 2.21 - Розрахунок ланцюгів

№ р. д.	Рівняння розмірного ланцюга	Вихідне значення	Номинальний технологічний розмір	Допуск техноло- гічного розміру	Технологіч- ний розмір настроюванн я	Граничні значення припусків (уточнені)
1х	$S_1 = S_2 + Z_9$	$S_2 = 630,8_{-0,8}$ $Z_9 = 3$	$S_1 = 630,8 + 3 =$ $= 633,8$	$IT12 = 0,8$	$S_1 = 633,8_{-0,8}$	$Z_9 = S_1 - S_2 = 6$ $= 3 \pm 0,8$
2х	$S_3 = S_4 + Z_8$	$S_4 = 25,8_{-0,1}$ $Z_8 = 1,5$	$S_3 = 25,8 + 1,5 =$ $= 27,3$	$IT12 = 0,21$	$S_3 = 27,3_{-0,21}$	$Z_8 = S_3 - S_4 = 2$ $= 1,5^{+0,1}_{-0,21}$
3х	$S_7 = S_8 + Z_3$	$S_8 = 305_{-0,52}$ $Z_3 = 3$	$S_7 = 305 + 3 =$ $= 308$	$IT12 = 0,52$	$S_7 = 308_{-0,52}$	$Z_3 = S_7 - S_8 = 3$ $= 3 \pm 0,52$
4х	$3_1 = S_1 + Z_1$	$S_1 = 633,8_{-0,8}$ $Z_1 = 3,2$	$3_1 = 633,8 + 3,2 =$ $= 637$	$IT13 = 1$	$3_1 = 637_{-1}$	$Z_1 = 3_1 - S_1 = 6$ $= 3^{+0,8}_{-1}$
5х	$3_2 = S_7 + Z_2$	$S_7 = 308_{-0,52}$ $Z_2 = 3$	$3_2 = 308 + 3 =$ $= 311$	$IT13 = 1$	$3_2 = 311_{-1}$	$Z_2 = 3_2 - S_7 = 3$ $= 3^{+0,52}_{-1}$
6х	$3_3 = S_9 + Z_4$	$S_9 = 207,5_{-0,46}$ $Z_4 = 3$	$3_3 = 207,5 + 3 =$ $= 210,5$	$IT12 = 0,5$	$3_3 = 210,5_{-0,5}$	$Z_4 = 3_3 - S_9 = 2$ $= 3^{+0,46}_{-0,5}$
7х	$3_4 = S_6 + Z_5$	$S_6 = 174,5_{-0,25}$ $Z_5 = 3$	$3_4 = 174,5 + 3 =$ $= 177,5$	$IT12 = 0,5$	$3_4 = 177,5_{-0,5}$	$Z_5 = 3_4 - S_6 = 1$ $= 3^{+0,25}_{-0,5}$
8х	$3_5 = S_5 + Z_6$	$S_5 = 88,5_{-0,22}$ $Z_6 = 3$	$3_5 = 88,5 + 3 =$ $= 91,5$	$IT12 = 0,5$	$3_5 = 91,5_{-0,5}$	$Z_6 = 3_5 - S_5 = 9$ $= 3^{+0,22}_{-0,5}$
9х	$3_6 = S_3 + Z_9 - Z_7$	$S_3 = 24,5_{-0,21}$ $Z_9 = 3 \pm 0,8$ $Z_7 = 1,5$	$3_6 = 24,5 + 3 -$ $- 1,5 = 26$	$IT14 = 0,5$	$3_6 = 26_{-0,5}$	$Z_7 = S_3 + Z_9 - 3$ $+ 3 \pm 0,8 - 26_{-0,5}$

2.9 Технологічний процес виготовлення цапфи

Таблиця 2.22- Послідовність виконання технологічних операцій

					КНУ.КБР.131.25.1-01.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

№ операції	1. Назва операції 2. Верстат 3. Зміст переходів технологічної операції	Верстатне пристосування	Інструмент (ріжучий, допоміжний, вимірювальний)
1	2	3	4
010	1. Фрезерно-центрувальна 2. Верстат мод. МР-71М 3.1. Встановити, закріпити 3.2. Фрезерувати торець 3.3. Свердлити 2 отвори Ø6,3 на глибину 12 мм	Призма	Фреза торцева 2214-0005 ДСТУ ГОСТ 24359-80; Штангенциркуль ШЦ-III-250-800-0,1 ДСТУ 166-89 Свердло центрувальне DIN 6537B ДСТУ ISO 2540:2018
015	1. Токарна з ЧПК 2. Верстат мод. DMG-MORI CTX 350 3.1. Установ А 3.2. Точити торець 3.3. Розточити діаметр 2 на глибину 3 3.4. Точити діаметр 4 з підрізкою	3-х кулачковий патрон, люнет, задній центр	Різець PCLNR-2525-M12-Пластина CNMG120408-M3-TP2000 (фірма SECO); Штангенциркуль ШЦ-III-300-0,1 ДСТУ 166-89 Різець S25T-PCLNR-12-Пластина CNMG120408-M3-TP2000 (фірма SECO); Різець PCLNR-2525-M12
	3.6 Точити діаметр 6 3.7 Установ Б 3.8 Точити діаметр 7 з підрізкою торця 8 3.9 Точити діаметр 9 з підрізкою торця 10 3.10 Точити діаметр 11 з підрізкою торця 12		МЗ-TP2000 (фірма SECO); Різець PDJNR-2525-M15-Пластина DNMG150608-M3-TP2000 (фірма SECO); Штангенциркуль ШЦ-III-300-0,1 ДСТУ 166-89

1	2	3	4
3.11. Точити діаметр 13 з підрізкою торця 14			
3.12. Точити діаметр 15 з підрізкою торця 16			
3.13. Точити діаметр 17 витримуючи розмір 18			
02 02	1. Токарна багатоцільова з ЧПК 2. Верстат мод. ТФЦ-600 3.1. Установ А 3.2. Точити торець 1 3.3. Точити діаметр 2 в розмір Ø200,6. 0,072 з підрізкою торця 3	3-х кулачковий патрон, задній центр	Різець PCLNR-2525-M12. Пластина CNMG120408-M3. TP2000 (фірма SECO); Мікрометр МК200
3.4. Точити діаметр 2 в розмір Ø199,985. 0,029	3.5. Точити канавку, витримуючи розміри 4, 5, 6 3.6. Установ Б 3.7. Точити діаметр 7 в розмір Ø80,237. 0,087 з підрізкою торця 8		Різець CFMR2525M05 Пластина LCMF160504-0500-FT-CP500 (фірма SECO) Різець PDJNR-2525-M15. Пластина DNMG150608-M3.
3.8. Точити діаметр 7 з підрізкою торця 8			
3.9. Точити діаметр 9 з підрізкою торця 10			
3.10. Точити діаметр 11 з підрізкою торця 12			Різець PDJNR-2525-M15. Пластина DNMG150608-M3. TP2000 (фірма SECO); Штангенциркуль ШЦ-III-300-0,1 ДСТУ-166-89

					КНУ.КБР.131.25.1-01.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

1	2	3	4
3.11	Точити діаметр 13 з підрізкою торця 14		
3.12	Точити діаметр 15 з підрізкою торця 16		
3.13	Точити діаметр 17 витримуючи розмір 18		
02	1. Токарна багатопільова з ЧПК 2. Верстат мод. ТФЦ-600 3.1. Установ А 3.2. Точити торець 1 3.3. Точити діаметр 2 в розмір Ø200,60,072 з підрізкою торця 3	3-х кулачковий патрон, задній центральний	Різець PCLNR-2525-M12-Пластина CNMG120408-M3-TP2000 (фірма SECO); Мікрометр МК200
3.4	Точити діаметр 2 в розмір Ø199,9850,029		
3.5	Точити канавку, витримуючи розміри 4, 5, 6		Різець CFMR2525M05-Пластина LCMF160504-0500-FT-CP500 (фірма SECO)
3.6	Установ Б		
3.7	Точити діаметр 7 в розмір Ø80,2370,087 з підрізкою торця 8		Різець PDJNR-2525-M15-Пластина DNMG150608-M3-TP2000 (фірма SECO); Мікрометр МК-100-1-ДСТУ-6507-90; Мікрометр МК-125-1-ДСТУ-6507-90
3.8	Точити діаметр 7 в розмір Ø80,0630,033		
3.9	Точити діаметр 7 в розмір Ø79,990,019		
3.10	Точити діаметр 9 з підрізкою торця 10		
3.11	Точити діаметр 11 з підрізкою торця 12		
3.12	Точити діаметр 13 в розмір Ø110,60,054 з підрізкою торця 14		
3.13	Точити діаметр 13 в розмір ф110,003 ^{+0,022}		
3.14	Точити діаметр 15 в розмір ф112,60,054 з підрізкою торця 16		
3.15	Точити діаметр 15 в розмір ф112,003 ^{+0,022}		

.....Розписи голівки.....

Продовження 2.21

1	2	3	4
3.16	Фрезерувати паз 17, витримуючи розміри 18, 19, 20		Фреза R217.69-1820.0-12-2A-Пластина XOMX-120408TR-ME08-F40M (фірма SECO)
3.17	Центрувати 2 отвори 21		Свердло 2317-0018-ДСТУ

					КНУ.КБР.131.25.1-01.02.АСПД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

3.18·Свердлити·2·отвори·ф6,8·під·різьбу·M8-7H·на·глибину·20+1,3	□	Свердло·SD203-6,8-10-14-R1·(фірма·SECO);	□
3.19·Зенкувати·фаску·в·розмір·1x45°·в·отворі·21	□	Зенківка·2353-0134·ДСТУ·14953-80	□
3.20·Нарізати·різьбу·в·2·отворах·21·на·глибину·15±0,55	□	Мітчик·2620-3415·ДСТУ·17933-72;·Пробка·8221-3036·ДСТУ·17758-72	□
3.21·Центрувати·отвір·26	□	Свердло·2317-0018·ДСТУ·14952-75	□
3.22·Свердлити·отвір·26·на·глибину·27	□	Свердло·SD207-8,9-62-10R1·(фірма·SECO)	□
3.23·Зенкувати·фаску·в·розмір·1x45°·в·отворі·26	□	Зенківка·2353-0134·ДСТУ·14953-80	□
3.24·Нарізати·різьбу·28·на·глибину·29	□	Мітчик·2620-3447·ДСТУ·17933-72;·Пробка·8221-3046·ДСТУ·17758-72	□
0 1·Багатоцільова·з·ЧПК	□	□	□
2 2·Горизонтальний·обробний·центр·з·ЧПК·мод·NEWAY·HE·80EF	□	□	□
5 3.1·Центрувати·отвори·1,·4,·6,·7,·8	□	Свердло·035-2317-0101·СТ·2И20-5-80;·Патрон·191113050·ДСТУ·2-035-986-85;	□
3.2·Свердлити·отвір·1·в·розмір·Ø17,5·на·глибину·2	□	Свердло·SD203-17,5-41-18R1·(фірма·SECO);	□
3.3·Зенкувати·фаску·2,5x45°·в·отворі·1	□	Зенківка·2353-0136·ДСТУ·14953-80·Патрон·191113052·ТУ·2-035-986-85	□
3.4·Нарізати·різьбу·M20-7H·в·отворі·1·на·глибину·3	□	Мітчик·2620-3531·ДСТУ·17933-72;·Пробка·8221-3080·ДСТУ·17758-72	□
3.5·Свердлити·отвір·4·на·глибину·5	□	Свердло·2301-3652·ДСТУ·10903-77	□
3.6·Свердлити·8·отв·Ø18 ^{+0,27} ·наскрізь	□	Свердло·SD203-18-41-18R1·(фірма·SECO);	□
3.7·Свердлити·2·отв·7·наскрізь	□	Свердло·SD203-14-37-14R1·(фірма·SECO)	□
Різання сталі			
3.8·Свердлити·2·отв·8·наскрізь	□	Свердло·SD203-16,7-39-18R1·(фірма·SECO)	□
3.9·Зенкувати·фаску·2x45°·в·2·отв·7	□	Зенківка·2353-0136·ДСТУ·14953-80	□
3.10·Нарізати·різьбу·M16-7H·в·2·отв	□	Мітчик·2621-1609·ДСТУ·3266-81;·Патрон·191221030A·ТУ·2-035-975-85;·Державка·191112051·ТУ·2-035-763-80;·Пробка·8221-3067·ДСТУ·17758-72	□

Прийняття спеціальних пристосувань

Зведена таблиця режимів різання та норм часу знаходиться в додатках.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	КНУ.КБР.131.25.1-01.02.АСПД	Арк.
------	------	----------	--------	-----	-----------------------------	------

Підготовка керуючої програми на операцію 020 відбувалась за допомогою САМ системи FeatureCAM компанії Delcam.



					КНУ.КБР.131.25.1-01.03 РВІН			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат				
Розроб.		Анісенко			РОЗРОБКА ВЕРСТАТНО-ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО НАЛАГОДЖЕННЯ	Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.		Цивінда						
Н. Контр.		Нечасів			Каф.ТМ, гр.ПМ-21			
Затв.		Рязанцев						

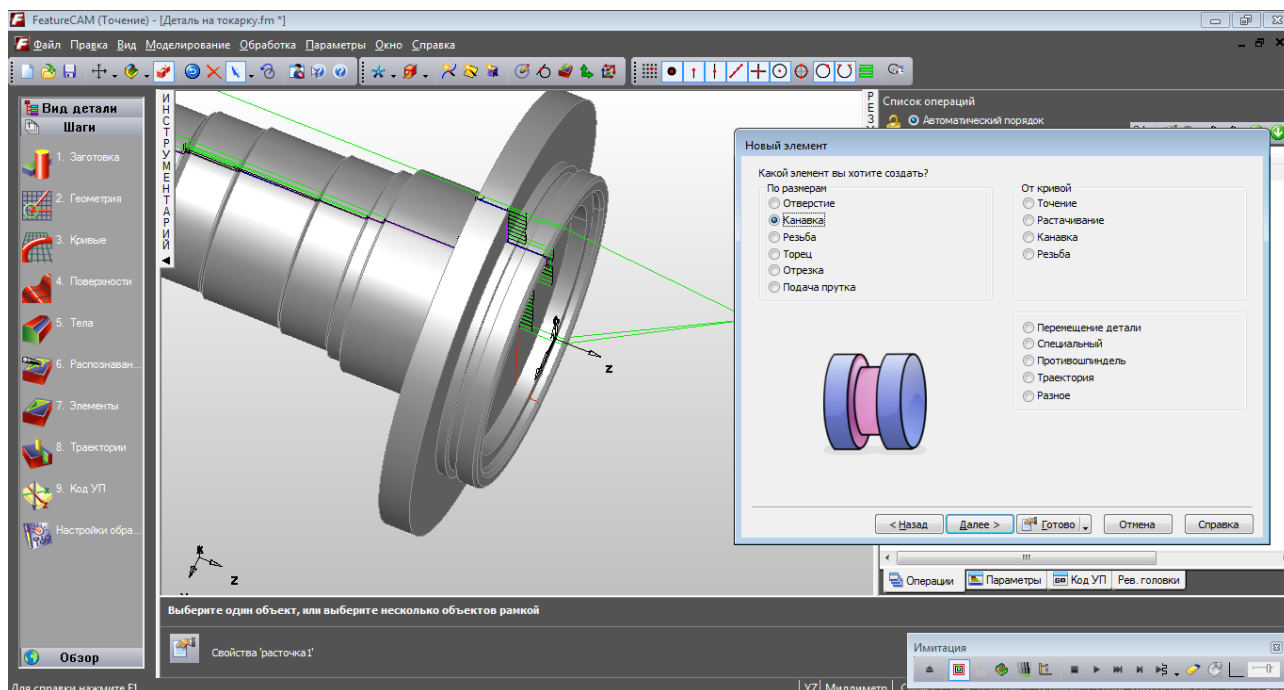


Рисунок 3.3 – Створення канавки

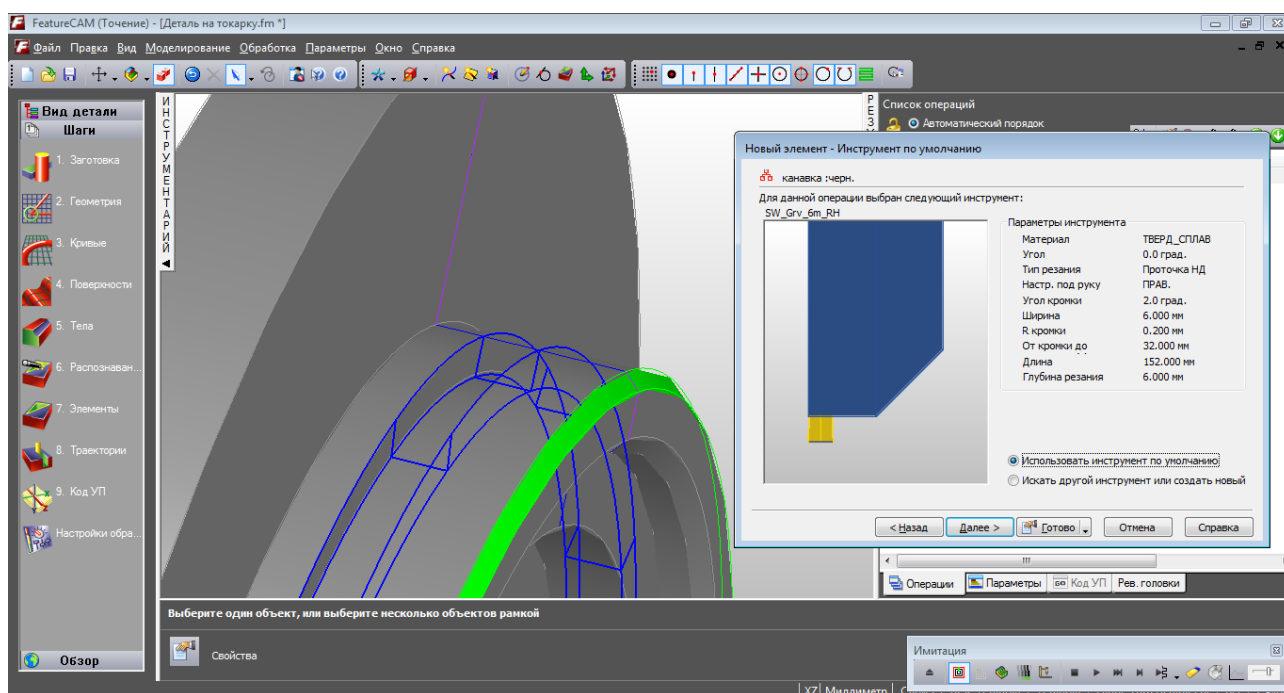


Рисунок 3.4 – Вибір інструменту для прорізання канавки

					КНУ.КБР.131.25.1-01.03.РВІН	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

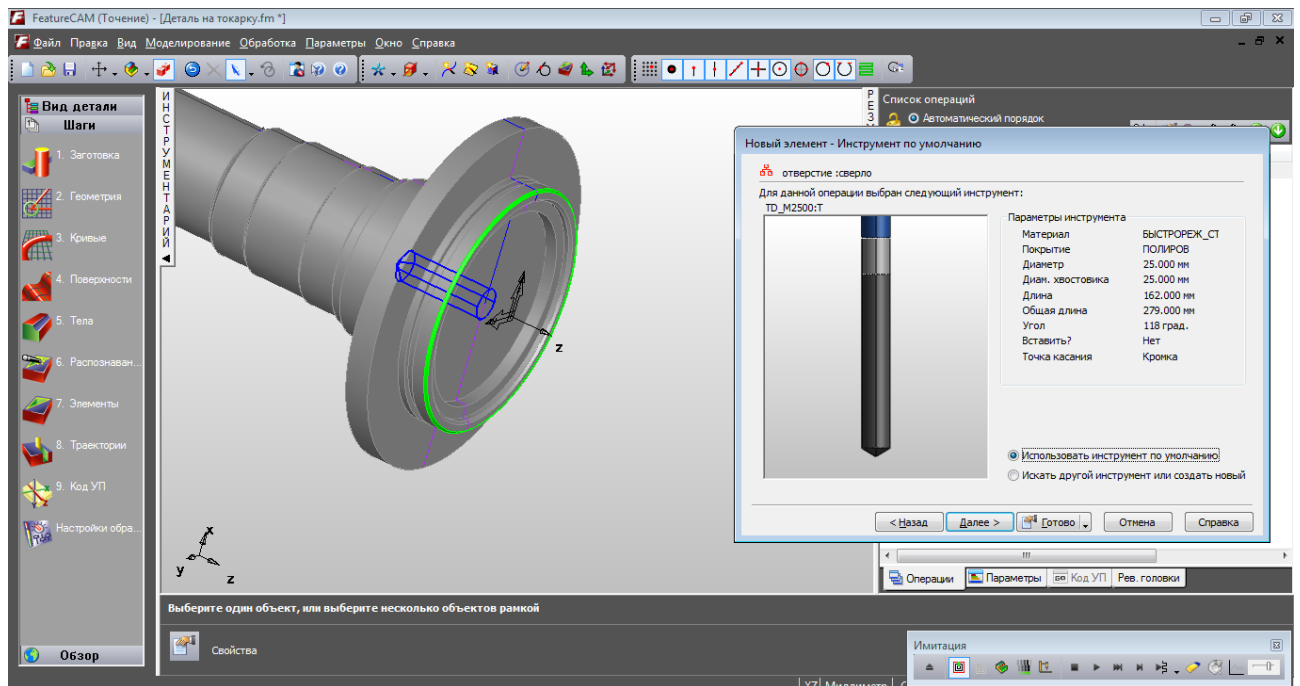


Рисунок 3.5 – Вибір інструменту для свердління

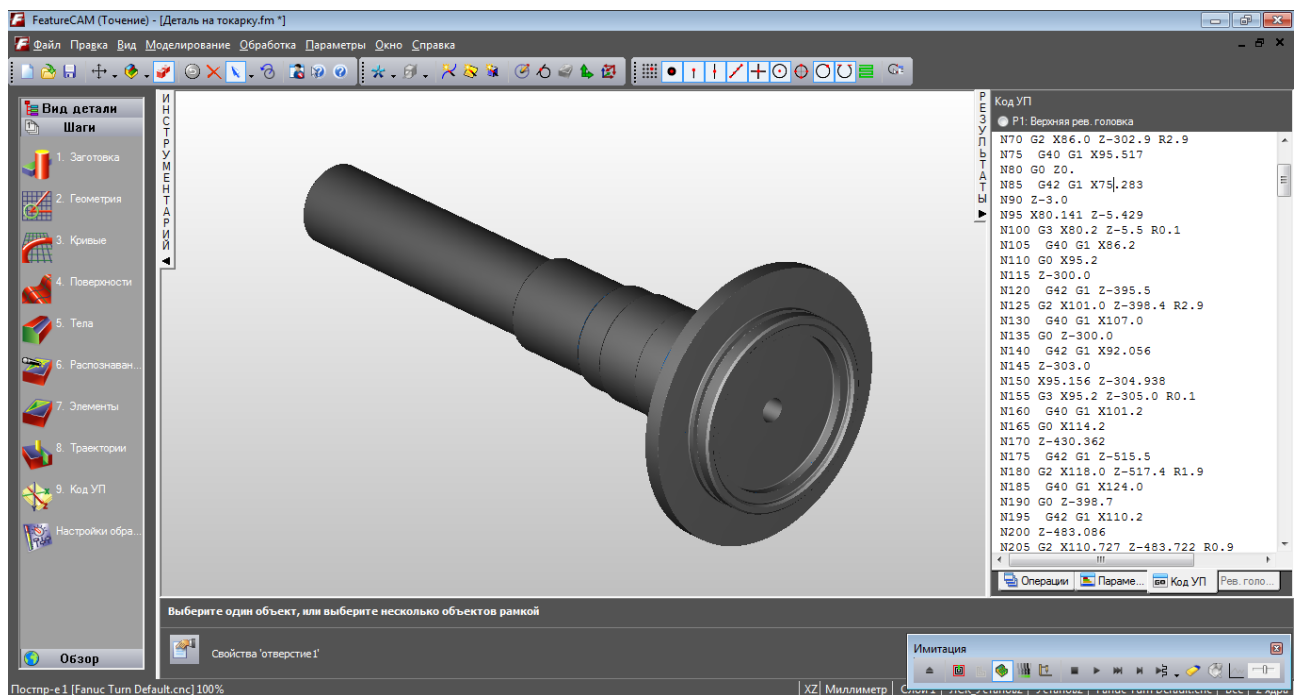


Рисунок 3.6 – Остаточна деталь зі згенерованою керуючою програмою

Підготовлена керуюча програма для виконання токарної обробки

					КНУ.КБР.131.25.1-01.03.РВІН	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

%	N775 G50 S3000
ОДеталь на токарку(FILENAME =	N780 G96 S198
Деталь на токарку)	N785 G0 X179.094 Z-5.7 M8
N20 G21 G40	N790 Z-6.7
N25 G28 U0	N795 G42 G1 X184.29 Z-8.2 F0.
N30 G28 W0	N800 X196.0
(OPERATION: ROUGH TURN ТОЧЕНИЕ1	N805 X200.0 Z-10.2
)	N810 Z-34.0
N40 T101	N815 X280.0
N45 G50 S3000	N820 Z-54.0
N50 G96 S136 M4	N825 G40 X286.0
N55 G0 X80.2 Z0. M8	N830 G0 X294.0
N60 G42 G1 Z-3.0 F0.	N835 Z4.0
N65 Z-300.0	N840 G28 U0
N70 G2 X86.0 Z-302.9 R2.9	N845 G28 W125.0
N75 G40 G1 X95.517	(OPERATION: ROUGH BORE
N80 G0 Z0.	РАСТОЧКА1)
N85 G42 G1 X75.283	N855 T202
N90 Z-3.0	N860 G50 S3000
N95 X80.141 Z-5.429	N865 G96 S136 M4
N100 G3 X80.2 Z-5.5 R0.1	N870 G0 X7.987 Z4.0 M8
N105 G40 G1 X86.2	N875 X9.987 Z-16.0
N110 G0 X95.2	N880 G41 G1 Z-23.9 F0.
N115 Z-300.0	N885 G40 X-6.0
N120 G42 G1 Z-395.5	N890 G0 Z-16.0
N125 G2 X101.0 Z-398.4 R2.9	N895 G41 G1 X19.975
N130 G40 G1 X107.0	N900 Z-23.9
N135 G0 Z-300.0	N905 G40 X3.987
N140 G42 G1 X92.056	N910 G0 Z-16.0
N145 Z-303.0	N915 G41 G1 X29.962
N150 X95.156 Z-304.938	N920 Z-23.9
N155 G3 X95.2 Z-305.0 R0.1	N925 G40 X13.975
N160 G40 G1 X101.2	N930 G0 Z-16.0
N165 G0 X114.2	N935 G41 G1 X39.95
N170 Z-430.362	N940 Z-23.9
N175 G42 G1 Z-515.5	N945 G40 X23.962
N180 G2 X118.0 Z-517.4 R1.9	N950 G0 Z-16.0
N185 G40 G1 X124.0	N955 G41 G1 X49.937
N190 G0 Z-398.7	N960 Z-23.9
N195 G42 G1 X110.2	N965 G40 X33.95
N200 Z-483.086	N970 G0 Z-16.0
N205 G2 X110.727 Z-483.722 R0.9	N975 G41 G1 X59.925
N210 G1 X114.141 Z-485.429	N980 Z-23.9
N215 G3 X114.2 Z-485.5 R0.1	N985 G40 X43.937
N220 G40 G1 X120.2	N990 G0 Z-16.0
N225 G0 Z-397.5	N995 G41 G1 X69.912
N230 G42 G1 X105.2	N1000 Z-23.9
N235 Z-430.672	N1005 G40 X53.925
N240 G2 X106.313 Z-432.015 R1.9	N1010 G0 Z-16.0
N245 G1 X110.141 Z-433.929	N1015 G41 G1 X79.9
N250 G3 X110.2 Z-434.0 R0.1	N1020 Z-23.9
N255 G40 G1 X116.2	N1025 G40 X63.912
N260 G0 Z-397.266	N1030 G0 Z-16.0
N265 G42 G1 X103.87	N1035 G41 G1 X89.887
N270 Z-400.266	N1040 Z-23.9
N275 X105.173 Z-401.394	N1045 G40 X73.9
N280 G3 X105.2 Z-401.444 R0.1	N1050 G0 Z-16.0
N285 G40 G1 X111.2	N1055 G41 G1 X99.875
N290 G0 X120.2	N1060 Z-23.9
N295 Z-517.727	N1065 G40 X83.887
N300 G42 G1 Z-526.0	N1070 G0 Z-16.0
N305 G2 X124.0 Z-527.9 R1.9	N1075 G41 G1 X109.862
N310 G1 X130.0	N1080 Z-23.9
N315 G40 X136.0	N1085 G40 X93.875

КНУ.КБР.131.25.1-01.03.РВІН

Арк.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

N320 G0 X138.0 Z1.0
 (OPERATION: FINISH TURN
 ТОЧЕНИЕ1)
 N330 G0 X-5.196 Z-0.5
 N335 G50 S3000
 N340 G96 S198
 N345 G0 X-5.196 Z-0.5 M8
 N350 Z-1.5
 N355 G42 G1 X0. Z-3.0 F0.
 N360 X75.0
 N365 X80.0 Z-5.5
 N370 Z-300.0
 N375 G2 X86.0 Z-303.0 R3.0
 N380 G1 X91.8
 N385 X95.0 Z-305.0
 N390 Z-395.5
 N395 G2 X101.0 Z-398.5 R3.0
 N400 G1 X101.6
 N405 X105.0 Z-401.444
 N410 Z-430.672
 N415 G2 X106.172 Z-432.086 R2.0
 N420 G1 X110.0 Z-434.0
 N425 Z-483.086
 N430 G2 X110.586 Z-483.793 R1.0
 N435 G1 X114.0 Z-485.5
 N440 Z-515.5
 N445 G2 X118.0 Z-517.5 R2.0
 N450 G1 X120.0
 N455 Z-526.0
 N460 G2 X124.0 Z-528.0 R2.0
 N465 G1 X130.0
 N470 Z-576.0
 N475 X160.0
 N480 X212.0 Z-582.0
 N485 X220.0 Z-586.0
 N490 X280.0
 N495 G40 X286.0
 N500 G0 X294.0 Z-585.0
 N505 Z1.0
 (OPERATION: ROUGH TURN ТОЧЕНИЕ2
)
 N515 G0 Z4.0
 N520 G50 S3000
 N525 G96 S136
 N530 G0 X294.0 Z4.0 M8
 N535 X280.2 Z-22.8
 N540 G42 G1 Z-51.8 F0.
 N545 X282.0
 N550 X286.0 Z-49.8
 N555 G40 X292.0
 N560 G0 Z-22.8
 N565 G42 G1 X270.2
 N570 Z-33.9
 N575 X280.0
 N580 G3 X280.2 Z-34.0 R0.1
 N585 G40 G1 X286.2
 N590 G0 Z-22.8
 N595 G42 G1 X260.2
 N600 Z-33.9
 N605 G40 X276.2
 N610 G0 Z-22.8
 N615 G42 G1 X250.2
 N620 Z-33.9
 N625 G40 X266.2

N1090 G0 Z-16.0
 N1095 G41 G1 X119.85
 N1100 Z-23.9
 N1105 G40 X103.862
 N1110 G0 Z-16.0
 N1115 G41 G1 X129.837
 N1120 Z-23.9
 N1125 G40 X113.85
 N1130 G0 Z-16.0
 N1135 G41 G1 X139.825
 N1140 Z-23.9
 N1145 G40 X123.837
 N1150 G0 Z-16.0
 N1155 G41 G1 X149.812
 N1160 Z-23.9
 N1165 G40 X133.825
 N1170 G0 Z-5.127
 N1175 G41 G1 X159.8
 N1180 Z-23.9
 N1185 G40 X143.812
 N1190 G0 Z-5.127
 N1195 G41 G1 X169.8
 N1200 Z-14.1
 N1205 X160.0
 N1210 G2 X159.8 Z-14.2 R0.1
 N1215 G40 G1 X153.8
 N1220 G0 Z-5.127
 N1225 G41 G1 X179.8
 N1230 Z-14.1
 N1235 G40 X163.8
 N1240 G0 Z-5.127
 N1245 G41 G1 X184.153
 N1250 Z-8.127
 N1255 X179.864 Z-10.127
 N1260 G2 X179.8 Z-10.2 R0.1
 N1265 G40 G1 X173.8
 N1270 G0 X171.8 Z-4.2
 (OPERATION: FINISH BORE
 РАСТОЧКА1)
 N1280 G0 Z-4.6
 N1285 G50 S3000
 N1290 G96 S198
 N1295 G0 X171.8 Z-4.6 M8
 N1300 X186.044 Z-5.331
 N1305 G41 G1 X184.29 Z-8.2 F0.
 N1310 X180.0 Z-10.2
 N1315 Z-14.2
 N1320 X160.0
 N1325 Z-24.0
 N1330 X0.
 N1335 G40 X-6.0
 N1340 G0 X-8.0 Z-23.0
 N1345 Z3.0
 N1350 G28 U0
 N1355 G28 W125.0
 (OPERATION: ROUGH GROOVE: OUTER
 КАНАВКА1)
 N1365 T303
 N1370 G50 S3000
 N1375 G96 S136 M4
 N1380 G0 X292.0 Z3.0 M8
 N1385 X291.6 Z-27.1
 N1390 X206.0
 N1395 G1 X190.2 F0.

					КНУ.КБР.131.25.1-01.03.РВІН	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

N630 G0 Z-22.8
N635 G42 G1 X240.2
N640 Z-33.9
N645 G40 X256.2
N650 G0 Z-22.8
N655 G42 G1 X230.2
N660 Z-33.9
N665 G40 X246.2
N670 G0 Z-22.8
N675 G42 G1 X220.2
N680 Z-33.9
N685 G40 X236.2
N690 G0 Z-22.427
N695 G42 G1 X210.2
N700 Z-33.9
N705 G40 X226.2
N710 G0 Z-5.2
N715 G42 G1 X200.2
N720 Z-33.9
N725 G40 X216.2
N730 G0 Z-5.2
N735 G42 G1 X196.283
N740 Z-8.2
N745 X200.141 Z-10.129
N750 G3 X200.2 Z-10.2 R0.1
N755 G40 G1 X206.2
N760 G0 X208.2 Z-4.2
(OPERATION: FINISH TURN ТОЧЕНИЕ2)
N770 G0 X179.094 Z-5.7

N1400 G0 X206.0
N1405 Z-27.9
N1410 G1 X190.2
N1415 G0 X291.6
N1420 X292.0 Z3.0
N1425 G28 U0
N1430 G28 W125.0
( OPERATION: SPOTDRILL
ОТВЕРСТИЕ1 )
N1440 T404
N1445 G97 S154 M4
N1450 G0 X0. Z3.0 M8
N1455 Z-20.0
N1460 G1 Z-46.499 F0.
N1465 G0 Z3.0
N1470 G28 U0
N1475 G28 W125.0
( OPERATION: DRILL ОТВЕРСТИЕ1
)
N1485 T505
N1490 G97 S155 M4
N1495 G0 X0. Z3.0 M8
N1500 Z-20.0
N1505 G83 X0 Z-81.511 Q2500 F0.
N1510 G80
N1515 G0 Z3.0
N1520 G28 U0
N1525 G28 W0
N1530 M30
%
```

Здійснено програмування для операції 020.

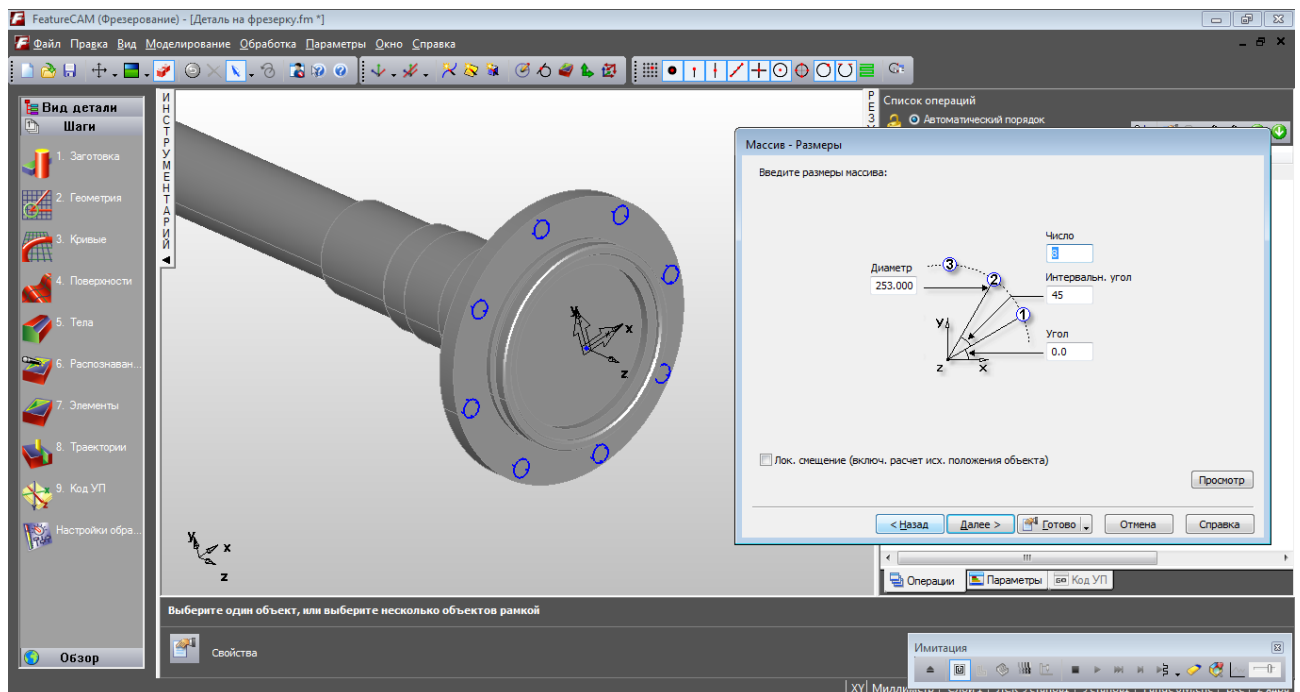


Рисунок 3.7 – Траектория та координати отворів

					КНУ.КБР.131.25.1-01.03.РВІН	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

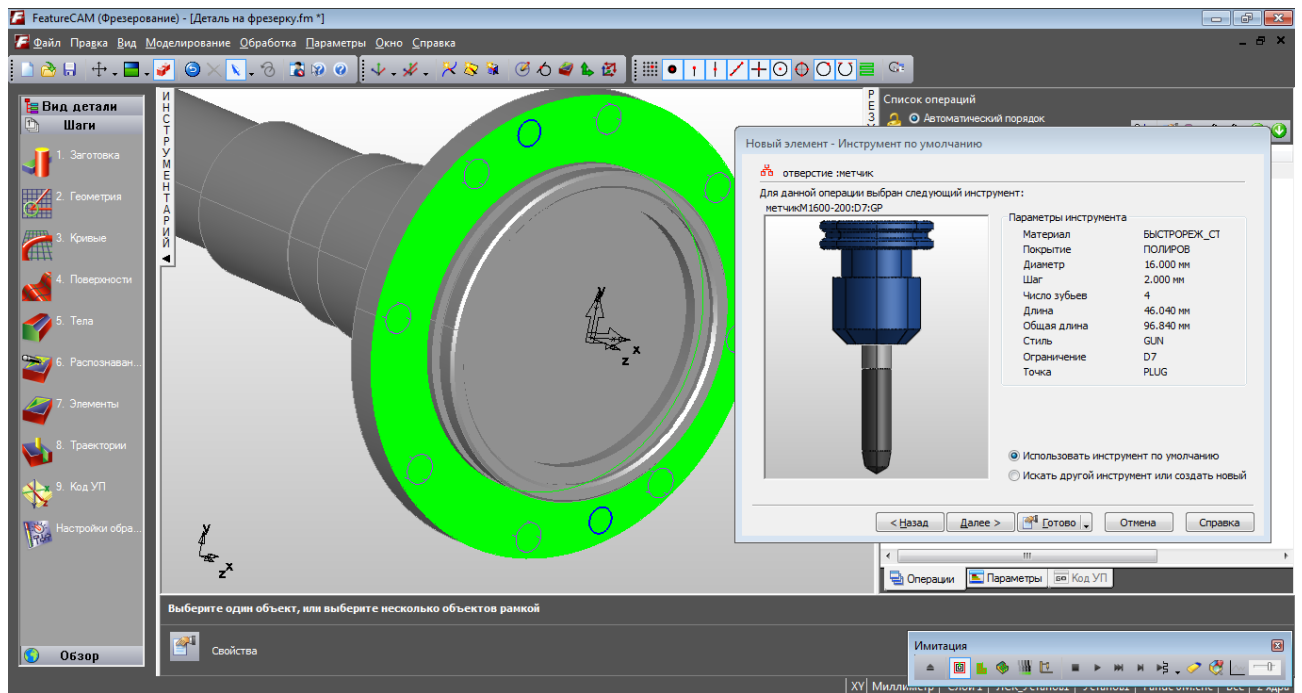


Рисунок 3.8 – Вибір мітчика

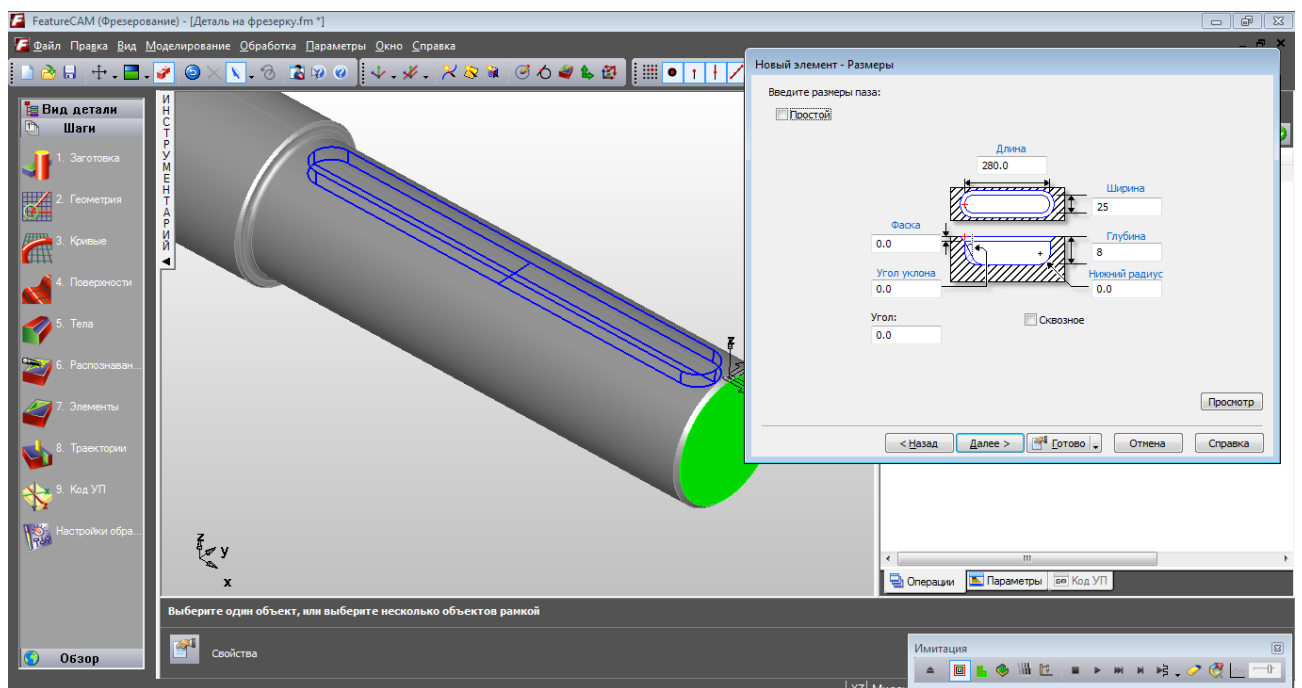


Рисунок 3.9 – Створення переходу для фрезеровки шпонкового пазу

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

КНУ.КБР.131.25.1-01.03.РВІН

Арк.

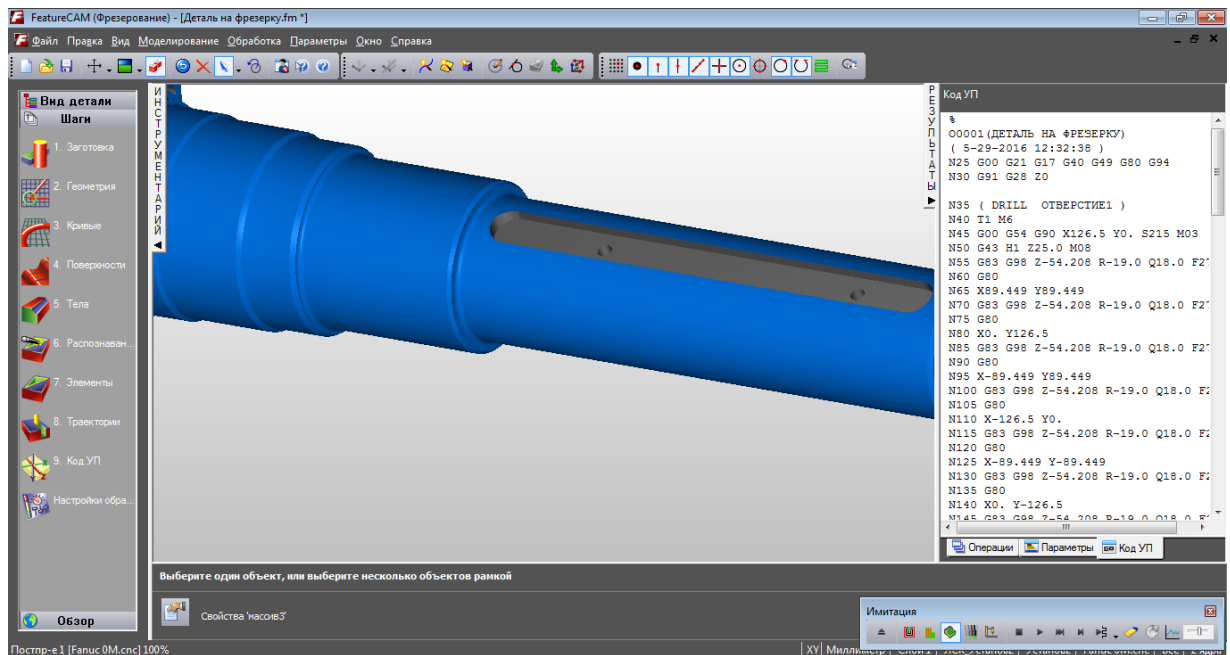


Рисунок 3.10 – Створення керуючої програми для обробка кріпильних отворів у пазу

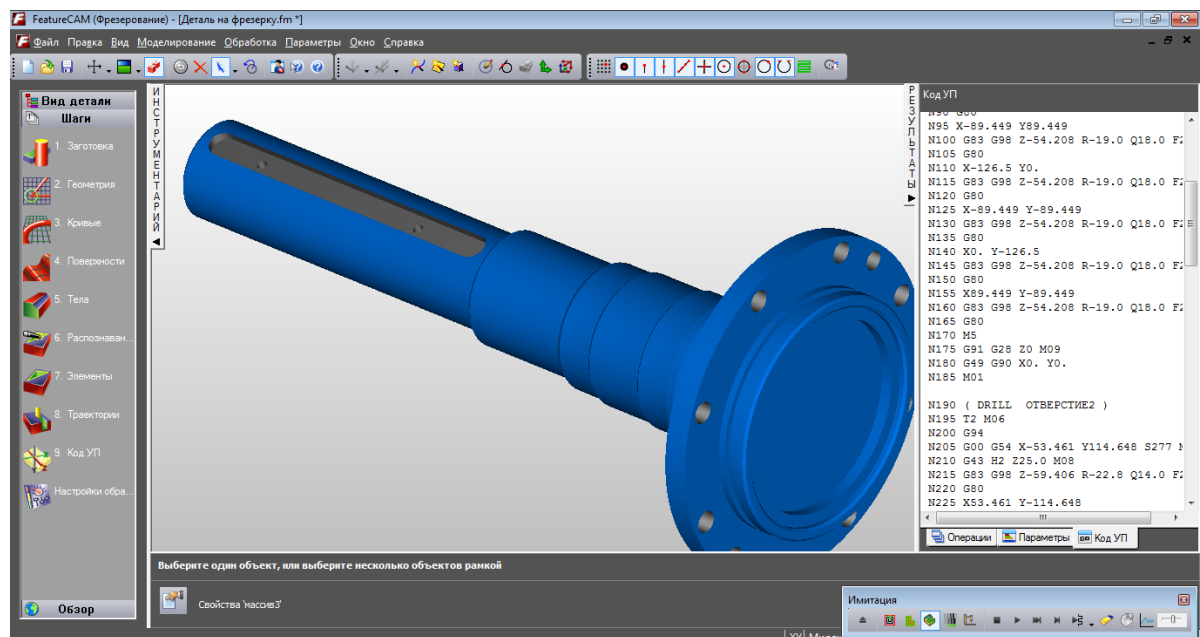


Рисунок 3.11 – Деталь після обробки

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

КНУ.КБР.131.25.1-01.03.РВІН

Арк.

Керуюча програма

% O0001 (ДЕТАЛЬ НА ФРЕЗЕРКУ) (5-29-2016 12:32:38) N25 G00 G21 G17 G40 G49 G80 G94 N30 G91 G28 Z0 N35 (DRILL ОТВЕРСТИЕ1) N40 T1 M6 N45 G00 G54 G90 X126.5 Y0. S215 M03 N50 G43 H1 Z25.0 M08 N55 G83 G98 Z-54.208 R-19.0 Q18.0 F27. N60 G80 N65 X89.449 Y89.449 N70 G83 G98 Z-54.208 R-19.0 Q18.0 F27. N75 G80 N80 X0. Y126.5 N85 G83 G98 Z-54.208 R-19.0 Q18.0 F27. N90 G80 N95 X-89.449 Y89.449 N100 G83 G98 Z-54.208 R-19.0 Q18.0 F27. N105 G80 N110 X-126.5 Y0. N115 G83 G98 Z-54.208 R-19.0 Q18.0 F27. N120 G80 N125 X-89.449 Y-89.449 N130 G83 G98 Z-54.208 R-19.0 Q18.0 F27. N135 G80 N140 X0. Y-126.5 N145 G83 G98 Z-54.208 R-19.0 Q18.0 F27. N150 G80 N155 X89.449 Y-89.449 N160 G83 G98 Z-54.208 R-19.0 Q18.0 F27. N165 G80 N170 M5 N175 G91 G28 Z0 M09 N180 G49 G90 X0. Y0. N185 M01 N190 (DRILL ОТВЕРСТИЕ2) N195 T2 M06 N200 G94 N205 G00 G54 X-53.461 Y114.648 S277 M03 N210 G43 H2 Z25.0 M08 N215 G83 G98 Z-59.406 R-22.8 Q14.0 F27. N220 G80 N225 X53.461 Y-114.648 N230 G83 G98 Z-59.406 R-22.8 Q14.0 F27. N235 G80 N240 M5 N245 G81 G28 Z0 M09	N280 G43 H3 Z25.0 M08 N285 G84 G98 Z-63.5 R-22.8 F140. N290 G80 N295 X53.461 Y-114.648 N300 G84 G98 Z-63.5 R-22.8 F140. N305 G80 N310 M5 N315 G91 G28 Z0 N320 G49 G90 X0. Y0. N325 M01 N330 (SLOT ROUGH1 ПАЗ1) N335 T4 M06 N340 G94 N345 G00 G55 X-44.5 Y-0.25 S220 M03 N350 G43 H4 Z125.0 M08 N355 Z3.0 N360 G01 Z0.03 F19. N365 X-22.5 Z-1.576 N370 X-44.5 Z-3.182 N375 X-22.5 Z-4.788 N380 X-44.5 Z-6.394 N385 X-22.5 Z-8.0 N390 X-277.5 F39. N395 G02 X-277.5 Y0.25 I0. J0.25 N400 G01 X-22.5 N405 G02 X-22.5 Y-0.25 I0. J-0.25 N410 G00 Z125.0 N415 M5 N420 G91 G28 Z0 M09 N425 G49 G90 X0. Y0. N430 M01 N435 (DRILL ОТВЕРСТИЕ3) N440 T5 M06 N445 G94 N450 G00 G55 X-60.0 Y0. S574 M03 N455 G43 H5 Z125.0 M08 N460 G83 G98 Z-30.028 R-5.0 Q6.75 F27. N465 G80 N470 X-220.0 N475 G83 G98 Z-30.028 R-5.0 Q6.75 F27. N480 G80 N485 M5 N490 G91 G28 Z0 M09 N495 G49 G90 X0. Y0. N500 M01 N505 (TAP ОТВЕРСТИЕ3) N510 T6 M06 N515 G94 N520 G00 G55 X-60.0 Y0. S140 M03 N525 G43 H6 Z125.0 M08 N530 G84 G98 Z-25.188 R-5.0 F175. N535 G80 N540 X-220.0 N545 G84 G98 Z-25.188 R-5.0 F175. N550 G80
--	--

					КНУ.КБР.131.25.1-01.03.РВІН	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

N250 G49 G90 X0. Y0.
N255 M01

N260 (ТАР ОТВЕРСТИЕ2)
N265 T3 M06
N270 G94

N275 G00 G54 X-53.461 Y114.648 S70
M03

N555 M5
N560 G0 G91 G28 Z0 M09
N565 G49 G90 X0. Y0.
N570 M30
%

					КНУ.КБР.131.25.1-01.03.РВІН	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ

4.1 Проектування спеціального пристосування

Пристосування проектується на багатоцільовий верстат NEWAY HE 80EF.

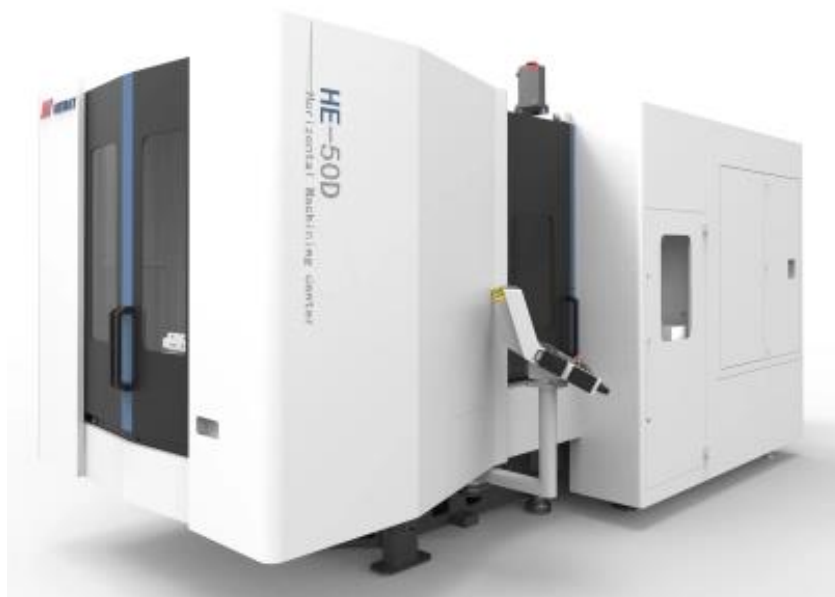


Рисунок 4.1 -Фрезерний 3-х осьовий горизонтальний обробний центр з ЧПУ NEWAY HE 80EF.

Характеристика верстату:

Індикація робочого стола, °-0,001

Інструментальний конус-ВТ-40

Відстань від осі шпинделя до поверхні стола, мм -100...830

Відстань від центру стола до торця шпинделя, мм-70...870

Кількість позицій інструменту-40

Кількість робочих столів -2

Деталь установлюється на подвійну напрямну базу (рис.4.2): поверхні 2 (Ø80g6) і 10 (Ø112k6) на призми, і за упорну базу приймаємо поверхню 11. Прижимається деталь двома прихватами.

Свердлиться отвір Ø25.

Режими:

- $t = 12,5$ мм; $S = 0,4$ мм/об; $V = 19,6$ м/хв; $n = 250$ об/хв.

$P_o = 2956$ Н;- $M_{кр} = 90$ Н·м.

					КНУ.КБР.131.25.1-01.04 ПТО				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					
Розроб.	Анісенко				ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ	Літ.	Арк.	Аркуші	
Перевір.	Цивінда								
						Каф.ТМ, гр.ПМ-21			
Н. Контр.	Нечаєв								
Затв.	Рязанцев								

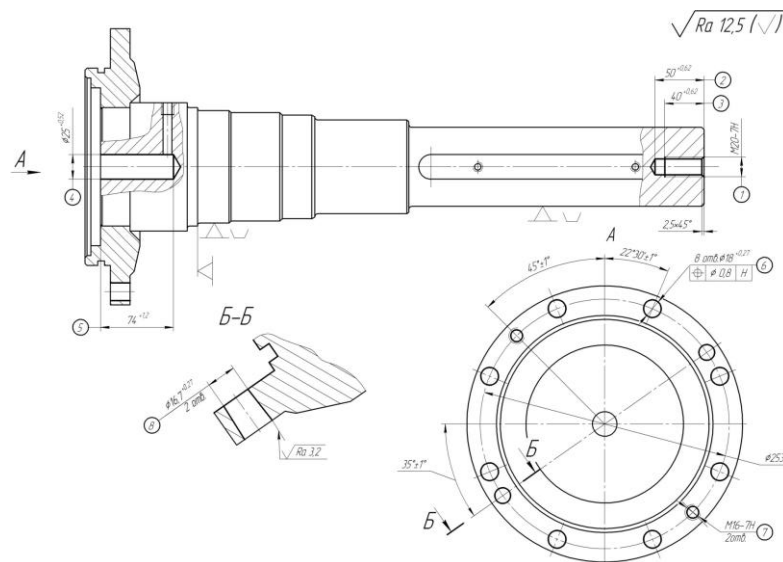


Рисунок 4.2- Операційний ескіз обробки

Використовуються дві опорні призми як установочні елементи:
- 7033-0038 ДСТУ ГОСТ 12195-66 (рисунок 4.2);

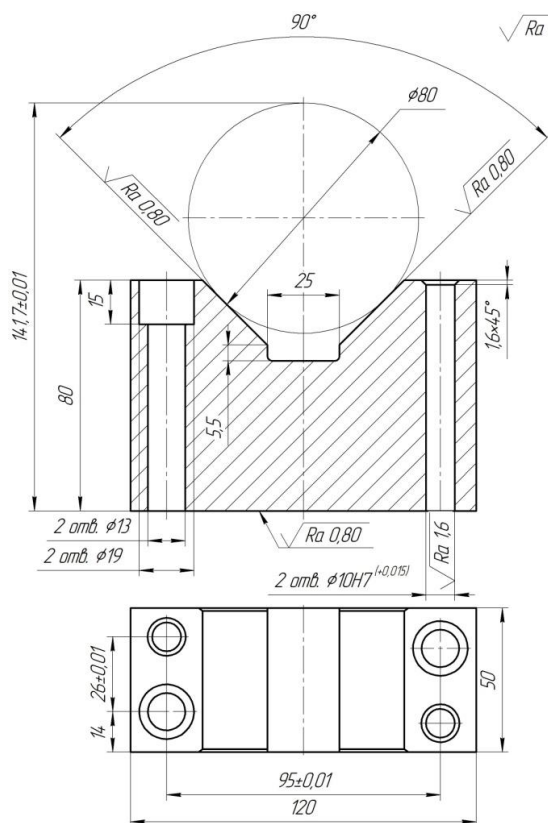


Рисунок 4.3- Призма 7033-0038
ДСТУ ГОСТ 12195-66

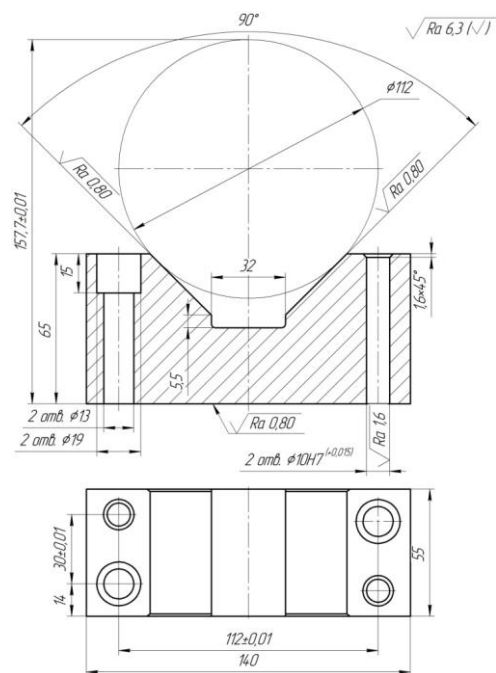


Рисунок 4.4- Призма 7033-0039
ДСТУ ГОСТ 12195-66

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

КНУ.КБР.131.25.1-01.04.ПТО

Арк.

Похибка базування виникне внаслідок неспівпадання технологічної та виміральної бази.

$$\varepsilon_{\delta} = 0,5TD \left(\frac{1}{\sin \alpha} - 1 \right), \quad (4.1)$$

де $TD = 0,022$ мм;

$\alpha = 45^{\circ}$.

$$\varepsilon_{\delta} = 0,5 \cdot 0,022 \cdot \left(\frac{1}{\sin 45^{\circ}} - 1 \right) = 0,005 \text{ мм.}$$

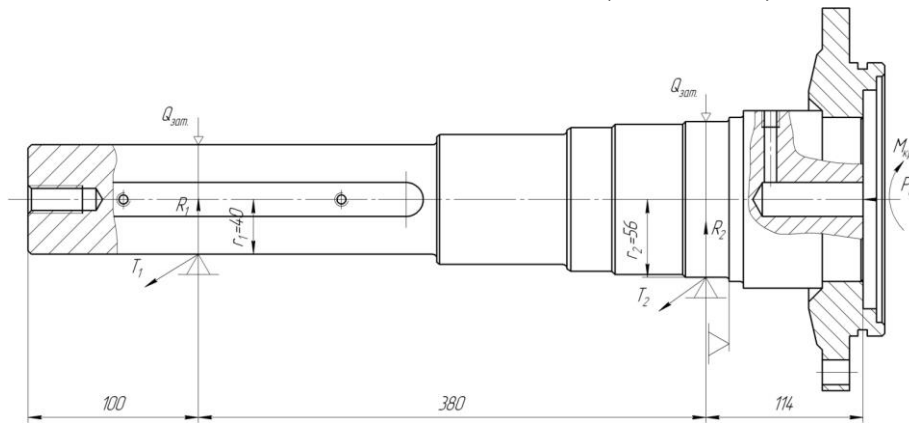


Рисунок 4.5- Схема закріплення деталі

Сила затискання (рис. 4.4), повинна протидіяти провертанню деталі, внаслідок дії моменту крутіння $M_{кр}$, який виникає при свердлінні. Таким чином складаємо рівняння моментів

$$M_{кр} = T_1 \cdot r_1 + T_2 \cdot r_2, \quad (4.2)$$

$$T_1 = T_2 = Q_{зам} \cdot f \cdot \sin \alpha, \quad (4.3)$$

де $f = 0,15$.

$$M_{кр} = Q_{зам} \cdot f \cdot \sin \alpha \cdot (r_1 + r_2). \quad (4.4)$$

Сила затискання

$$Q_{зам} = \frac{k \cdot M_{кр}}{f \cdot \sin \alpha \cdot (r_1 + r_2)}, \quad (4.5)$$

де $k = 1,5$.

					КНУ.КБР.131.25.1-01.04.ПТО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$Q_{\text{зам}} = \frac{1,5 \cdot 90}{0,15 \cdot \sin 45^\circ \cdot (40 \cdot 10^{-3} + 56 \cdot 10^{-3})} = 9548 \text{ Н}$$

Комбінований затискний механізм, складається з гвинтового та важільного затискних елементів (рис. 4.6).

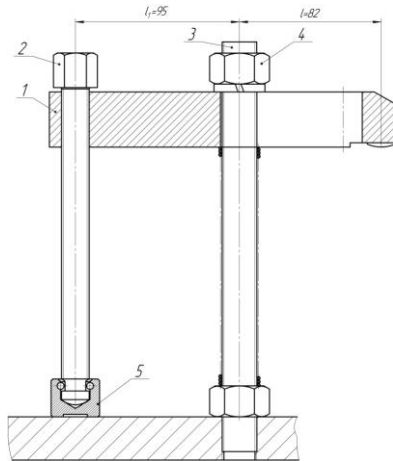


Рисунок 4.6- Прижим

Розраховуємо силу затискання :

$$W = Q_{\text{зам}} \frac{l + l_1}{l_1} \eta, \quad (4.6)$$

де $\eta = 0,85 \div 0,95$.

$$W = 9548 \cdot \frac{82 + 95}{95} \cdot 0,85 = 15121 \text{ Н.}$$

Таким чином конструкція затискного елементу буде складатися з наступних деталей: 1-прихват 7011-0537 ДСТУ ГОСТ 4735-69; 2-болт М16×190 ДСТУ ГОСТ 13435-68; 3- шпилька М20×280; 4-гайка М20 ДСТУ ГОСТ 8918-69; 5-п'ята 7007-0007 ДСТУ ГОСТ 13436-68

Пристрій встановлюється на стіл верстата моделі NEWAY HE 80EF та центрується за допомогою двох Т-подібних шпонок (рис. 4.8). Кріпиться пристрій до палети за допомогою двох різьбових з'єднань. Пристрій повністю вміщується на столі верстату.

Палета має Т-подібний паз шириною 22 мм. Палета та плита з'єднуються Т-подібною шпонкою 22×22 мм.

					КНУ.КБР.131.25.1-01.04.ПТО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Під час встановлення пристрою на стіл верстата виникає похибка його позиціювання, що спричинена наявністю зазору між Т-подібним пазом і шпонкою пристрою.

$$\delta_{p.n.} = \frac{l \cdot S_{\max}}{L} \quad (4.7)$$

Тоді

$$\delta_{p.n.} = \frac{45 \cdot 0,034}{505} = 0,003 \text{ мм.}$$

Сумарна похибка:

$$\delta_{\Sigma} = K \sqrt{\delta_{\sigma}^2 + \delta_{p.n.}^2 + \delta_{n.p}^2 + \delta_{\text{з}}^2 + \delta_{n.n}^2 + \delta_{\text{зн}}^2} \quad (4.8)$$

де $K - K = 1,1 \dots 1,2$.

Похибка базування : $\delta_{\sigma} = 0,005 \text{ мм.}$

Похибка розташування пристрою : $\delta_{p.n.} = 0,003 \text{ мм.}$

Похибка взаємного розташування у верстатному пристрої опорних елементів з базовими поверхнями деталі :

$$\delta_{n.p} = (1/3 \dots 1/5) \cdot T, \quad (4.9)$$

$$\delta_{n.p} = \frac{0,022}{5} = 0,004 \text{ мм.}$$

Похибка закріплення складає $\delta_{\text{з}} = 0,09 \text{ мм.}$

Похибка від зношення $\delta_{\text{зн}} = 0,02 \text{ мм.}$

Обчислюємо сумарну похибку:

$$\delta_{\Sigma} = 1,1 \cdot \sqrt{0,005^2 + 0,003^2 + 0,004^2 + 0,09^2 + 0 + 0,02^2} = 0,1 \text{ мм.}$$

Висновок: Визначена загальна похибка встановлення пристрою не перевищує допустимих меж і забезпечує необхідну точність обробки. З огляду на те, що позиційний допуск для отворів становить 0,8 мм, розрахована похибка є прийнятною. Таким чином, розроблене пристосування відповідає вимогам точності, що пред'являються до даної операції.

4.2 Проектування контрольного пристосування

					КНУ.КБР.131.25.1-01.04.ПТО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

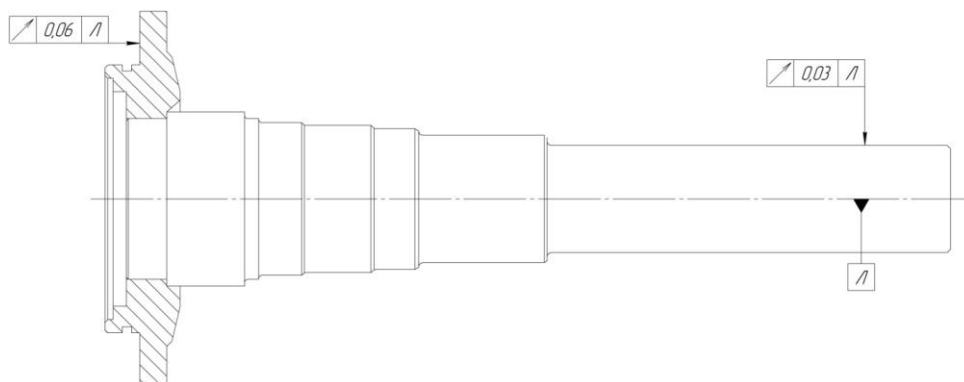


Рисунок 4.10- Вид вимог до точності деталі

Деталь базується по центровим отворах і обертається навколо вісі деталі від руки.

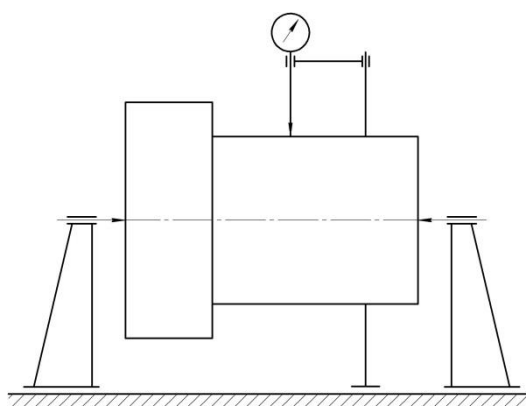


Рисунок 4.11- Ескіз схеми контролю радіального биття

Таблиця 4.1–Характеристика контрольного приладу

Найменування механізму	ДСТУ ГОСТ	Тип головки	Ціна поділки, мм	Діапазон вимірювання, мм	Похибка, мкм	
					Уся шкала	Дільниця
Головка 1 МИГ	9696-75	Продольна багато-обертова	0,001	0–1	2,5	2

Допустиму похибку вимірювання,

$$[\Delta] = 0,2 \cdot T = 0,2 \cdot 0,03 = 0,006 \text{ мм} \quad (4.17)$$

Точність пристрою.

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_{у.э.} + \sqrt{\Delta_{сл}^2 + \Delta_{ин}^2}, \quad (4.18)$$

$$\Delta_{сл} = 0,03 \cdot T = 0,03 \cdot 0,03 = 0,0009 \text{ мм}; \quad (4.19)$$

$\Delta_{ин}$ – похибка вимірювального пристрою ($\Delta_{ин} = 0,0025 \text{ мм}$);

					КНУ.КБР.131.25.1-01.04.ПТО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Отже,

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_{y,э} + \sqrt{0,0009^2 + 0,001^2} = \Delta_{y,э} + 0,0013, \text{ мм}$$

Прирівнюючи сумарну похибку до допустимої похибки, отримаємо
 $0,006 = \Delta_{y,э} + 0,0013, \Delta_{y,э} = 0,0047 \text{ мм.}$

Допустиме відхилення співвісності лівої та правої бабок не повинно перевищувати 0,0047 мм. Розрахована похибка контрольного пристрою знаходиться в межах цього допустимого значення, що свідчить про його придатність до використання. Таким чином, спроектований контрольний пристрій може бути ефективно застосований для перевірки торцевого биття з допуском 0,06 мм і радіального биття з допуском 0,03 мм.

					КНУ.КБР.131.25.1-01.05 ОЕПВ					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат						
Розроб.		Анісенко			ОРГАНІЗАЦІЙНО ЕКОН ОМІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА КНУ.КБР.131.25.1-01.04.ПТО		Літ.	Арк.	Аркуші	
Перевір.		Цивінда							Арк.	
							Каф.ТМ, гр.ПМ-21			
Гл. Контр.		Печаків								
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат						
Сатс.		Рязанцев								

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА

Охорона праці слюсаря складальника при виконанні з'єднань з натягом

Перед проведенням операції потрібно установити цапфу в положення, зручне для виконання операції, а якщо необхідно, закріпити її так, щоб вона не втратила стійкості при запресуванні ударом молотка, штифтів, клинів, втулок, заглушок невеликих розмірів.

З'єднувати більш крупні деталі під тиском пресу необхідно після їх ретельної перевірки і підготовки. Співпадання отворів цапфи та стакану необхідно перевіряти спеціальним пристроєм, але не пальцями. Перевіряти притуплення кромки можна тільки зором, а не тактильно, щоб не поранитись.

В операції складання, пов'язаною з застосуванням нагрівання деталей, при запресуванні, коли необхідно застосовувати обладнання, температура зовнішніх поверхонь якого не перевищує 45° . Обладнання повинно мати автоматичний терморегулятор, що виключає струм при перевищенні заданої температури, а також ручне керування на випадок несправності автоматики.

Робоче місце для нагрівання деталей в мастилі повинно бути оснащено місцевою витяжною вентиляцією і противнем для стоку мастила з деталей. Кількість мастила, яке знаходиться на робочому місці, не повинно перевищувати денної норми. В кінці зміни електромасляна ванна повинна виключатись і закриватись кришкою.

Посадка шляхом охолодження повинна здійснюватись з виконанням наступних правил по безпеці виконання робіт:

-в якості охолоджувачів слід застосовувати тверду вуглекислоту (сухий лід), чи рідкий азот; рідкий кисень, чи рідке повітря вибухонебезпечні навіть при попаданні в них незначної кількості легкоспалахуючих матеріалів; при застосуванні рідких ван з суміші денатурованого спирту, чи бензину, чи ацетону з сухим льодом необхідно забезпечити ретельне дотримання правил пожежної безпеки; для охолодження деталі віддавати перевагу холодильним установкам.

Перед охолодженням деталі слід очистити від стружки та забруднень, зняти заусенці з кромки спрягаємих поверхонь; поверхні деталей, що охолоджуються твердй вуглекислоті, необхідно змазати антикорозійним замазочним матеріалом. По закінченню роботи обладнання для охолодження (термостати, баки) повинні бути установлені в спеціальному пожежонебезпечному приміщенні.

5.1 Оцінка техніко-економічної ефективності виробництва

При вдосконаленні заводського технологічного процесу було замінено два універсальні верстати на верстат з ЧПК. В наслідок чого необхідно розрахувати доцільність такого рішення.

Заготовка для обох варіантів однакова.

Базовий варіант: токарний верстат моделі РТ2516 та фрезерний FSS-400. Новий варіант: токарно-фрезерний

Вихідні дані					
Дані	Базовий варіант				Новий варіант
	РТ2516	FSS-400			ТФЦ -600
Деталі					
Річний обсяг випуску деталей N, шт.	50				50
Кількість запусків партій деталей в рік, шт	12				12
Тривалість випуску деталей Z, років	1				1
Штучний час обробки деталі $t_{шт}$, хв.	116,5	143,68			155,17
Час наладки верстата, хв.	33	72,5			72,8
Розряд:					
контролера	5				5
верстатника	4	3			2
наладчика	3	3			5
наладчика інструменту					4
Кількість кадрів програми, шт.					200
Вартість заготовки $S_{заг}$, грн.	15241				15241
Вартість комплексу спец. пристосувань $K_{спр}$, грн					
Оптова ціна на прокат одного УСП $\Pi_{усп}$, грн					
Середній час налагодження за прибором одного інструменту поза верстатом, хв.					10
Середній період стійкості інструменту, хв.	45	60			90
Середня кількість граней пластинки, шт.	1	1			3
Середня кількість граней пластинки, шт.	1	1			3
Коефіцієнт, що враховує питому вагу основного часу в штучному K_z	0,083	0,083			0,8
Вартість одного кадру ПК, грн.					8,9
Вартість розробки ПК $K_{пк}$, грн.					680
Середньочасова зарплата робітника, грн:					
верстатника $N_{ог}$	33,6	32,3			30,1
наладчика $N_{нал}$	33,6	28,2			34,3
наладчика інструмента $N_{ин}$					31,1
контролера N_k	29,8				29,8

Рисунок 5.1- Вихідні дані для розрахунку

Верстати					
Клас точності верстата	H	H			A
Маса верстата, т	30	36,35			50
Габарити верстата (довжина x ширина), м.	5,495 x 4,55	8,7 x 5,6			9,4 x 6,4
Габарити пристрою ЧПК, м					0,5 x 0,5
Тип пристрою ЧПК					CNC
Строк служби верстата до капітального ремонту $T_{\text{в}}$, років	5	5			10
Встановлена потужність всіх електродвигунів головного руху, кВт	60	28			50
Категорія складності ремонту верстата ЕРС:					
механічної частини R_m	51	97			100
електротехнічної частини R_e	43	75			99
Кількість верстатів, що обслуговує один робочий d, шт	1	2			3
Оптова ціна верстата Π , грн.	110000	110000			420000
Коефіцієнт завантаження верстата η_p	0,75	0,8			0,95
Площа верстата за габаритами A , м. кв.	25,0	48,7			60,0
Площа пристрою ЧПК A_y , м. кв.					0,25
Витрати на одну одиницю ЕРС верстата, грн.					
механічної частини H_m	401	329			272
електротехнічної частини H_e	86	71			60
Норматив річних витрат на поточне обслуговування та ремонт ПЧПК Q ,					11950
Коеф., що враховує додаткову площу верстата, γ	2,5	2		0	2
Коеф., що враховує клас точності верстата, μ	1	1		0	1,8
Ефективний річний фонд часу роботи верстата $\Phi_{\text{еб}}$, год	3975	3975		0	4015
Виробничі та інші площі					
Вартість 1 м. кв. площі механічної $\Pi_{\text{пл.м.}}$, грн	500				500
Вартість 1 м. кв. площі, що займають службово-побутові приміщення $\Pi_{\text{сл.поб.}}$, грн	1000				1000
Площа службово-побутових приміщень, що приходяться на одного робочого $A_{\text{б}}$, м. кв.	7				7
Витрати на утримання та амортизаційні витрати на 1 м. кв. цеху $H_{\text{пл.}}$, грн.	180	180			200

Рисунок 5.2- Вихідні дані про верстати та виробничі площі

					КНУ.КБР.131.25.1-01.05.ОЕПВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Дані	Базовий варіант				Новий варіант
	PT2516	FSS-400			ТФЦ -600
Трудомісткість обробки $T_{шт}$	97,083	119,733	0	0	129,308333
Час наладки верстата впродовж року T_n , год	6,6	14,5	0	0	14,56
Час наладки інструмента поза верстатом впродовж року $T_{ин}$, год	0	0,00	0	0	4,98
Час контролю деталей впродовж року T_k , год	8,0579	8,02	0	0	103,446667
Кількість верстатників $P_{ст}$, чол. (розрах.)	0,05	0,03	0,00	0,00	0,02
(дійсна)	1	1	0	0	1
Кількість наладчиків верстатів P_n , чол. (розрахункова)	0,0035	0,0078	0,0000	0,0000	0,0078
(дійсна)	1	1	0	0	1
Кількість наладчиків інструмента поза верстатом $P_{ин}$, чол. (розрахункова)	0	0,0000	0	0	0,00268
(дійсна)	0	0	0	0	1
Кількість контролерів P_k , чол. (розрах.)	0,00	0,00	0,000	0,00	0,06
(дійсна)	1				1
Додаткова кількість робочих по обслуговуванню верстатів з ЧПК $P_{дод}$, чол (розрахункова)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
(дійсна)	0	0	0	0	1
Загальна кількість працівників на річну програму випуску деталей, чол.	5				5
Частка завантаження верстата обробкою деталі в обсязі річного випуску P	0,03	0,04	0,0000	0,000	0,04

Рисунок 5.3- Проведення розрахунків

1. Зарплатня верстатника (основна та додаткова) I_n

$$I_n = N_{ст.мг} \cdot T_{шт} / d$$

де $N_{ст.мг}$ – середньочасова заробітна платня верстатників зі усіма нарахуваннями, грн.;

$T_{шт}$ – час обробки деталей в обсязі їх річного випуску, год;

d – кількість верстатів, які обслуговує один робочий

$$N_{ст.мг} = N_{ст} + З_д + С_випр + С_прем$$

де $N_{ст}$ – тарифна ставка верстатника, грн;

$З_д$ – додаткова заробітна платня, 8%

$С_випр$ – відрахування на соціальне страхування, 12%

$С_прем$ – преміальні доплати, 35%

$$T_{шт} = t_{шт} \cdot N / 60$$

	Базовий варіант					Новий варіант			
	PT2516	$I_n = N_{ст.мг} \cdot T_{шт} / d$				ТФЦ - 600	$I_n = N_{ст.мг} \cdot T_{шт} / d$		
	5422	55,85	97,083	1		2156	50,03	129	3
FSS-400	3158	52,74	119,73	2		Всього I_n	2156		
0	0	0,00	0	0					
0	0	0	0	0					
Всього I_n		8579							

Рисунок 5.4- Розрахунок зарплати верстатників

					КНУ.КБР.131.25.1-01.05.ОЕПВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

2. Зарплатня за наладку верстата I_n

$$I_n = N_{\text{нал.г}} \cdot T_n$$

де $N_{\text{нал.г}}$ – середньочасова зарплатня наладчиків з усіма нарахуваннями, грн;
 T_n – час наладки верстата впродовж року, год

$$N_{\text{нал.г}} = N_{\text{нал}} + 3_n + C_{\text{спр}} + C_{\text{спрм}}$$

де $N_{\text{нал}}$ – тарифна ставка наладчика, грн;
 3_n – додаткова заробітна платня, 8%
 $C_{\text{спр}}$ – відрахування на соціальне страхування, 12%
 $C_{\text{спрм}}$ – преміальні доплати, 30%

$$T_n = t_n \cdot j_p / 60$$

де t_n – час наладки верстата для обробки партії деталей, хв;
 j_p – кількість запусків партій деталей за рік

Базовий варіант				Новий варіант			
PT2516	$I_n =$	$N_{\text{нал}}$	T_n	ТФЦ -600	$I_n =$	$N_{\text{нал}}$	T_n
	348,71	52,84	6,6		785,31	53,94	14,6
FSS-400	$I_n =$	$N_{\text{нал}}$	T_n	Всього I_{n2}	785,31		
	642,99	44,34	14,5				
0	$I_n =$	$N_{\text{нал}}$	T_n				
	0,00	0,00	0				
0	$I_n =$	$N_{\text{нал}}$	T_n				
	0,00	0,00	0				
Всього I_{n1}	991,70						

Рисунок 5.5 -Розрахунок зарплати наладчика

3. Зарплатня наладжувальника інструмента поза верстатом, I_{n1}

$$I_{n1} = N_{n1} \cdot T_{n1}$$

де N_{n1} – середньочасова зарплатня наладчика, грн;

T_{n1} – час, який затрачується на налагодження інструмента поза верстатом, хв

$$T_{n1} = 1,3 \cdot t_n \cdot T_{\text{шт}} \cdot k_T / (T \cdot n_T)$$

де 1,3 – коеф., що враховує випадкову втрату інструменту та його вихід з ладу;
 t_n – середній час налагодження за прибором одного інструмента, хв.;
 $T_{\text{шт}}$ – час обробки деталей в обсязі їх річного випуску поза верстатом з ЧПК, год;
 k_T – коеф., який враховує питому вагу основного часу в штучному і дорівнює
 T – середній період стійкості інструменту, хв.;

n_T – кількість граней пластинки, що не переточується

Базовий варіант				Новий варіант			
PT2516	$I_{н1} =$	$N_{н1}$	$T_{н1}$	ТФЦ -600	$I_{н1} =$	$N_{н1}$	$T_{н1}$
	0	0	0		154,90	31,1	4,98
FSS-400	$I_{н1} =$	$N_{н1}$	$T_{н1}$	Всього $I_{н12}$	154,90		
	0,00	0	0,00				
0	$I_{н1} =$	$N_{н1}$	$T_{н1}$				
	0,00	0	0				
0	$I_{н1} =$	$N_{н1}$	$T_{н1}$				
	0,00	0	0				
Всього $I_{н11}$	0,00						

Рисунок5.6 – Розрахунок зарплати наладжувальника інструменту поза верстатом

4. Витрати на підготовку та поновлення керуючої програми $I_{пк}$

$$I_{пк} = K_{пк} / Z$$

0	$I_{пк} =$	$K_{пк}$	Z
	0	0	50
0	$I_{пк} =$	$K_{пк}$	Z
	0	0	50

Базовий варіант				Новий варіант			
PT2516	$I_{пк} =$	$K_{пк}$	Z	ТФЦ -600	$I_{пк} =$	$K_{пк}$	Z
	0	0	1		680	680	1
FSS-400	$I_{пк} =$	$K_{пк}$	Z	Всього $I_{пк2}$	680		
	0,00	0	1				
Всього $I_{пк1}$	0,00						

Рисунок5.7- Витрати на підготовку і поновлення керуючої програми

7. Амортизаційні відрахування на повне відновлення обладнання				Базовий варіант			Новий варіант				
$I_{\Sigma} = K_{\Sigma} \cdot A$ де A – норма амортизаційних відрахувань на повне відновлення верстата, що приймається: • для верстатів масою до 10 т, які оброблюють деталі металевими та абразивними інструментами, відповідно – <u>0.053 та 0.056</u> ; • для верстатів масою вище 10 т – <u>0.04 та 0.042 відповідно</u>				PT2516	$I_{\Sigma} = K_{\Sigma} \cdot A$ 168,33	4208	0,04	ТФЦ -600	$I_{\Sigma} = K_{\Sigma} \cdot A$ 697,04	17426	0,04
				FSS-400	$I_{\Sigma} = K_{\Sigma} \cdot A$ 204,30	5108	0,04	Всього $I_{\Sigma 2}$	697,04		
				0	$I_{\Sigma} = K_{\Sigma} \cdot A$ 0,00	0	0				
				0	$I_{\Sigma} = K_{\Sigma} \cdot A$ 0,00	0	0				
				Всього $I_{\Sigma 1}$	372,63						

Рисунок 5.8–Витрати на відрахування та повне відновлення обладнання

8. Витрати на утримання приміщення, яке займає верстат Н $I_{\Sigma} = I_{\Sigma 1} \cdot (A + A_y) \cdot \gamma \cdot \beta$ де $I_{\Sigma 1}$ – вартість амортизації та утримання 1 м. кв. площі механічного цеху • для верстатів класів точності Н та П – <u>180 грн</u> • для верстатів класів точності В та ОВ – <u>200 грн</u>													
Базовий варіант													
PT2516	$I_{\Sigma} = I_{\Sigma 1} \cdot (A + A_y) \cdot \gamma \cdot \beta$ 391,29	180	25,002	0	2,5	0,03	Новий варіант						
FSS-400	$I_{\Sigma} = I_{\Sigma 1} \cdot (A + A_y) \cdot \gamma \cdot \beta$ 740,36	180	48,72	0	2	0,04	ТФЦ -600	$I_{\Sigma} = I_{\Sigma 1} \cdot (A + A_y) \cdot \gamma \cdot \beta$ 909	200	60	0,25	2	0,04
	$I_{\Sigma} = I_{\Sigma 1} \cdot (A + A_y) \cdot \gamma \cdot \beta$ 0,00	0	0	0	0	0,00	Всього Н		909,02				
	$I_{\Sigma} = I_{\Sigma 1} \cdot (A + A_y) \cdot \gamma \cdot \beta$ 0,00	0	0	0	0	0,00							
Всього Н	1131,65												

Рисунок 5.9–Витрати на утримання приміщення

9. Витрати на амортизацію і утримання службово-побутових приміщень I_{Σ}							
$I_{\Sigma} = N_{\Sigma} \cdot A_{\Sigma} \cdot (P_{\Sigma} + P_{\Sigma} + P_{\Sigma} + P_{\Sigma})$							
Базовий варіант							
$K_{\Sigma} =$	$C_{\Sigma} =$	$A_{\Sigma} =$	$(P_{\Sigma} +$	$P_{\Sigma} +$	$P_{\Sigma} +$	$P_{\Sigma})$	
35000	1000	7	2	2	0	1	
Всього $K_{\Sigma 1}$	35000						

Новий варіант							
$K_{\Sigma} =$	$C_{\Sigma} =$	$A_{\Sigma} =$	$(P_{\Sigma} +$	$P_{\Sigma} +$	$P_{\Sigma} +$	$P_{\Sigma})$	
35000	1000	7	1	2	1	1	
Всього $K_{\Sigma 2}$	35000						

Рисунок 5.10– Витрати на амортизацію і утримання службово- побутових приміщень

10. Витрати на ремонт та технічне обслуговування обладнання Н.															
$I_{\Sigma} = (H_{\Sigma} \cdot R_{\Sigma} + H_{\Sigma} \cdot R_{\Sigma}) \cdot \mu \cdot \beta$ де H_{Σ} , H_{Σ} – витрати на одну ремонтну складову відповідного механічного та електротехнічного частин, грн.; R_{Σ} , R_{Σ} – ремонтна складові відповідно механічної та електротехнічної часток, що приймається за паспортом верстата, а для деяких верстатів ЧПК; μ – коефіцієнт, який враховує клас точності верстата, що приймається для класів точності Н, П, В, А, С – відповідно 1; 1,2; 1,5; 1,8; 2,2															
Базовий варіант								Новий варіант							
PT2516	$I_{\Sigma} = (H_{\Sigma} \cdot R_{\Sigma} + H_{\Sigma} \cdot R_{\Sigma}) \cdot \mu \cdot \beta$ 839,9	401	51	86	43	1	0,03	ТФЦ -600	$I_{\Sigma} = (H_{\Sigma} \cdot R_{\Sigma} + H_{\Sigma} \cdot R_{\Sigma}) \cdot \mu \cdot \beta$ #####	272	100	60	99	1,8	0,04
FSS-400	$I_{\Sigma} = (H_{\Sigma} \cdot R_{\Sigma} + H_{\Sigma} \cdot R_{\Sigma}) \cdot \mu \cdot \beta$ 1571,9	329	97	71	75	1	0,04	Всього $I_{\Sigma 1}$	2250,0						
6610	$I_{\Sigma} = (H_{\Sigma} \cdot R_{\Sigma} + H_{\Sigma} \cdot R_{\Sigma}) \cdot \mu \cdot \beta$ 0,0	0	0	0	0	0	0,00								
4-ий верстат	$I_{\Sigma} = (H_{\Sigma} \cdot R_{\Sigma} + H_{\Sigma} \cdot R_{\Sigma}) \cdot \mu \cdot \beta$ 0,0	0	0	0	0	0	0,00								
Всього $I_{\Sigma 1}$	2411,7														

Рисунок 5.11- Витрати на ремонт та технічне обслуговування обладнання

					КНУ.КБР.131.25.1-01.05.ОЕПВ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

11. Витрати на технічне обслуговування і ремонт ЧПК I_y
 $I_y = Q \cdot \beta$
де Q – річні витрати при експлуатації у дві зміни і повній загрузці верста з ЧПК, грн

Базовий варіант				Новий варіант			
PT2516	$I_y = Q \cdot \beta$			FOUR-STAR FD	$I_y = Q \cdot \beta$		
	0	0	0,03		450,7	11950	0,04
FSS-400	$I_y = Q \cdot \beta$			Всього I_{y2}	450,7		
	0	0	0,04				
6610	$I_y = Q \cdot \beta$						
	0	0	0,00				
4-ий верстат	$I_y = Q \cdot \beta$						
	0	0	0,00				
Всього I_{y1}		0,0					

Рисунок 5.12-Витрати на технічне обслуговування і ремонт верстату з ЧПК

12. Зарплатня контролера I_k

$$I_k = H_k \cdot T_k$$

де H_k – середньочасова заробітна платня контролера 5-го розряду, грн.;
 T_k – час контролю деталей впродовж року, год.

Для базових верстатів:

$$T_{k1} = 0,083 \cdot T_{шт}$$

де 0,083 – середньостатистична частка трудомісткості контрольних

Для обробки на верстатах з ЧПК

$$T_{k1} = 0,2 \cdot T_{шт}$$

Базовий варіант				Новий варіант			
PT2516	$I_k = H_k \cdot T_k$			ТФЦ -600	$I_k = H_k \cdot T_k$		
	240,13	29,8	8,06		3082,71	29,8	103,45
FSS-400	$I_k = H_k \cdot T_k$			Всього I_{k1}	3082,71	10667	
	240,19	29,8	8,06				
	$I_k = H_k \cdot T_k$						
	0,00	0	0,00				
0	$I_k = H_k \cdot T_k$						
	0,00	29,8	0,00				
Всього I_{k1}		480,31					

Рисунок 5.13– Зарплата контролера

1. Балансова вартість верстата K_k

$$K_k = C_k \cdot \alpha \cdot \beta$$

де C_k – оптова ціна верстата, грн

α – коеф., що враховує витрати на доставку та встановлення верстата та приймається рівним 1,1;

β – частка завантаження верстата

$$\beta = T_{шт} + T_k / (\Phi_{об} \cdot \eta_p)$$

Базовий варіант				Новий варіант			
PT2516	$K_k = C_k \cdot \alpha \cdot \beta$			ТФЦ -600	$K_k = C_k \cdot \alpha \cdot \beta$		
	4208	110000,00	1,1		17426	420000,00	1,1
FSS-400	$K_k = C_k \cdot \alpha \cdot \beta$			Всього K_{k2}	17426		
	5108	110000,00	1,1				
0	$K_k = C_k \cdot \alpha \cdot \beta$						
	0	0	1,1				
			0,00				
4-ий верстат	$K_k = C_k \cdot \alpha \cdot \beta$						
	0	0	1,1				
			0,00				
Всього K_{k1}		9316					

Рисунок 5.14-Балансова вартість верстата

2. Вартість приміщення, яке займає верстат K_p

$$K_p = C_{пл.м} (A + A_y) \cdot \gamma \cdot \beta$$

де $C_{пл.м}$ – вартість 1 м. кв. площі механічного цеху;

A – площа, яку займає верстат по габаритах, м. кв.;

A_y – площа, яку займають вносіні, допоміжні пристрої, м. кв.;

γ – коефіцієнт, який враховує додаткову площу

Базовий варіант				Новий варіант			
PT2516	$K_p = C_{пл.м} (A + A_y) \cdot \gamma \cdot \beta$			ТФЦ -600	$K_p = C_{пл.м} (A + A_y) \cdot \gamma \cdot \beta$		
	1087	500	25		2272,5482	500	60
FSS-400	$K_p = C_{пл.м} (A + A_y) \cdot \gamma \cdot \beta$			Всього K_{p1}	2272,55		
	2057	500	48,72				
0	$K_p = C_{пл.м} (A + A_y) \cdot \gamma \cdot \beta$						
	0	500	0				
			0				
0	$K_p = C_{пл.м} (A + A_y) \cdot \gamma \cdot \beta$						
	0	500	0				
			0				
Всього K_{p1}		3143					

Рисунок 5.15- Вартість приміщення

3. Вартість службово-побутових приміщень $K_{сп}$

$$K_{сп} = Ц_{пл.б} \cdot A_б \cdot (P_{ст} + P_н + P_{доп} + P_к)$$

де $Ц_{пл.б}$ – вартість 1 м. кв. службово-побутових приміщень, грн;
 $A_б$ – площа службово-побутових приміщень, яка приходить на одного робочого;
 $P_{ст}, P_н, P_{доп}$ – кількість відповідно верстатників, наладчиків та додаткових робочих по обслуговуванню верстатів з ЧПК;
 $P_к$ – кількість контролерів

Базовий варіант						
$K_{сп} =$	$Ц_{пл.б}$	$\cdot A_б$	$\cdot (P_{ст} +$	$P_н +$	$P_{доп} +$	$P_к)$
35000	1000	7	2	2	0	1
Всього $K_{сп1}$	35000					

Новий варіант						
$K_{сп} =$	$Ц_{пл.б}$	$\cdot A_б$	$\cdot (P_{ст} +$	$P_н +$	$P_{доп} +$	$P_к)$
35000	1000	7	1	2	1	1
Всього $K_{сп1}$	35000					

Рисунок 5.16–Вартість службово-побутових приміщень

4. Обігові кошти в незакінченому виробництві $K_{вз}$

$$K_{вз} = 3 \cdot n'' \cdot (S_{зг} + C / N_{р\dot{и}ч} \cdot 0,5) \cdot \beta$$

де 3 – число партій деталей, які приходяться в середньому на одне робоче місце;
 n'' – розмір налагодочної партії деталей (партії запуску), шт:
 $n'' = N_{р\dot{и}ч} / j_p$
 $S_{зг}$ – вартість заготовки, грн;
 C – собівартість механічної обробки річного випуску деталей, грн;
0,5 – коеф. наростання витрат

Базовий варіант						
$K_{вз} =$	3	$\cdot n''$	$\cdot (S_{зг} +$	$C / N_{р\dot{и}ч} \cdot 0,5) \cdot \beta$		
15138,85	4,167	15241	48967,53	50	0,08	
Всього $K_{сп1}$	15139					

Новий варіант						
$K_{вз} =$	3	$\cdot n''$	$\cdot (S_{зг} +$	$C / N_{р\dot{и}ч} \cdot 0,5) \cdot \beta$		
7403,54	4,167	15241	46166,14	50	0,04	
Всього $K_{сп1}$	7404					

Рисунок 5.17 - Розрахунок обігових коштів

Собівартість механічної обробки річного випуску деталей

$$C = И_з + И_н + И_к + И_{пк} + И_{пр} + И_{усп} + И_а + И_{пл} + И_{сп} + И_р + И_у + И_к$$

де $И_з$ – зарплата верстатника;
 $И_н$ – зарплата за наладку верстата;
 $И_к$ – зарплата налагоджувальника інструмента поза верстатс $И_р$ – витрати на ремонт та технічне обслуговування обладнання;
 $И_{пк}$ – витрати на підготовку та поновлення керуючої програм $И_у$ – витрати на технічне обслуговування і ремонт ЧПК;
 $И_{пр}$ – витрати на ремонт та утримання спеціальних пристосов $И_к$ – зарплата контролера
 $И_{усп}$ – витрати на прокат універсально-збирних пристосовувань при їх використанні;
 $И_а$ – амортизаційні відрахування на повне відновлення обладнання;

C_1 на деталь = 979,35
 C_2 на деталь = 923,32

	$И_з$	$И_н$	$И_к$	$И_{пк}$	$И_{пр}$	$И_{усп}$	$И_а$	$И_{пл}$	$И_{сп}$	$И_р$	$И_у$	$И_к$	
$C_1 =$	8579	+ 991,70	+ 0,00	+ 0,00	+ 0	+ 0	+ 372,63	+ 1131,65	+ 35000	+ 2411,7	+ 0,0	+ 480,31	= 48967,53
$C_2 =$	2156	+ 785,31	+ 154,90	+ 680	+ 0	+ 0	+ 697,04	+ 909,02	+ 35000	+ 2250,0	+ 450,7	+ 3082,7	= 46166,14

Рисунок 5.18 - Розрахунок собівартості

Капітальні вкладення споживач:

$$K = K_6 + K_{зд} + K_{сз} + K_{нез} + K_{пр} + K_{п.у.}$$

де K_6 – балансова вартість верстата, грн;

$K_{зд}$ – вартість приміщення, яке займає верстат, грн.;

$K_{сз}$ – вартість службово-побутових приміщень, грн.;

$K_{нез}$ – обігові кошти в незакінченому виробництві, грн.;

$K_{пр}$ – вартість комплексу спеціальних пристосувань, які використовуються на верстатах при обробці деталей, грн.;

$K_{п.у.}$ – витрати на створення керуючої програми (КП), грн.

$$\begin{array}{l} K_1 = K_6 + K_{зд} + K_{сз} + K_{нез} + K_{пр} + K_{п.у.} \\ K_1 = 9316 + 3143 + 35000 + 15139 + 0 + 0 = 62598 \\ K_2 = 17426 + 2272,55 + 35000 + 7404 + 0 + 680 = 62782,10 \end{array}$$

Рисунок 5.19 –Капітальні вкладення

Приведені витрати				Строк окупності			
$Z_1 =$	$C_1 + E_m \cdot K_1$			$T_{ок} =$	$(K_2 - K_1) / (C_1 - C_2)$		
58357	48968	0,15	62598	0,066	62782,10	62598	48967,53
$Z_2 =$	$C_2 + E_m \cdot K_2$						
55583	46166	0,15	62782				
Річний економічний ефект							
$E =$	$Z_1 - Z_2$						
2773,8	58357,2	55583					

Рисунок 5.20–Розрахунок економічного ефекту

Висновок. Розрахунок довів, що доцільно застосовувати верстат токарно-фрезерний, замінивши токарний верстат моделі РТ2516 та фрезерний FSS-400. Такі вкладення окупляться менше , ніж за рік.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній бакалаврській роботі розглянуто можливість зниження собівартості виготовлення деталей шляхом скорочення штучно-калькуляційного часу та підвищення продуктивності при виготовленні цапфи сепаратора.

Для досягнення цієї мети в процесі технологічної підготовки виробництва передбачено застосування найбільш раціонального способу виготовлення деталей з урахуванням коефіцієнта використання металу. З метою підвищення продуктивності реалізовано концентрацію операцій шляхом впровадження багатоцільових верстатів з числовим програмним керуванням (ЧПК). Також обрано сучасний високоефективний ріжучий інструмент фірми SECO.

Для обробки цапфи на горизонтально-обробному центрі NEWAY HE80EF розроблено спеціальне технологічне пристосування, а для контролю радіального биття спроектовано відповідний контрольний прилад.

Застосування перелічених рішень дозволило зменшити допоміжний час, а також підвищити загальну продуктивність та якість обробки.

					КНУ.КБР.131.25.1-01.В					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат						
Розроб.		Анісенко			ВИСНОВКИ			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Цивінда								
Н. Контр.		Нечаєв						Каф.ТМ, гр.ПМ-21		
Затв.		Рязанцев								

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Білецький В.С., Олійник Т.С., Смирнов В.О., Скляр Л. В. Основи техніки та технології збагачення корисних копалин: навчальний посібник. К.: Ліра-К.2020.634с.
2. С.Г. Бондаренко. Розмірні розрахунки механоскладального виробництва. – Київ, 1993.
3. Дипломне проектування з технології машинобудування/ Григурко О.І, Брендюля МФ., Доценко С.М, Навчальний посібник. Львів., Новий світ-2008,-860 с.
4. Інженерна графіка в SolidWorks: Навчальний посібник/ С.І. Пустюльга, В.Р. Самостян, Ю.В. Клак. Луцьк: Вежа, 2018. 172 с. URL: <http://surl.li/fmeiv>
5. ДСТУ 7806:2015 Прокат з легованої конструкційної сталі
6. ДСТУ EN 10250-1:2008 Поковки сталеві ковані для машинобудування
7. ДСТУ 7505-89 Поковки сталеві штамповані
8. ДСТУ EN ISO 9692-1:2014 Зварювання та споріднені процеси. Рекомендації до підготовки зварних з'єднань.
9. ДСТУ 2500-94 Основні норми взаємозамінності. Єдина система допусків та посадок. Терміни та визначення. Позначення та загальні норми.
10. ДСТУ 2413-94 Основні норми взаємозамінності. Шорсткість поверхні.
11. ДСТУ 2498-94 Основні норми взаємозамінності. Допуски форми та розташування поверхонь. Терміни та визначення
12. Методичні вказівки з курсу “Технологія машинобудування” до практичної роботи “Аналіз технологічності конструкції виробу та деталі при проектуванні технологічних процесів”, для здобувачів спеціальності 131 Прикладна механіка денної та заочної форми навчання /Цивінда Н.І. - Кривий Ріг: КНУ, 2024.
13. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні. Навч. посібник - К.: Вища шк. 1993р. - 414с.
14. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок - Львів, Світ, 1996.
15. ДСТУ 3.1107-81. Базування та бази в машинобудуванні.
16. Технологія машинобудування Горбатюк Е.О. Мазур М.П., Зенкін А.С., Каразей В.Д. Навчальний посібник. Львів., Новий світ-2008,-360 с.

					КНУ.КБР.131.25.1-01.СВД		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ		
Розроб.	Анісенко						
Перевір.	Цивінда						
Н. Контр.	Нечаєв						
Затв.	Рязанцев						
					Літ.	Арк.	Аркуші
					Каф.ТМ, грПМ-21		

17. Технологія обробки типових деталей (курсове проектування) Григурко О.І, Брендуля МФ., Доценко С.М, Навчальний посібник. Львів., Новий світ-2008, 576 с.

18.Залога В. О. Сучасні інструментальні матеріали у машинобудуванні Суми: СумДУ, 2013.

19.Кузнецов Ю.М. Верстати з ЧПУ та верстатні комплекси. Частина 2.- К.-Тернопіль.ТОВ «ЗМОК» -ПП «Гнозіс», 2001.-298 с.

20.Кіяновський М.В., Цивінда Н.І., Цівко Ф.В. Довідник нормувальника машинобудівного виробництва. – Кривий Ріг: Видавничий центр КТУ, 2008.

21.Методичні вказівки з курсу ”Системи ЧПК та програмування обробки деталей” до практичної роботи ”Розробка верстатно-інструментального налагодження на верстати з ЧПК”, для здобувачів спеціальності 131 Прикладна механіка денної та заочної форми навчання / Цивінда Н.І., - Кривий Ріг: КНУ, 2019.

21. Дикань С.А. Безпека людини [Текст]: підручник для студ. вищ. закл. / С. А. Дикань, І. О. Іваницька. – Полтава: ТОВ «АСМІ», 2019. – 279 с.

22.А.І.Грабченко, М.В.Верезуб, Ю.М.Внуков, П.П.Мельничук, Г.М.Виговський Робочі процеси високих технологій у машинобудуванні /Під ред. Грабченко А.І.- Житомир: ЖДТУ, 2004.-451с.

23.Шкурупій В. Г. Системи технологій : навчальний посібник. Ч. 1 / В. Г. Шкурупій, Ф. В. Новіков, Ю. В. Шкурупій. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2008. – 288 с.

24. Шкурупій В. Г. Системи технологій : навчальний посібник. Ч. 2 / В. Г. Шкурупій, Ф. В. Новіков, Ю. В. Шкурупій. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2008. – 480 с.

25.Кіяновський М.В., Цивінда Н.І. Електрофізичні та електрохімічні методи обробки поверхонь деталей у машинобудуванні: [навчальний посібник]. – Кривий Ріг: Видавничий центр КТУ, 2011.- 412с.

26.ДСТУ ГОСТ 3.1127:2014. Єдина система технологічної документації. Загальні правила виконання текстових технологічних документів. (ГОСТ 3.1127-93, IDT).

27.ДСТУ ГОСТ 3.1128:2014. Єдина система технологічної документації. Загальні правила виконання графічних технологічних документів. (ГОСТ 3.1128-93, IDT).

28.ДСТУ 2974-95. Технологічне підготовлення виробництва. Основні терміни та визначення.

29.ДСТУ 2925-94. Якість продукції. Оцінювання якості. Терміни та визначення.

30.ДСТУ ГОСТ 3.1102:2014 Єдина система технологічної документації. Стадії розробки та види документів. Загальні положення).

31.ДСТУ ГОСТ 3.1105:2014 Єдина система технологічної документації. Форми та правила оформлення документів загального призначення

					КНУ.КБР.131.25.1-01.01.СВД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

32.ДСТУ ГОСТ 2.308:2013 ЄСКД. Зазначення допусків форми та розміщення поверхонь (ГОСТ 2.308-2011, IDT).

33.Єдина система конструкторської документації НАНЕСЕННЯ РОЗМІРІВ І ГРАНИЧНИХ ВІДХИЛІВ (ГОСТ 2.307-2011, IDT) ДСТУ ГОСТ 2.307:2013

34.Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної бакалаврської роботи для студентів спеціальності 131“Прикладна механіка ”Освітньо-професійної програми Прикладна механіка усіх форм навчання, Кривий Ріг: КНУ, 2025.

					КНУ.КБР.131.25.1-01.01.СВД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

ДОДАТКИ

Дубл.													
Взам.													
Ориг..													
Розроб.				КНУ					Изм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата
Перевірів													
Узгодж.													
Т. контр.													
Н. Контр.													

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедрою технології машинобудування

_____ (Рязанцев А.О..)

« ____ » _____ 2025 р.

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС

Виготовлення деталі Цапфа
Виріб барабан сепаратора магнітного

ПОГОДЖЕНО:

Керівник _____ (Цивінда Н.І.)

Розроблювач _____ (Анісенко Д.)

Н.контроль _ _____ (Нечаєв А.О.)

ТП	ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС
----	----------------------

Міністерство освіти і науки України
Криворізький національний університет
Факультет механічної інженерії та транспорту
Кафедра технологія машинобудування

**АЛЬБОМ КРЕСЛЕНЬ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-ЗАСВІДЧУЮЧИХ
АРКУШІВ**

КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ БАКАЛАВРСЬКОЇ РОБОТИ

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка
освітньо-професійної програми «Прикладна механіка»

на тему: Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення
деталі «Цапфа» та обґрунтування параметрів надійності процесу
за допомогою САПР технологій

Проектував ст.гр. ПМ-21

Анісенко Д.В.

Керівник роботи

к.т.н., доц. Цивінда Н.І.

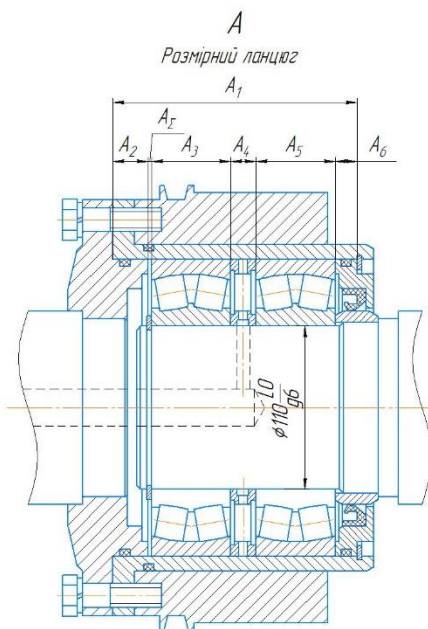
Нормоконтроль

/ к.т.н., доц. Нечаєв В.П. /

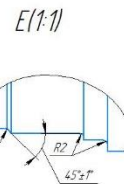
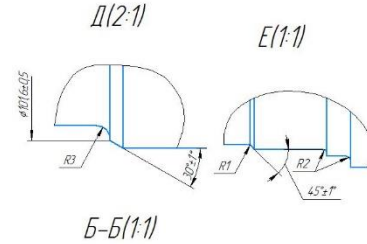
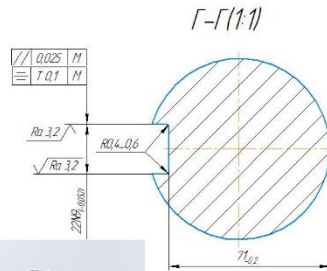
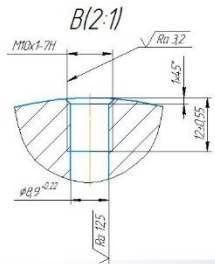
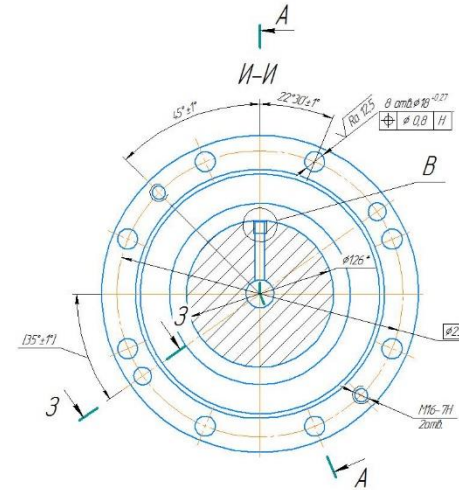
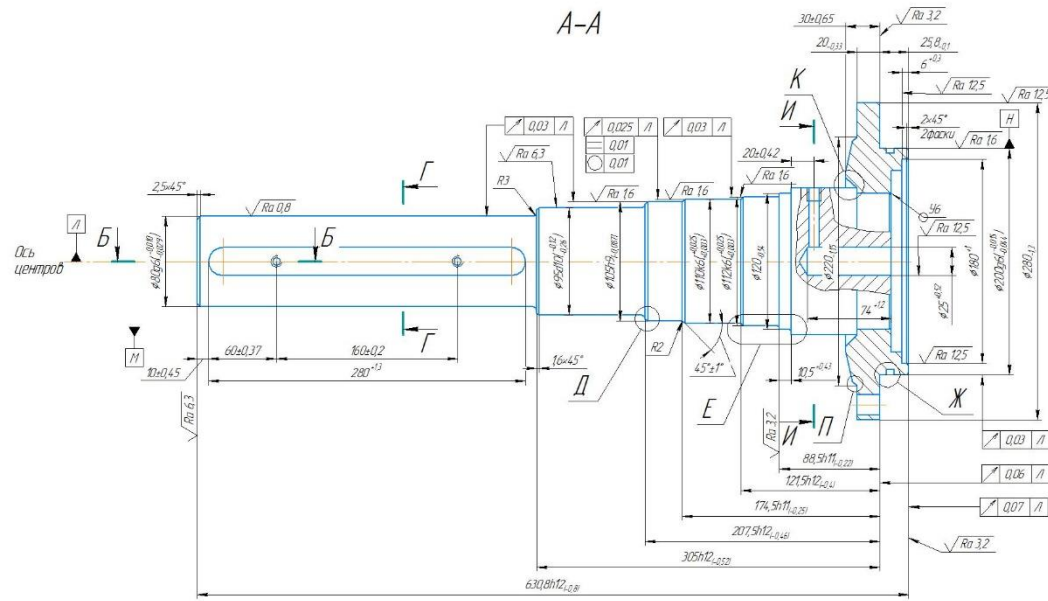
Завідувач кафедри

/ к.т.н., доц. Рязанцев А.О. /

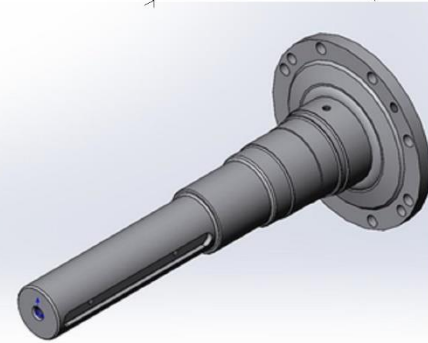
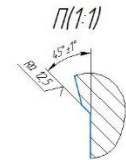
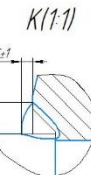
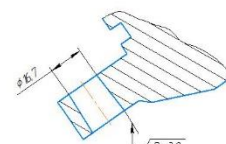
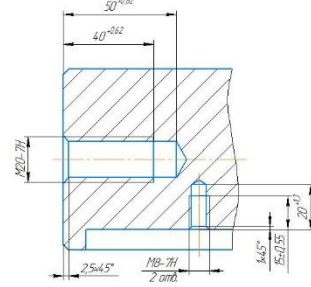
Кривий Ріг
2025 р



						КЧУ.КБР.131.25.1-01БССК.20			
Должность	И.В. Басов	Подп.	Дата	Бардаков генераторы			Дат	Масса	Нагрузка
Роль	Александр			(складчатый вузол)			И	3325	125
Подп.	Шабалин						Дат	Дат	
Инициалы	Инициалы						коэф. ПМ		
Степ	Ремизов						степ. ПМ 21		
				Копировал			Фотост. А1		



Б-Б(1:1)



1. Зображення автоматичне: лінійні зварні шви по ДСТУ EN ISO 96921-2014.
2. 28...32 HRC.
3. Зварні шви контролювати по інструкції №25.105.094-87. Категорія шва III, комплекс 17.
4. *Розміри для відлітку.
5. **Розміри забезпечити інструментом.

КНЧ.КБР.13.125.1-01Ц.20-30				Цапфа			
Дет.	Маса	Маса	Маса	Дет.	Маса	Маса	Маса
1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	13	13	13
14	14	14	14	14	14	14	14
15	15	15	15	15	15	15	15
16	16	16	16	16	16	16	16
17	17	17	17	17	17	17	17
18	18	18	18	18	18	18	18
19	19	19	19	19	19	19	19
20	20	20	20	20	20	20	20
21	21	21	21	21	21	21	21
22	22	22	22	22	22	22	22
23	23	23	23	23	23	23	23
24	24	24	24	24	24	24	24
25	25	25	25	25	25	25	25
26	26	26	26	26	26	26	26
27	27	27	27	27	27	27	27
28	28	28	28	28	28	28	28
29	29	29	29	29	29	29	29
30	30	30	30	30	30	30	30
31	31	31	31	31	31	31	31
32	32	32	32	32	32	32	32
33	33	33	33	33	33	33	33
34	34	34	34	34	34	34	34
35	35	35	35	35	35	35	35
36	36	36	36	36	36	36	36
37	37	37	37	37	37	37	37
38	38	38	38	38	38	38	38
39	39	39	39	39	39	39	39
40	40	40	40	40	40	40	40
41	41	41	41	41	41	41	41
42	42	42	42	42	42	42	42
43	43	43	43	43	43	43	43
44	44	44	44	44	44	44	44
45	45	45	45	45	45	45	45
46	46	46	46	46	46	46	46
47	47	47	47	47	47	47	47
48	48	48	48	48	48	48	48
49	49	49	49	49	49	49	49
50	50	50	50	50	50	50	50
51	51	51	51	51	51	51	51
52	52	52	52	52	52	52	52
53	53	53	53	53	53	53	53
54	54	54	54	54	54	54	54
55	55	55	55	55	55	55	55
56	56	56	56	56	56	56	56
57	57	57	57	57	57	57	57
58	58	58	58	58	58	58	58
59	59	59	59	59	59	59	59
60	60	60	60	60	60	60	60
61	61	61	61	61	61	61	61
62	62	62	62	62	62	62	62
63	63	63	63	63	63	63	63
64	64	64	64	64	64	64	64
65	65	65	65	65	65	65	65
66	66	66	66	66	66	66	66
67	67	67	67	67	67	67	67
68	68	68	68	68	68	68	68
69	69	69	69	69	69	69	69
70	70	70	70	70	70	70	70
71	71	71	71	71	71	71	71
72	72	72	72	72	72	72	72
73	73	73	73	73	73	73	73
74	74	74	74	74	74	74	74
75	75	75	75	75	75	75	75
76	76	76	76	76	76	76	76
77	77	77	77	77	77	77	77
78	78	78	78	78	78	78	78
79	79	79	79	79	79	79	79
80	80	80	80	80	80	80	80
81	81	81	81	81	81	81	81
82	82	82	82	82	82	82	82
83	83	83	83	83	83	83	83
84	84	84	84	84	84	84	84
85	85	85	85	85	85	85	85
86	86	86	86	86	86	86	86
87	87	87	87	87	87	87	87
88	88	88	88	88	88	88	88
89	89	89	89	89	89	89	89
90	90	90	90	90	90	90	90
91	91	91	91	91	91	91	91
92	92	92	92	92	92	92	92
93	93	93	93	93	93	93	93
94	94	94	94	94	94	94	94
95	95	95	95	95	95	95	95
96	96	96	96	96	96	96	96
97	97	97	97	97	97	97	97
98	98	98	98	98	98	98	98
99	99	99	99	99	99	99	99
100	100	100	100	100	100	100	100

КНУ.КБР.131.25.1-01Ц3.2D-3D

✓ Ra 12,5 (✓)

Перш приміт

Сторінка №

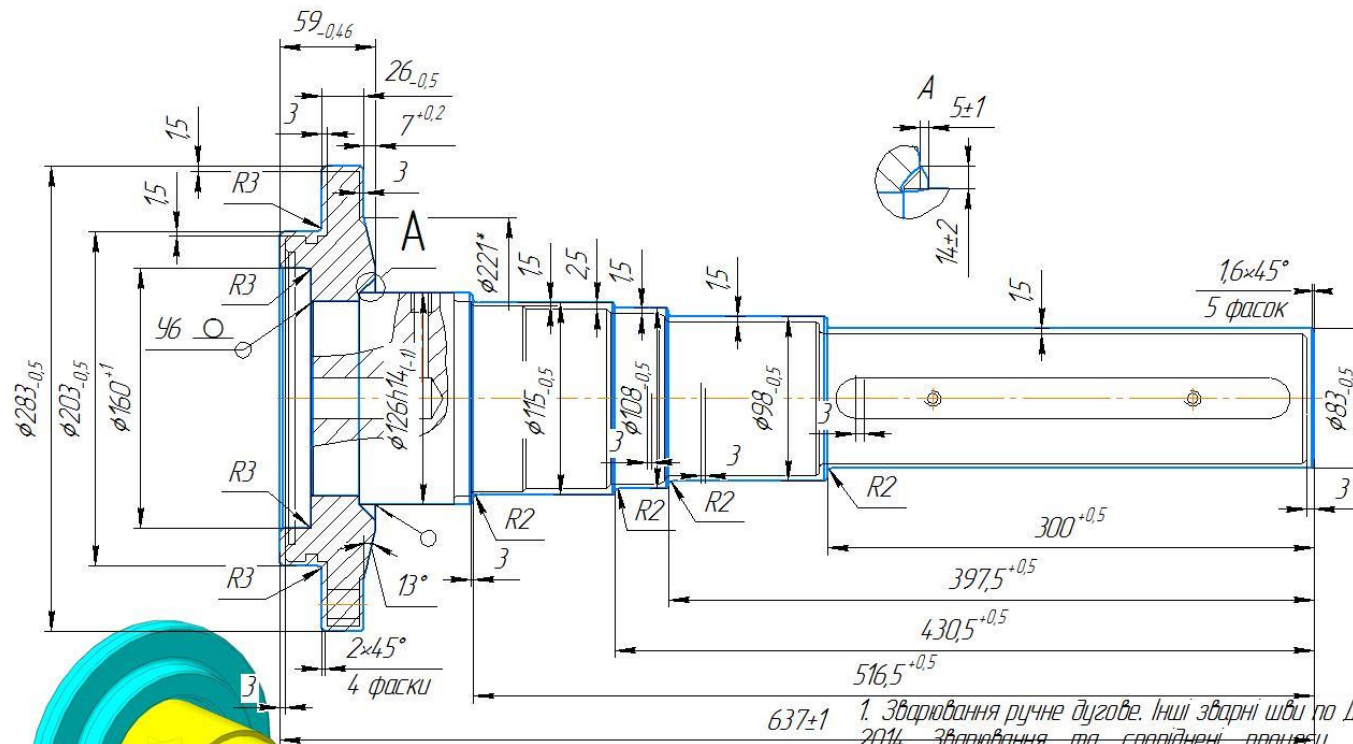
Лист №

Взам. шиб. №

Лист №

Лист №

Лист №



- Зварювання ручне дугове. Інші зварні шви по ДСТУ EN ISO 9692-1:2014 Зварювання та споріднені процеси. Рекомендації щодо підготовки зварних з'єднань. Ручне дугове зварювання.
- 28...32 HRC.

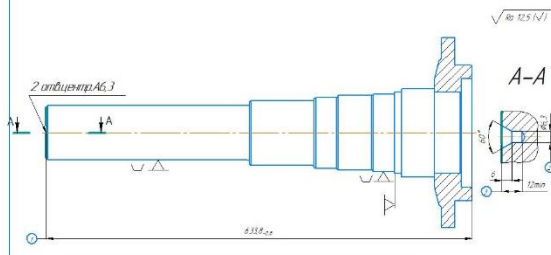
3. Зварні шви контролювати по інструкції 1255.105.094-2014.
4. Категорія шва III, комплекс 17.

				КНУ.КБР.131.25.1-01Ц3.2D-3D						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Цапфа (заготовка, складальне креслення)		Лист	Масса	Масштаб	
Разработ.	Анисенко						Н	56,3	1:2,5	
Проб.	Цибинда						Лист	Листов		1
Т.контр.							каф ТМ			
Н.контр.	Нечай						стр. ТМ-21			
Утв.	Рязанцев									

Копіювати

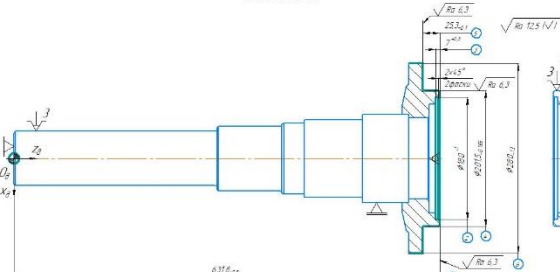
020.710-1-5125-1-010.20

010 – Фрезерно-центрувальна
верстат фрезерно-центрувальний МР71-М



Середня 2 отвори 12 мм розділу 12 мм	0.3	10	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Розмірності таблиці 1	0.3	10	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Нормативні параметри	0.3	10	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

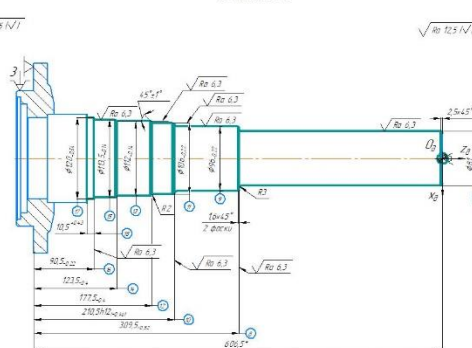
Установ А



Точки діаметр 12	200	20	15	0.22	0.22	0.22	0.22
Точки діаметр 12 в розділі 12 мм	200	20	15	0.22	0.22	0.22	0.22
Точки діаметр 12 в розділі 12 мм	200	20	15	0.22	0.22	0.22	0.22
Точки діаметр 12 в розділі 12 мм	200	20	15	0.22	0.22	0.22	0.22
Нормативні параметри	0.3	10	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

015 – Токарна з ЧПК
верстат токарний з ЧПК DING MORI CTX 350

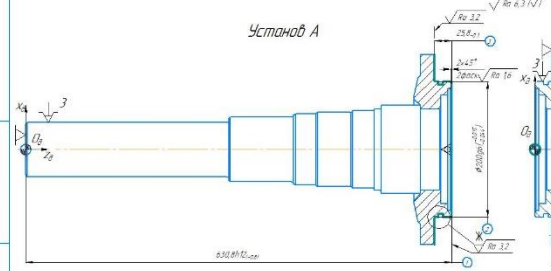
Установ Б



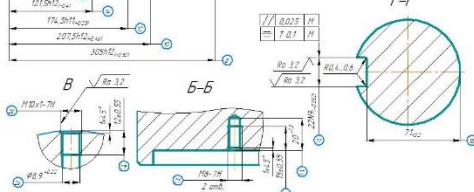
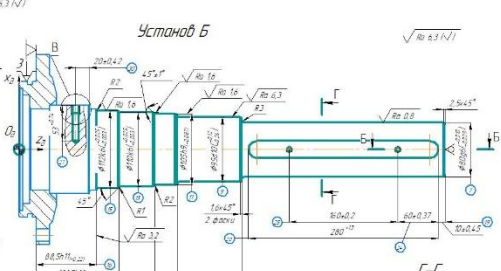
Точки діаметр 12	200	20	15	0.22	0.22	0.22	0.22
Точки діаметр 12 в розділі 12 мм	200	20	15	0.22	0.22	0.22	0.22
Точки діаметр 12 в розділі 12 мм	200	20	15	0.22	0.22	0.22	0.22
Точки діаметр 12 в розділі 12 мм	200	20	15	0.22	0.22	0.22	0.22
Нормативні параметри	0.3	10	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

020 – Токарна багатопільова з ЧПК
верстат токарно-фрезерний з ЧПК ТФЦ-600

Установ А

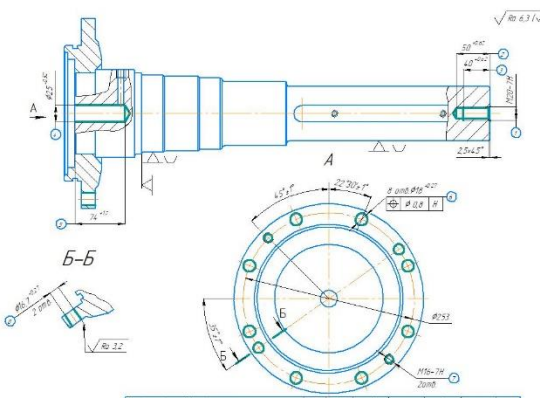


Установ Б



Точки діаметр 12	200	20	15	0.22	0.22	0.22	0.22
Точки діаметр 12 в розділі 12 мм	200	20	15	0.22	0.22	0.22	0.22
Точки діаметр 12 в розділі 12 мм	200	20	15	0.22	0.22	0.22	0.22
Точки діаметр 12 в розділі 12 мм	200	20	15	0.22	0.22	0.22	0.22
Нормативні параметри	0.3	10	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

025 – Багатопільова з ЧПК NEWAY HE80EF



Точки діаметр 12	200	20	15	0.22	0.22	0.22	0.22
Точки діаметр 12 в розділі 12 мм	200	20	15	0.22	0.22	0.22	0.22
Точки діаметр 12 в розділі 12 мм	200	20	15	0.22	0.22	0.22	0.22
Точки діаметр 12 в розділі 12 мм	200	20	15	0.22	0.22	0.22	0.22
Нормативні параметри	0.3	10	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

КНУКР 13125-1-010.20

Ескізи операцій

Лист 1

Маса

Матеріал

Лист 2

Маса

Матеріал

Лист 3

Маса

Матеріал

Лист 4

Маса

Матеріал

Лист 5

Маса

Матеріал

Лист 6

Маса

Матеріал

Лист 7

Маса

Матеріал

Лист 8

Маса

Матеріал

Лист 9

Маса

Матеріал

Лист 10

Маса

Матеріал

Лист 11

Маса

Матеріал

Лист 12

Маса

Матеріал

Лист 13

Маса

Матеріал

Лист 14

Маса

Матеріал

Лист 15

Маса

Матеріал

Лист 16

Маса

Матеріал

Лист 17

Маса

Матеріал

Лист 18

Маса

Матеріал

Лист 19

Маса

Матеріал

Лист 20

Маса

Матеріал

Лист 21

Маса

Матеріал

Лист 22

Маса

Матеріал

Лист 23

Маса

Матеріал

Лист 24

Маса

Матеріал

Лист 25

Маса

Матеріал

Лист 26

Маса

Матеріал

Лист 27

Маса

Матеріал

Лист 28

Маса

Матеріал

Лист 29

Маса

Матеріал

Лист 30

Маса

Матеріал

Лист 31

Маса

Матеріал

Лист 32

Маса

Матеріал

Лист 33

Маса

Матеріал

Лист 34

Маса

Матеріал

Лист 35

Маса

Матеріал

Лист 36

Маса

Матеріал

Лист 37

Маса

Матеріал

Лист 38

Маса

Матеріал

Лист 39

Маса

Матеріал

Лист 40

Маса

Матеріал

Лист 41

Маса

Матеріал

Лист 42

Маса

Матеріал

Лист 43

Маса

Матеріал

Лист 44

Маса

Матеріал

Лист 45

Маса

Матеріал

Лист 46

Маса

Матеріал

Лист 47

Маса

Матеріал

Лист 48

Маса

Матеріал

Лист 49

Маса

Матеріал

Лист 50

Маса

Матеріал

Лист 51

Маса

Матеріал

Лист 52

Маса

Матеріал

Лист 53

Маса

Матеріал

Лист 54

Маса

Матеріал

Лист 55

Маса

Матеріал

Лист 56

Маса

Матеріал

Лист 57

Маса

Матеріал

Лист 58

Маса

Матеріал

Лист 59

Маса

Матеріал

Лист 60

Маса

Матеріал

Лист 61

Маса

Матеріал

Лист 62

Маса

Матеріал

Лист 63

Маса

Матеріал

Лист 64

Маса

Матеріал

Лист 65

Маса

Матеріал

Лист 66

Маса

Матеріал

Лист 67

Маса

Матеріал

Лист 68

Маса

Матеріал

Лист 69

Маса

Матеріал

Лист 70

Маса

Матеріал

Лист 71

Маса

Матеріал

Лист 72

Маса

Матеріал

Лист 73

Маса

Матеріал

Лист 74

Маса

Матеріал

Лист 75

Маса

Матеріал

Лист 76

Маса

Матеріал

Лист 77

Маса

Матеріал

Лист 78

Маса

Матеріал

Лист 79

Маса

Матеріал

Лист 80

Маса

Матеріал

Лист 81

Маса

Матеріал

Лист 82

Маса

Матеріал

Лист 83

Маса

Матеріал

Лист 84

Маса

Матеріал

Лист 85

Маса

Матеріал

Лист 86

Маса

Матеріал

Лист 87

Маса

Матеріал

Лист 88

Маса

Матеріал

Лист 89

Маса

Матеріал

Лист 90

Маса

Матеріал

Лист 91

Маса

Матеріал

Лист 92

Маса

Матеріал

Лист 93

Маса

Матеріал

Лист 94

Маса

Матеріал

Лист 95

Маса

Матеріал

Лист 96

Маса

Матеріал

Лист 97

Маса

Матеріал

Лист 98

Маса

Матеріал

Лист 99

Маса

Матеріал

Лист 100

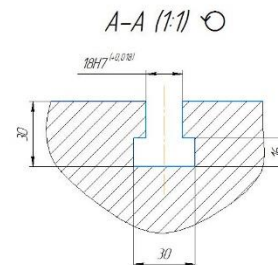
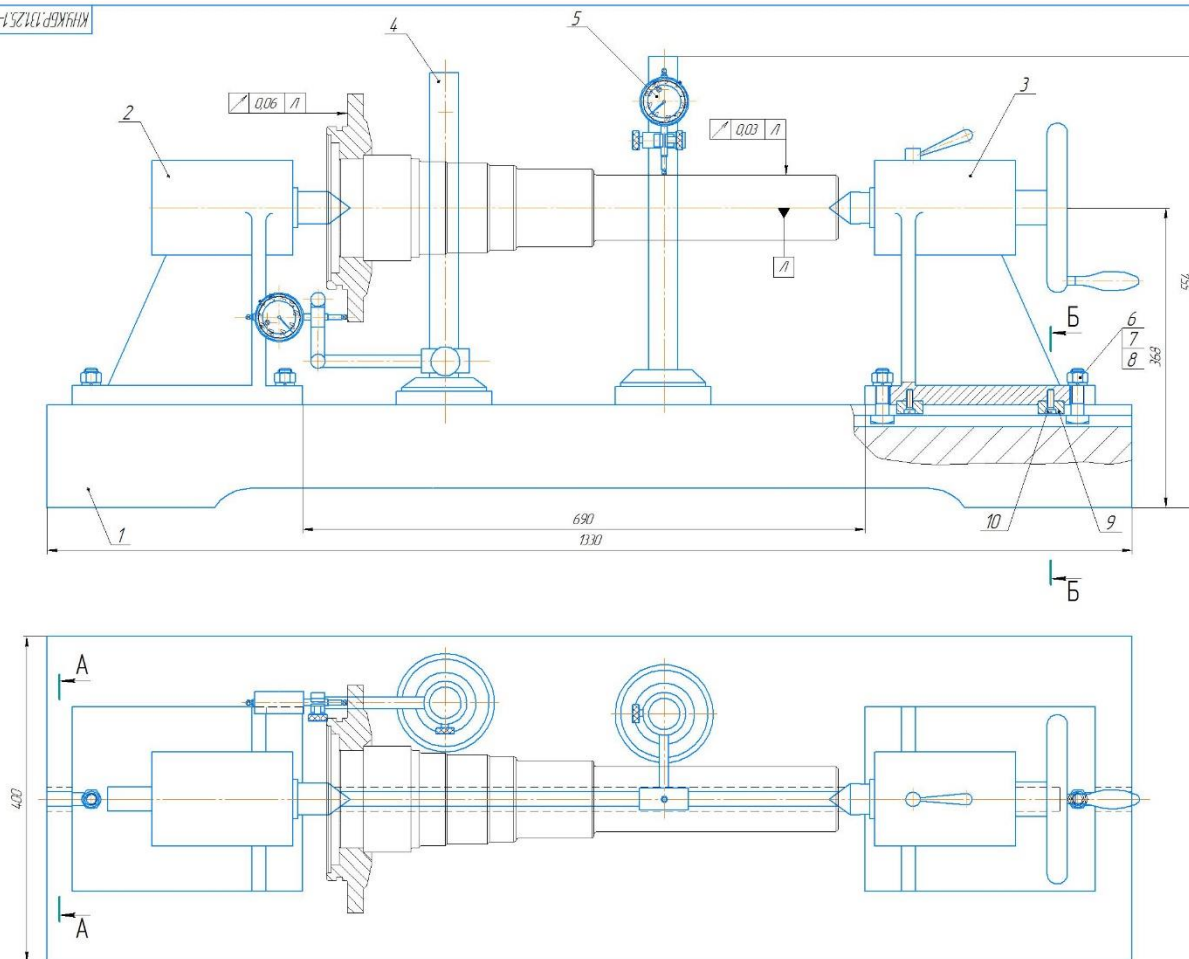
Маса

Матеріал

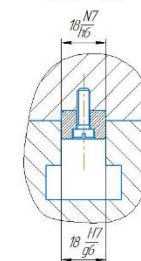
Алгоритм	Точка	Координаты мм		
		X	Y	Z
Т06	1	-89449	89449	-22
	1	-89449	89449	-55
	2	89449	89449	-22
	2	89449	89449	-55

КНУ.КБР.131.25.1-01ВН20			
Верстатно-инструментальное наладочное оборудование NEWAY NEWDEF	Лист	Матрица	Матрица
	И		125
	Лист	Листов	
	коф. ТМ стр. 174-21		

[illegible]



Б-Б (1:1)



1. Контрольне пристосування призначено для контролю торцевого і радіального ділиття.
2. Похибка контролю складає 0,004 мм.

[illegible]