

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТРАНСПОРТУ
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ

КВАЛІФІКАЦІЙНА БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка

на тему: Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення деталі «Вал» та обґрунтування параметрів різального інструменту за допомогою CAD/CAM/CAE систем

Виконав: здобувач
групи ПМ-20
Яців К.С.
Керівник випускної роботи:
Рязанцев А.О.
к.т.н., доцент
Нечаєв В.П.

Кривий Ріг
2024 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТРАНСПОРТУ
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ БАКАЛАВРСЬКОЇ РОБОТИ**

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка

на тему: Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення деталі «Вал» та обґрунтування параметрів різального інструменту за допомогою CAD/CAM/CAE систем

Виконав здобувач гр. ПМ-20

(підпис)

Яців К.С.

Керівник КБР

(підпис)

Рязанцев А.О.

Нормоконтроль

(підпис)

Рязанцев А.О.

Завідувач кафедри

(підпис)

Нечасєв В.П.

м. Кривий Ріг
2024 р.

Криворізький національний університет
Факультет: механічної інженерії та транспорту
Кафедра: технології машинобудування
Ступінь вищої освіти: бакалавр
Спеціальність: 131 Прикладна механіка

Затверджую
Зав. кафедри доцент, к.т.н., Нечаєв В.П.

(підпис)

(дата)

ЗАВДАННЯ на кваліфікаційну бакалаврську роботу

Здобувач гр. ПМ-20 Яців Катерина Сергіївна

1. Тема: Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення деталі «Вал» та обґрунтування параметрів різального інструменту за допомогою CAD/CAM/CAE систем

Керівник проекту: доц., к.т.н. Рязанцев А.О.

Затверджена наказом по КНУ № _____ від «__» _____ 2024 р.

2. Термін подання здобувачем закінченої роботи _____ р.

3. Вихідні дані до роботи: 1. Найменування вузла. 2. Креслення деталі «Вал». 3. Річна програма випуску деталей

4. Зміст пояснювальної записки: 1. Аналіз службового призначення машини, вузла та деталі. 2. Технологічна підготовка виробництва деталі. 3. Вибір ріжучих та допоміжних інструментів за міжнародними стандартами. 4. Проектування та інженерний аналіз різального інструменту. 5. Моделювання та програмування операцій механічної обробки. 6. Організаційно-економічна підготовка виробництва.

5. Перелік графічного матеріалу: 1. Вал. 2. Складальне креслення 3. Інструментальне налагодження на верстат. 4. Комбіноване свердло.. 5. Моделювання процесу обробки. 6. Інженерний аналіз спеціального різального інструменту

6. Календарний план:

№ з/п	Етапи виконання кваліфікаційної роботи бакалавра	Термін виконання
1.	Розробка та узгодження технічного завдання	
2.	Технічне завдання та аналіз вихідних даних	
3.	Призначення об'єкту виробництва	
4.	Аналіз технологічності деталі.	
5.	Креслення деталі (А1-А4).	
6.	Вибір та обґрунтування послідовності обробки поверхонь деталі.	
7.	Розробка технологічного маршруту обробки деталі.	
8.	Вибір параметрів ріжучої частини інструментів.	
9.	Розрахунок конструктивних параметрів ріжучої частини інструменту.	
10.	Вибір розмірів ріжучого інструменту.	
11.	Креслення спеціального ріжучого інструменту (А2-А4).	
12.	Креслення з інженерним аналізом спеціального різального інструменту	
13.	Вибір допоміжних інструментів.	
14.	Розробка та креслення об'єднаного верстатно-інструментального (А1-А2)	
15.	Моделювання та програмування операцій механічної обробки	
16.	Креслення змодельованого процесу обробки (А1-А2)	
17.	Організаційно-економічна підготовка виробництва.	
18.	Висновки	
19.	Оформлення РПЗ	
20.	Попередній захист	

Дата видачі завдання: « ____ » _____ 2024 р.

Завдання видав керівник КБР _____

/Рязанцев А.О./

Завдання отримав
здобувач освіти _____

/Яців К.С./

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документація</i>						
A4	1		КНУ.КБР.131.24.1-22.ПЗ	Пояснювальна записка	50	
<i>Креслення</i>						
A2	2		КНУ.КБР.131.24.1-22.В	Вал	1	
A2	3		КНУ.КБР.131.24.1-22.СК	Складальне креслення	1	
A1	4		КНУ.КБР.131.24.1-22.ІН	Інструментальне налагодження	1	
A3	5		КНУ.КБР.131.24.1-22.КС	Комбіноване свердло	1	
A3	6		КНУ.КБР.131.24.1-22.ІАСРІ	Інженерний аналіз спеціального різального інструменту	1	
A3	7		КНУ.КБР.131.24.1-22.МПО	Моделювання процесу механічної обробки	1	
<i>КНУ.КБР.131.24.1-22.ВМКБР</i>						
<i>Відомість матеріалів КБР</i>						
				Лит. Лист Листов		
				Н 1		
				Кафедра ТМ гр. ПМ-20		
				Формат А4		

5
РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до КБР містить: 50 стор., 45 рисунків, 4 таблиці, 6 листа графічної частини.

Мета роботи: Створення методики конструкторсько-технологічної підготовки виготовлення деталі "Вал" за допомогою CAD/CAM/CAE систем, завдяки чому є можливість покращити показники ріжучого інструменту, та підвищити якість та ефективність обробки.

Об'єкт дослідження: процес проектування технологічної підготовки та виготовлення деталі «Вал».

Предмет дослідження: використання CAD/CAM/CAE систем як засобу демонстрації параметрів різального інструменту при обробці деталі «Вал».

З метою вирішення поставленої задачі в роботі використовувалися сучасні системи CAD/CAM/CAE. При виготовленні деталі «Вал» було проведено проектну та технологічну підготовку, а також було підібрано та обґрунтовано різальний інструмент, розроблено та проаналізовано за допомогою програми Solid Works Simulation спеціальний інструмент.

За допомогою Autodesk Feature CAM було отримано та змодельовано керуючу програму для механічної обробки зазначеної деталі, та здійснено інструментальне налагодження інструменту на токарну операцію.

ГЕОМЕТРИЧНІ ПАРАМЕТРИ ІНСТРУМЕНТУ, ОБРОБКА З ЧПК, ІНЖЕНЕРНИЙ АНАЛІЗ, НАДІЙНІСТЬ.

ABSTRACT

The explanatory note to BQW contains: 46 pages, 47 figures, 4 tables, 2 sheets of the graphic part.

Objective: To create a methodology for design and technological preparation of the production of the "Shaft" part using CAD/CAM/CAE systems, which will improve the performance of the cutting tool and increase the quality and efficiency of machining.

Object of research: the process of designing the technological preparation and manufacturing of the "Shaft" part.

The subject of research: the use of CAD/CAM/CAE systems as a means of demonstrating the parameters of the cutting tool when machining the "Shaft" part.

Modern CAD/CAM/CAE systems were used to solve the task. In the manufacture of the "Shaft" part, design and technological preparation was carried out, as well as the cutting tool was selected and justified, and a special tool was developed and analysed using Solid Works Simulation.

					<i>КНУ.КБР.131.24.1-22.P</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Яциб</i>			<i>Реферат</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Рязанцев</i>					11	
<i>Н. Контр.</i>		<i>Рязанцев</i>				<i>Каф. ТМ</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Нечасев</i>				<i>зр. ПМ-20</i>		

With the help of Autodesk Feature CAM, a control programme for machining the specified part was obtained and modelled, and the tool was set up for turning.

GEOMETRIC PARAMETERS OF THE INSTRUMENT, PROCESSING OF THE CNC, ENGINEERING ANALYSIS, DESIGN.

					<i>КНУ,КБР.131.24.1-22.P</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

7
ЗМІСТ

Реферат	5
Вступ	8
1 Аналіз службового призначення машини, вузла та деталі	9
1.1 Технічне завдання та аналіз вихідних даних	9
1.2 Призначення об'єкту виробництва, як елемента вузла, механізму машини з характеристикою будови, принципів роботи, характеристикою кінематичних та силових ланцюгів та передач машини	10
1.3 Розрахунок параметрів точності ... (шпонкового з'єднання/метричної різьби/з'єднання з натягом/з зазором)	13
2 Технологічна підготовка виробництва деталі	16
2.1 Службове призначення деталі. Вибір матеріалу і варіантів заміні	16
2.2 Аналіз якості поверхонь деталей	16
2.3 Технічний контроль робочого креслення	19
2.4 Проектування технологічного процесу обробки деталі та вибір обладнання	20
3 Вибір ріжучих та допоміжних інструментів за міжнародними стандартами	24
3.1 Вибір типу інструментів з обробки поверхонь деталі	24
3.2 Вибір параметрів різальної частини інструментів	24
3.3 Розрахунок на міцність конструктивних параметрів різального інструменту	29
3.4 Вибір типорозміру допоміжних інструментів	30
3.5 Компоновка інструментального комплексу та розробка інструментального налагодження на технологічну операцію деталі	30
4 Проектування та інженерний аналіз різального інструменту	33
4.1 Розрахунок та проектування спеціального різального інструменту	33
4.2 Інженерний аналіз спеціального різального інструменту	36
5 Моделювання та програмування операцій механічної обробки	39
5.1 Робота з проміжними файлами, вибір системи ЧПК, постпроцесора	39
5.2 Моделювання обробки та перевірка керуючих програм	40
6 Організаційно-економічна підготовка виробництва	45
6.1 Розрахунки ключових техніко-економічних показників	45
6.2 Охорона праці та екологія виробництва	47
Висновки	49
Список використаних джерел	50

					<i>КНУ.КБР.131.24.1-22.3</i>		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Зміст</i>		
Розроб.		<i>Яців</i>					
Перевір.		<i>Рязанцев</i>					
Н. Контр.		<i>Рязанцев</i>					
Затверд.		<i>Нечасів</i>					
					Літ.	Арк.	Аркуші
						11	
					<i>Каф. ТМ зр. ПМ-20</i>		

Потреба в геометричній точності при виготовленні деталей вимагала, аби ці деталі виготовлялися за допомогою машин. Вирішальну роль відіграли винаходи механіка Джона Смітона у 1769 р. нового типу циліндрової повітродувки для доменних печей і Джона Вількінсона у 1775 р. циліндророзточувального верстата. Втім, одним з найважливіших машинобудівних відкриттів промислової революції є винайдення токарного верстата, який міг нарізати гвинти та виконувати інші операції. Англійський механік Генрі Модслі відіграв головну роль у цьому відкритті. У 1798-1800 роках він винайшов токарний верстат з супортом, за допомогою якого можна було автоматично виточувати гвинти і болти з будь-якою різьбою. Усвідомлюючи потребу в універсалізації технічних параметрів, Г. Модслі також став засновником технічної стандартизації.

Різання металу - це процес виготовлення деталей шляхом зняття шару металу з заготовки (стружки) ріжучим інструментом з метою надання виробу (деталі) потрібної форми, розмірів і якості поверхні. Види металорізальної обробки розрізняють залежно від ріжучого інструменту, конструкції металорізального верстата або характеру руху інструменту та заготовки. На частку металорізальної обробки в машинобудуванні припадає близько 35%, а значить, вона має значний вплив на темпи розвитку машинобудівної галузі.

Сучасний стан і рівень розвитку технологій механічної обробки конструкційних матеріалів є визначальним для технічного прогресу. Однак, відповідно до вимог сучасного виробництва, вони мають постійно вдосконалюватися. Основними тенденціями вдосконалення процесів механічної обробки є досягнення максимального результату при мінімальних витратах. Для технологій фінішної обробки деталей досягнення максимального результату пов'язане не тільки з продуктивністю зняття матеріалу припуску, але також із потребою у формуванні в поверхневих шарах виробу стану, що максимально відповідав би вимогам експлуатації виробу.

Цей максимальний результат може бути досягнутий наступними шляхами: - збільшенням зони взаємодії між інструментом і заготовкою; - підвищенням інтенсивності взаємодії між інструментом і заготовкою; - максимальним використанням системних ресурсів.

					<i>КНУ.КБР.131.24.1-22.В</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Вступ</i>		
<i>Розроб.</i>		<i>Яциб</i>					
<i>Перевір.</i>		<i>Рязанцев</i>					
<i>Н. Контр.</i>		<i>Рязанцев</i>					
<i>Затверд.</i>		<i>Нечасев</i>					
					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркуші</i>
						11	
					<i>Каф. ТМ зр. ПМ-20</i>		

1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА ТА ДЕТАЛІ

1.1 Технічне завдання та аналіз вихідних даних

Початковими даними для проектування деталі «Вал» та обґрунтування параметрів різального інструменту за допомогою CAD/CAM/CAE систем було креслення деталі (рисунок №1.1 та рисунок №1.3) та складальний вузол четвертої швидкості редуктора напірної лебідки (рисунок №1.2), програмою випуску є 1500 штук.

Об'єкт дослідження: процес конструкторсько-технологічної підготовки з виготовлення деталі "Вал".

Предмет дослідження: Застосування CAD/CAM/CAE систем з метою обґрунтування параметрів різального інструменту в процесі обробки деталі "Вал".

Мета дослідження: Розробка методики конструкторсько-технологічної підготовки виготовлення деталі "Вал" з використанням CAD/CAM/CAE систем, що дає змогу оптимізувати параметри різального інструменту та підвищити якість і ефективність обробки.

Завдання дослідження:

- Аналіз службового призначення машини, вузла та деталі;
- Технологічна підготовка виробництва деталі;
- Вибір ріжучих та допоміжних інструментів за міжнародними стандартами;
- Проектування та інженерний аналіз різального інструменту;
- Моделювання та програмування операцій механічної обробки;
- Організаційно-економічна підготовка виробництва.

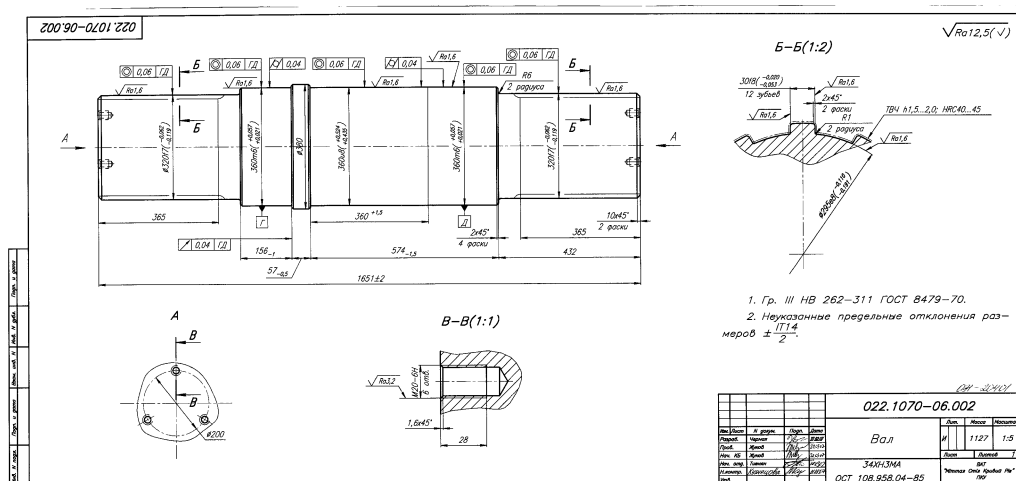


Рисунок 1.1 – Креслення деталі «Вал»

					<i>КНУ.КБР.131.24.1-22.01.АСПМ</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Яців				<i>Аналіз службового призначення машин, вузла та деталі</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Рязанцев						11	
Н. Контр.	Рязанцев					<i>Каф. ТМ гр. ПМ-20</i>		
Затверд.	Нечасев							

Деталь «Вал» належить до складального вузла четвертої швидкості редуктора напірної лебідки, а лебідка є частиною екскаватора ЕКГ-8І.

Напірна лебідка потрібна для надання рукояті зворотно - поступального руху. Кінематична схема лебідки зображена на рисунку №1.4.

Лебідка (рисунок №1.4 та рисунок №1.5) містить електродвигун 1, пружну муфту 2 (з гумовими амортизаторами), гальмо 3, редуктор 4, на шліцах вихідного вала, котрого змонтовані нероз'ємний барабан 5 і роз'ємний барабан 6.

Коли лебідка обертається в один бік, то відбувається намотування напірних і змотування поворотних канатів із барабанів, і рукоять висувається із сідлового підшипника, а під час зворотного обертання - рукоять всувається.

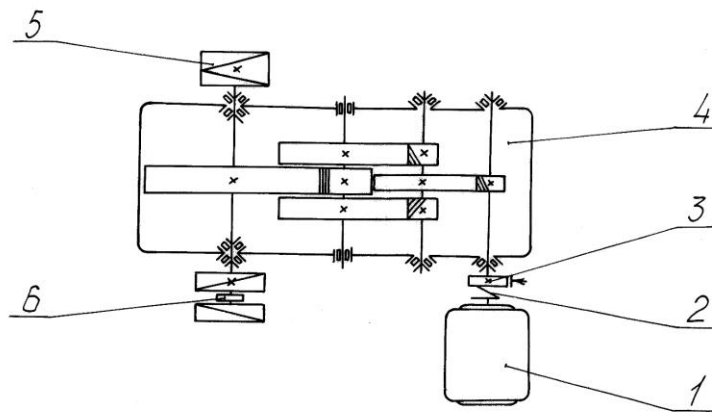


Рисунок 1.4 – Кінематична схема напірної лебідки

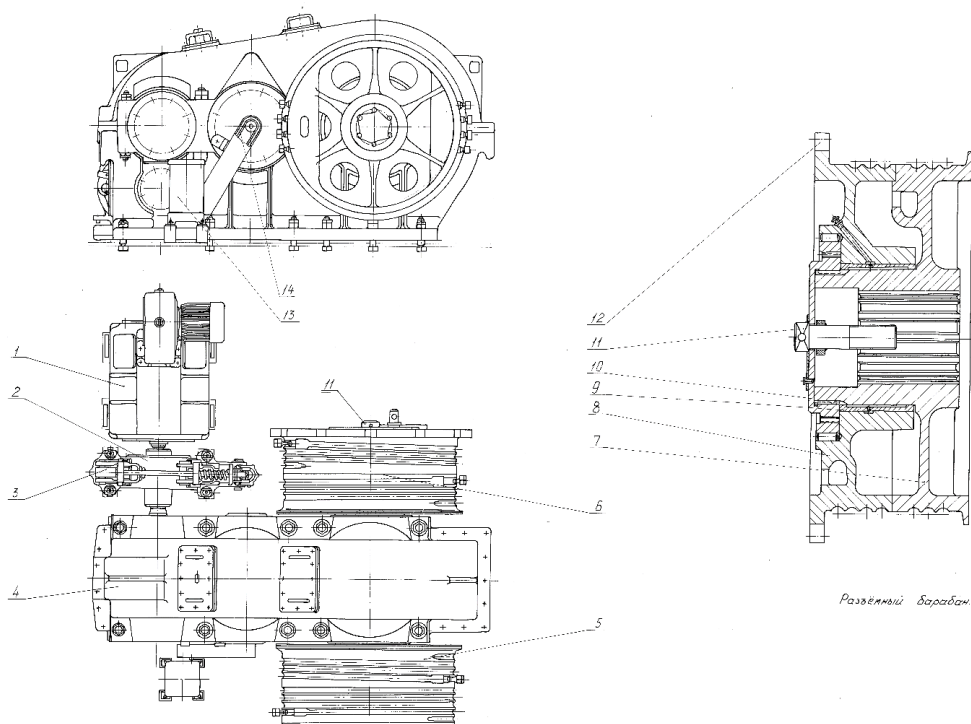


Рисунок 1.5 – Напірна лебідка

					КНУ,КБР.131.24.1-22.01.АСПМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У свою чергу механічна лопата екскаватора ЕКГ-8І (Е - екскаватор, К - кар'єрний, Г - гусеничний, 8 - місткість ківша) - це одноківшовий кар'єрний екскаватор, що призначений для розроблення та завантаження в транспортні засоби корисних копалин або порід розкриву.

Свої основні функції екскаватор виконує в циклічному режимі. Кожен з циклів складається з основних чотирьох операцій, що проводяться послідовно:

- копання;
- переміщення ківша з гірською масою до місця розвантаження;
- розвантаження ківша;
- переміщення порожнього ківша до місця наступного копання.

Екскаватор складається з поворотної частини і ходового візка, пов'язаних між собою опорно-поворотним пристроєм. У свою чергу поворотна частина складається з робочого устаткування і поворотної платформи з механізмами.

Копання здійснюється ковшем в процесі його підйому і впровадження в забій (за допомогою напірного механізму через рукоять). Підйомний і напірний механізми називаються механізмами копання, вони складаються з лебідки (підйомної або напірної) і канатів (підйомного або напірного і зворотного).

Транспортування завантаженого ковша до місця його розвантаження і порожнього - до місця наступного копання відбувається поворотом поворотної частини екскаватора на ходовому візку за допомогою поворотного пристрою.

Щоб розвантажити ківш, відкривають його днище за допомогою пристрою.

Після відпрацювання ділянки забою, що визначається розмірами робочого обладнання (робочими розмірами) екскаватора, він переміщується до забою за допомогою гусеничного ходу "я" з приводом від ходового механізму, розміщеного на нижній рамі.

Основними механізмами екскаватора (підйомний, напірний, поворотний, ходовий, відкривання днища ковша) є двигуни постійного струму.



Рисунок 1.6 – Екскаватор

					<i>КНУ,КБР.131.24.1-22.01.АСПМ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Розрахунок параметрів точності з'єднання підшипника

Початкові умови: підшипник 2097972. Радіальне навантаження на підшипник $R=36$ кН, осьове $A=6$ Кн.

Геометричними розмірами підшипника є:

$D=360$ мм (номінальний) - внутрішнього кільця діаметр

$d=480$ мм (номінальний) - зовнішнього кільця діаметр

$B=72$ мм – ширина кілець підшипника.

$r = 4$ мм – внутрішнього кільця радіус кромки.

$\beta = 12$ – кут контакту тіл кочення з доріжкою кочення.

Відповідно, інтенсивність навантаження на посадкову поверхню внутрішнього кільця розраховуватимемо згідно формули:

$$P_R = \frac{R}{b} K_n \cdot F \cdot F_A, H / мм$$

Значення величин, які належать до формули:

R - навантаження радіальне, $R = 36$ кН = 36000 Н

b – посадкового місця робоча ширина, $b = B - 2 \cdot r = 72 - 2 \cdot 4 = 64$

K_n - коефіцієнт посадки динамічний, $K_n = 1$

F - коефіцієнт, урахувавши ступінь послаблення посадкового натягу при порожньому валі. При суцільному валі $F = 1$

F_A - є коефіцієнтом нерівності радіального навантаження при дії осьового навантаження A на опору. При відсутності осьового навантаження дорівнює $F_A = 1,6$

Значення F_A залежить від величини $(A / R) \cdot \operatorname{ctg} \beta = 0,78$

Підставимо значення у формулу, отримаємо:

$$P_r = \frac{36000}{64} + 1 \cdot 1 \cdot 1,6 = 564,1 H / мм$$

Підбираємо посадки для внутрішнього і зовнішнього кілець підшипників:

Для діаметру внутрішнього кільця $D=360$ мм та розрахованої інтенсивності навантаження $PR = 563,5$ Н/мм посадка на вал $\varnothing 360m6$, а для посадкового діаметру зовнішнього кільця $d = 480$ посадка у корпус $\varnothing 480H7$.

Визначаємо найбільші та найменші натяги при посадці внутрішнього кільця підшипника на вал, а також найбільші та найменші зазори при посадці зовнішнього кільця в корпус редуктора. Для цього визначимо граничні відхилення для внутрішніх і зовнішніх діаметрів підшипника, а також для вала отвору корпусу.

Величини граничних відхилень дорівнюють:

Для внутрішнього діаметру підшипника $\varnothing 360$:

$$ES = 0 \text{ мкм} \quad EI = -35 \text{ мкм}$$

Для зовнішнього діаметру підшипника $\varnothing 480$:

$$es = 0 \text{ мкм} \quad ei = -22 \text{ мкм}$$

Для вала $\varnothing 360m6$: $es = +57 \text{ мкм} \quad ei = +21 \text{ мкм}$

Для отвору $\varnothing 480H7$: $ES = +69 \text{ мкм} \quad EI = 0 \text{ мкм}$

					КНУ, КБР.131.24.1-22.01.АСПМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В з'єднанні підшипник – вал натяги дорівнюють:

$$N_{\max} = es - EI = +57 - (-35) = 92 \text{ мкм}$$

$$N_{\min} = ei - ES = +21 - 0 = 21 \text{ мкм}$$

В з'єднанні підшипник – корпус зазори дорівнюють:

$$N_{\max} = es - EI = +57 - (-35) = 92 \text{ мкм}$$

$$S_{\max} = ES - ei = +69 - (-22) = 91 \text{ мкм}$$

$$S_{\min} = EI - es = 0 - 0 = 0 \text{ мкм}$$

Визначаємо посадковий радіальний зазор між кільцями та тілами кочення у підшипнику при обраній посадці:

$$S_{\text{пос}} = S_{\text{т.пос.}} - \Delta D_2, \text{ мкм}$$

де $S_{\text{т.пос.}}$ - середнє значення початкового радіального зазору, котрий визначається як арифметичне значення від найбільшого та найменшого початкових радіальних зазорів.

$$S_{\text{т.пос.}} = \frac{S_{\text{min.пос.}} + S_{\text{max.пос.}}}{2}, \text{ мкм}$$

$$S_{\text{max.пос.}} = 75 \text{ мкм}$$

$$S_{\text{min.пос.}} = 29 \text{ мкм}$$

$$S_{\text{т.пос.}} = \frac{75 + 29}{2} = 52 \text{ мкм}$$

ΔD_2 - діаметральна деформація бігової доріжки кільця після посадок його на вал з натягом, дорівнює:

$$\Delta D_2 = \frac{3.4 \cdot D}{3D + d} \cdot N_{\max}, \text{ мкм}$$

$$\Delta D_2 = \frac{3.4 \cdot 360}{3 \cdot 360 + 480} \cdot 53 = 41,6 \text{ мкм}$$

де D - номінальний діаметр внутрішнього кільця, мм.

d - номінальний діаметр зовнішнього кільця, мм.

N_{\max} - максимальний табличний натяг вибраної посадки внутрішнього кільця на вал, мкм.

По формулі визначаємо посадковий зазор:

$$S_{\text{пос.}} = 52 - 41,6 = 10,4 \text{ мкм}$$

Визначене додатне значення посадочного зазору свідчить про те, що між тілами кочення та біговими доріжками є зазор. Значить вибрана посадка підшипника на вал задовольняє експлуатаційним потребам.

					КНУКБР.131.24.1-22.01.АСПМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

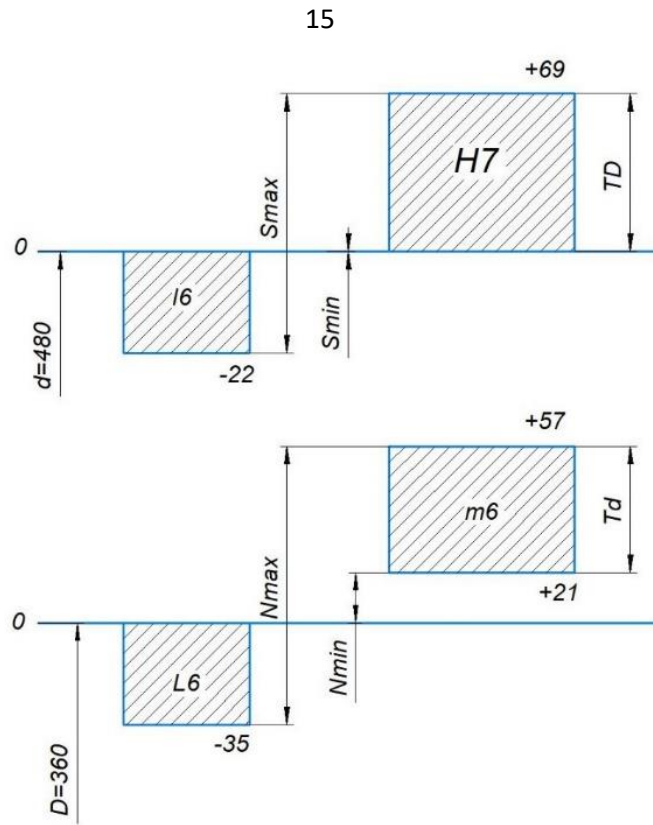


Рисунок 1.7 – Схема полів допуску підшипника кочення

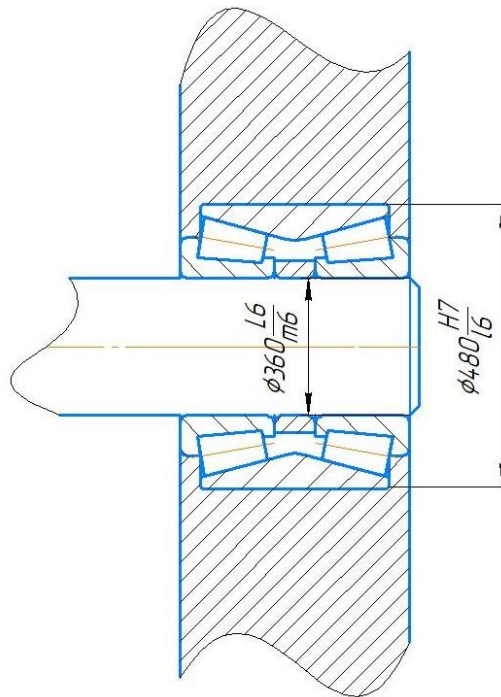


Рисунок 1.8 – Ескіз підшипникового вузла

					КНУ,КБР.131.24.1-22.01.АСПМ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА ДЕТАЛІ

2.1 Службове призначення деталі. Вибір матеріалу і варіантів замін

Деталь "Вал" у складальному вузлі четвертої швидкості редуктора напірної лебідки екскаватора ЕКГ-8И виконує кілька важливих функцій, а саме:

- Вал використовується з метою передачі крутного моменту від вала-шестерні третьої швидкості до шестерні четвертої швидкості. Що забезпечує обертання барабана лебідки з необхідною швидкістю для підйому ковша екскаватора;
- Виконує функцію опори для шестерень четвертої швидкості. З його допомогою досягається їх правильне положення і центрування, яке необхідно для безперебійної роботи редуктора.
- Всередині вала також можуть бути канали для подавання мастила до підшипників шестерень. Що забезпечує зменшення тертя і зношування деталей редуктора;
- Підвищує жорсткість редуктора, необхідну під час його надійної роботи.

Сталь 34ХН3МА належить до конструкційних легованих матеріалів. Вона призначена для великих та особливо відповідальних деталей, які мають високі вимоги до механічних властивостей.

Елементами хімічного складу сталі 34ХН3МА є:

- Вуглець 0,3 – 0,4 %;
- Силіцій 0,17 – 0,37 %;
- Марганець 0,50 – 0,80 %;
- Хром 0,7 – 1,1 %;
- Нікель 2,75 – 3,25 %;
- Фосфор, не більше - 0,03 %;
- Сірка, не більше - 0,035 %.

Марками сталі зі схожими хімічними і технологічними властивостями, що можуть замінити сталь 34ХН3МА є: 35ХНВ, 35ХГНМ, 38Х2НМ.

2.2 Аналіз якості поверхонь деталей

Обираємо технологічні методи обробки, що застосовуються послідовно, сукупність яких буде забезпечувати вказану на робочому кресленні якість поверхні.

					<i>КНУ.КБР.131.24.1-22.02.ТПВД</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Яців				<i>Технологічна підготовка виробництва деталі</i>	Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.	Рязанцев						11	
Н. Контр.	Рязанцев					<i>Каф. ТМ гр. ПМ-20</i>		
Затверд.	Нечасів							

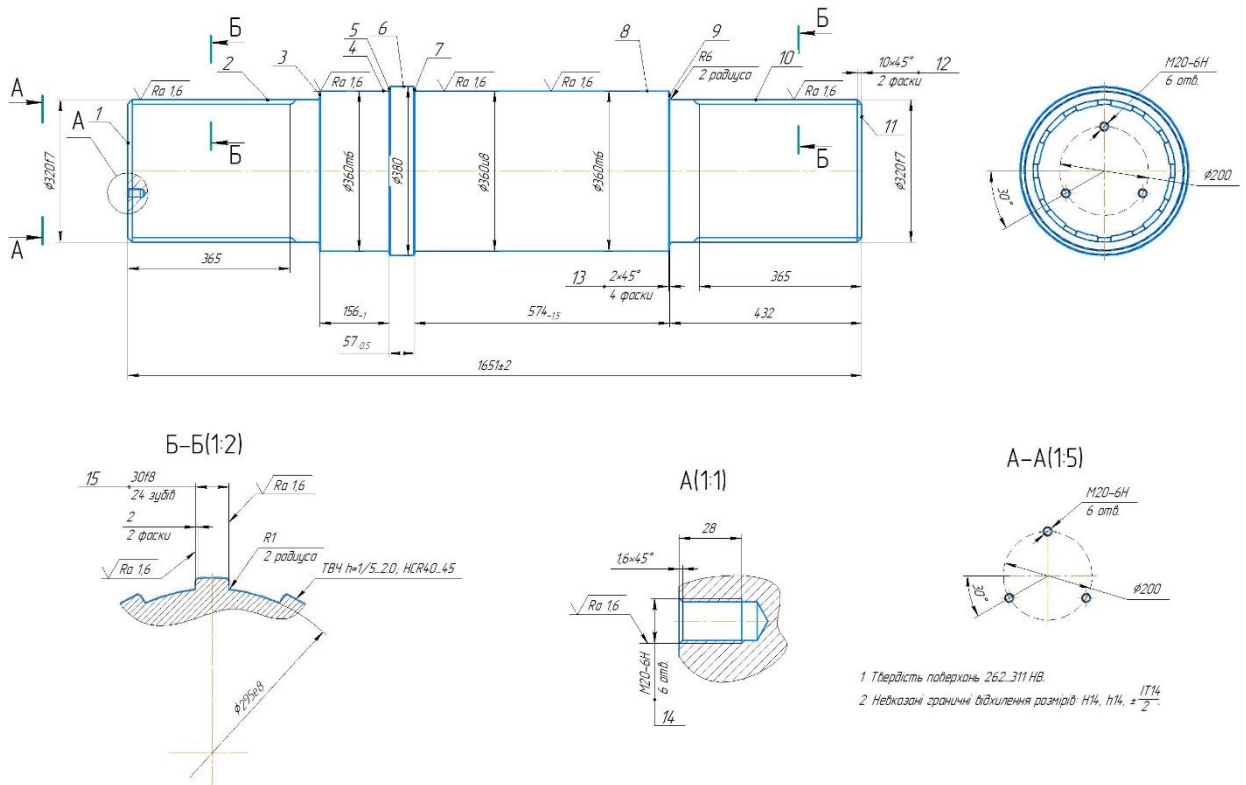


Рисунок 2.1 – Пронумеровані поверхні деталі

Таблиця 2.1 – Технологічні методи з обробки поверхонь деталі

№ Поз. Розмір Шероховатість Допуск	Найменування послідовності технологічних методів обробки	Допуск, IT	Шорсткість Ra, мм
1	2	3	4
1, 11 L=432 Ra 12,5 h14	Підрізання торця чорнове	h14	12,5
2,10 Ø320 Ra 1,6 f7	Точіння чорнове	IT14	12,5
	Точіння напівчистове	IT11	6,3
	Точіння чистове	f9	3,2
	Шліфування	f7	1,6
3 L=156 Ra 12,5 h14	Підрізання торця чорнове	h14	12,5

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ, КБР.131.24.1-22.02.ТПВД	Арк.

Продовження таблиці 2.1

9 L=432 Ra 12,5 h14	Підрізання торця чорнове	h14	12,5
4 Ø360 Ra 1,6 m6	Точіння чорнове	m14	12,5
	Точіння напівчистове	m11	6,3
	Точіння чистове	m7	3,2
	Шліфування попереднє	m6	1,6
5 L=57 Ra 12,5 h14	Підрізання торця чорнове	h14	12,5
7 L=574 Ra 12,5 h14	Підрізання торця чорнове	h14	12,5
6 Ø380 Ra 1,6 H6	Точіння чорнове	H14	12,5
	Точіння напівчистове	H11	6,3
	Точіння чистове	H7	3,2
	Шліфування попереднє	H6	1,6
8 Ø360 Ra 1,6 u8	Точіння чорнове	u14	12,5
	Точіння напівчистове	u11	6,3
	Точіння чистове	u9	3,2
	Шліфування попереднє	u8	1,6
12 10×45° Ra 12,5 h14	Точіння фаски чорнове	h14	12,5
13 2×45° Ra 12,5 h14	Точіння фаски чорнове	h14	12,5
14 ØM20 – 6H Ra 3,2 H6	Свердління	H14	12,5
	Нарізання різьби	H9	3,2
15 b=30f8 Ra 1,6	Нарізування шліців чорнове	f14	12,5
	Нарізування шліців напівчистове	f11	6,3
	Нарізування шліців чистове	f9	3,2
	Шліфування попереднє	f8	1,6

					КНУ, КБР.131.24.1-22.02.ТПВД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3 Технічний контроль робочого креслення

"Вал" входить до складу вузла четвертої швидкості редуктора напірної лебідки. Він зображений головним видом, видом зліва, перерізом А і Б-Б.

Даний вал вважається нежорстким і є також шліцевим. Він трудомісткий, оскільки є ступінчастим валом, який має шийки під підшипники, шліци. Також він технологічний, оскільки його конструкція передбачає зростання діаметра ступенів до середини вала.

"Вал" є тілом обертання, що містить: кілька отворів, ці отвори мають різну конфігурацію (довжину і профіль); дві точні циліндричні шийки під підшипники, необхідні для встановлення й базування вала в корпусі вузла; точну шийку, що призначена для контакту з сальниковою набивкою, тобто для забезпечення герметичності з'єднання під час установа вала в редуктор; дві точні шліцеві поверхні; дві неточні шийки, які є проміжними між робочими елементами його поверхонь; чотири фаски, які допомагають установити дану деталь у виробі та встановити інші деталі на валу; торцеві поверхні, що є конструкторськими базами для встановлення та базування деталі у виробі.

Зважаючи на вимоги, що зазначені в кресленні, особливу увагу під час виготовлення слід приділити поверхням, що забезпечують робочі характеристики виробу загалом:

За точністю: виготовлення двох точних циліндричних поверхонь $d=360m6$ мм і $d=320f7$ мм, що використовуються для посадки втулок $d=480h11$ мм, $d=400$ мм, а також шліцевих поверхонь - $30f8$, відповідно до виконання зазначених у конструкторському кресленні допусків на такі розміри, а також допусків за співвісністю та циліндричністю в межах 0,06 і 0,04 мм.

До інших елементів поверхонь даної деталі в конструкторському кресленні особливих вимог і обмежень не пред'являється. Відповідно, допуски на розміри мають бути витримані відповідно до вимог на кресленні: для отворів по Н14, для валів по h14, для решти IT14/2.

Креслення деталі має два головні види. Креслення містить необхідну кількість допоміжних видів і місцевих розрізів та перерізів, що дозволяє отримати повне представлення про конструкцію деталі. Потрібні елементи отворів і шліців винесені окремо і показані у збільшеному масштабі. На кресленні зазначені всі необхідні розміри, а також допуски на них, для розмірів із невказаними граничними відхиленнями допуски наводяться в конструкторських вимогах, за 14 квалітетом точності.

Конструкція деталі дає можливість застосовувати для її виготовлення в умовах середньосерійного виробництва спеціалізоване обладнання (верстати з ЧПК, верстати-напівавтомати, обробні центри) і пристосування. Для оброблення деталі достатньо застосування стандартних ріжучих інструментів.

Основною конструкторською базою є прихована вісь центрів. Вона є одночасно основною і допоміжною конструкторськими базами. Додатковими конструкторськими базами є торцеві поверхні, щодо яких координується розташування виробів, які встановлюються на цю деталь, а також самої деталі у виробі.

					<i>КНУ,КБР.131.24.1-22.02.ТПВД</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4 Проектування технологічного процесу обробки деталі та вибір обладнання

Типовий технологічний процес виготовлення заданої деталі наступний:

005 Токарна чорнова ЧПК: чорнове підрізання торців, чорнове точіння

010 Токарна чистова ЧПК: напівчистове точіння, чистове точіння

015 Свердлильна: свердління отворів

020 Нарізування різьби: нарізування різьби після свердління отвору

025 Зубообробна – нарізання шліців

030 Шліфування: циліндричних поверхонь та шліців

Відповідно, до запропонованого технологічного процесу обираємо технологічне обладнання:

Операція 005 Токарна чорнова ЧПК: чорнове підрізання торців, чорнове точіння

Обладнання: Токарний верстат з ЧПК СК61100D

Операція 010 Токарна чистова ЧПК: напівчистове точіння, чистове точіння

Обладнання: верстат вертикально фрезерно-токарний моделі 800VT

Операція 015 Свердлильна: свердління отворів

Обладнання: верстат вертикально фрезерно-токарний моделі 800VT

Операція 020 Нарізування різьби: нарізування різьби після свердління отвору

Обладнання: верстат вертикально фрезерно-токарний моделі 800VT

Операція 025 Зубообробна – нарізання шліців

Обладнання: Зубофрезерний верстат з ЧПУ GearSpect SF 160 CNC

Операція 030 Шліфування: циліндричних поверхонь та шліців

Обладнання: Шліфувальний спеціальний верстат ЛЗ-250 з ЧПУ

Операції чорнового точіння, і підрізання торця будемо виконувати на токарному верстаті з ЧПК СК61100D (Рисунок 2.2)

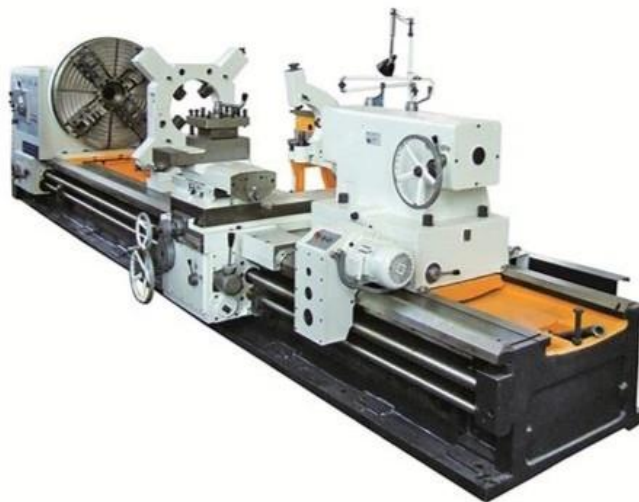


Рисунок 2.2 - Токарний верстат з ЧПК СК61100D

					<i>КНУ,КБР.131.24.1-22.02.ТПВД</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічна характеристика:

Максимальний діаметр заготовки, що встановлюється:

- над станиною 1000 мм
- над супортом 800 мм

Максимальна довжина деталі – 1500-6000 мм

Максимальна оброблювана довжина – 1350-5850 мм

Потужність приводу - 37 кВт

Переміщення по осям:

- по осі "X" 500/800,1300/1800 мм
- по осі "Z" 2800/3800/4800 мм

Швидкість швидких ходів:

- по осі "X" 4 м/хв
- по осі "Z" 6 м/хв

Отвір у шпинделі - 140 мм

Діапазон частот обертання - 8...1000 хв-1

Операції чистового, напівчистового точіння і підрізання торця, свердління, нарізування різьби будемо виконувати на верстаті вертикально фрезерно-токарному моделі 800VT (Рисунок 2.3)



Рисунок 2.3 - верстат вертикально фрезерно-токарний моделі 800VT

Технічна характеристика:

Параметри столу:

Діаметр робочої поверхні столу, мм - 800

Діаметр центрального отвору, мм - 100Н6

Ширина напрямного паза, мм - 18Н11

Кількість Т-подібних пазів - 8

Максимальна відстань від торця шпинделя до робочої поверхні столу, мм - 1080

Максимальна відстань від осі шпинделя до осі столу, мм - 580

Найбільша маса оброблюваної деталі, кг -

800

					<i>КНУ,КБР.131.24.1-22.02.ТПВД</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Шпиндель:

Конус шпинделя - SK 40

Діапазон частот обертання шпинделя – 0 - 4000

Номінальний момент, що крутить, на шпинделі, Нм - 235,6

Переміщення:

Найбільші переміщення осями, мм

- переміщення обертового столу (X) 600

- вертикальне переміщення шпиндельної бабки (Z) 1000

Найбільша частота обертання столу, об/хв (з водяним охолодженням) -

374

Дискретність позиціонування по осях, град - 0,001

Номінальний крутний момент столу, Нм (з водяним охолодженням) -

1005

Діапазон робочих подач за координатами, мм/хв. - 1...15000

Прискорені ходи по всіх осях, м/хв - 15...25

Характеристика електроустаткування:

Потужність головного приводу, кВт - 18,5

Номінальна частота обертання, об/хв - 1500

Максимальна частота обертання, об/хв - 8000

Інші характеристики:

Габаритні розміри, мм - 2500x4050x3690

Маса, кг – 8200

Шліфувальні операції проводимо на шліфувальному спеціальному верстаті ЛЗ-250 з ЧПУ (Рисунок 2.4)



Рисунок 2.4 - Шліфувальний спеціальний верстат ЛЗ-250 з ЧПУ

					КНУ,КБР.131.24.1-22.02.ТПВД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічна характеристика:

Діаметр оброблюваної деталі, мм: 180 – 450 (230 – 500)

Діаметр струмка, що обробляється, мм: 6 - 120 (140)

Найбільша висота виробу, мм: 190 (280)

Розмір шліфувального круга, мм: 300х(10 - 80)х75

Найбільша швидкість шліфування, м/с: 35

Найбільша швидкість шліфування, м/с: 28

Загальна потужність електродвигунів, кВт: 13, 14

Зубообробну операцію (нарізання шліців) будемо виконувати на зубофрезерному верстаті з ЧПУ GearSpect SF 160 CNC (Рисунок 2.5)



Рисунок 2.5 - Зубофрезерний верстат з ЧПУ GearSpect SF 160 CNC

Технічні характеристики

Найбільший діаметр обробки зовнішнього зачеплення, мм - 160

Максимальний модуль, мм - 2,5

Найбільша ширина зубчастого вінця, мм - 140

Максимальний еліптичний кут, град - ± 45 (90)

Максимальна довжина між центрами – стандартне виконання, мм - 200

Максимальна довжина між центрами – спеціальне виконання, мм - 600

Максимальний діаметр хобу, мм - 50

Максимальна довжина хоба, мм - 60

Максимальне переміщення хоба, мм - 60

Внутрішній конус шпинделя - НК 40

Швидкість обертання шпинделя хоба (вісь В), хв-1 - 20 - 2 000

Швидкість обертання столу, хв-1 - 600

Швидкість осьової подачі (вісь Z), мм/хв - 7,5

Швидкість радіальної подачі (вісь X), мм/хв - 7,5

Споживана потужність верстата, кВт - 9,0

Маса верстата, кг - 3000

Габарити верстата, мм - 2260*1650*2100

					<i>КНУ,КБР.131.24.1-22.02.ТПВД</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ВИБІР РІЖУЧИХ ТА ДОПОМІЖНИХ ІНСТРУМЕНТІВ ЗА МІЖНАРОДНИМИ СТАНДАРТАМИ

3.1 Вибір типу інструментів з обробки поверхонь деталі

З огляду на наявність і зміст попередньо передбачених технологічних методів обробки поверхонь, підбираємо сучасні типи інструментів, які запропоновані вітчизняними та іноземними виробниками. На кожному поверхню деталі підбираємо та обґрунтовуємо тип інструменту і надаємо його ескіз. Дані занесені в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 - Вибір типів інструментів по обробці поверхонь деталі

№ Поверхні	Найменування операції	Тип інструмента
1	2	3
1, 11, 3, 9, 5, 7	Чорнове підрізання торця	Прохідний різець
2, 10, 4, 6, 8, 12, 13	Чорнове точіння	Прохідний різець
2, 10, 4, 6, 8	Напівчистове, чистове точіння	Прохідний різець
14	Свердління	Свердло
14	Нарізування різьби	Мітчик
15	Нарізування шліців чорнове	Черв'ячна фреза
15	Нарізування шліців чистове, напівчистове	Черв'ячна фреза
2, 10, 4, 6, 8, 15	Шліфування	Шліфувальний круг

3.2 Вибір параметрів різальної частини інструментів

Враховуючи фізико-механічні властивості матеріалу деталі, виду обробки та використаних металорізальних верстатів, то для прийнятих типів металорізальних інструментів, призначаємо матеріал різальної частини, геометричні параметри, матеріал державки (корпусу, хвостовика) інструмента, котрі виготовлені вітчизняними та іноземними виробниками. Дані занесені в таблицю

2.2

					<i>КНУ.КБР.131.24.1-22.03.ВРДІ</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Вибір ріжучих та допоміжних інструментів за міжнародними стандартами</i>	Літ.	Арк.	Аркуші
Розроб.		<i>Яциб</i>					11	
Перевір.		<i>Рязанцев</i>				<i>Каф. ТМ зр. ПМ-20</i>		
Н. Контр.		<i>Рязанцев</i>						
Затверд.		<i>Нечасев</i>						

Позиції 1, 11, 3, 9, 5, 7
Чорнове підрізання торця:

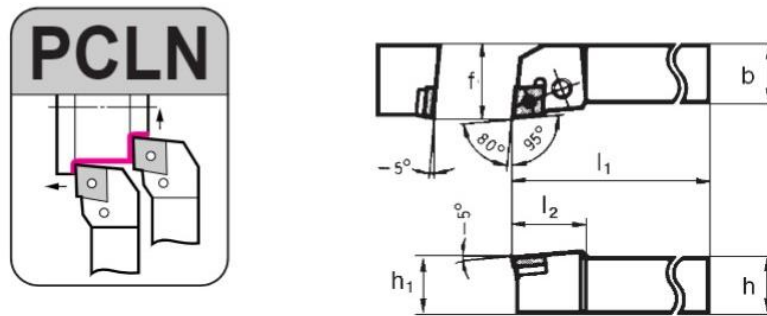


Рисунок 3.1 – Державка PCLN R 2525 M19 [1, с. 122]
Геометричні параметри: $h = 25$, $h_1 = 25$, $b = 25$, $l_1 = 150$, $l_2 = 37$, $f = 32$

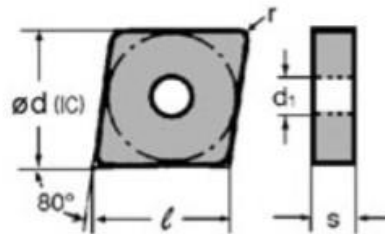


Рисунок 3.2 – Пластина CNMM 190612 N-HG; Твердий сплав, покриття:
AC820P [1, с. 67]
Геометричні параметри: $l = 19.3$, $\varnothing d = 19.05$, $s = 6.35$, $d_1 = 7.94$

Позиції 2, 10, 4, 6, 8, 12, 13
Чорнове точіння:

Державка (Рисунок 3.1) PCLN R 2525 M19 [1, с. 122]

Пластина (Рисунок 3.2) CNMM 190612 N-HG; Твердий сплав, покриття:
AC820P [1, с. 67]

Позиції 2, 10, 4, 6, 8
Напівчистове точіння:

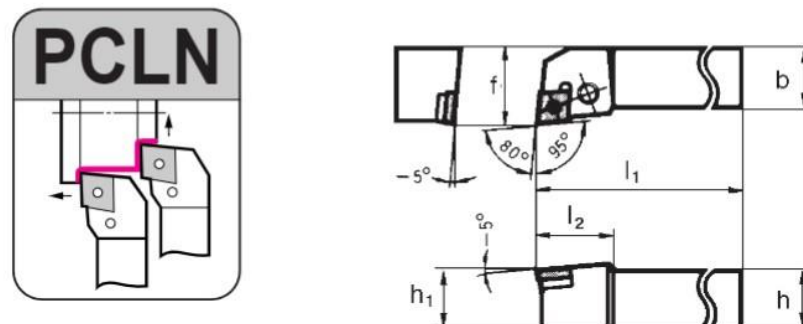


Рисунок 3.3 – Державка PCLN R 2525 M12 [1, с. 122]
Геометричні параметри: $h = 25$, $h_1 = 25$, $b = 25$, $l_1 = 150$, $l_2 = 28$, $f = 32$

					КНУ,КБР.131.24.1-22.03.ВРДІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

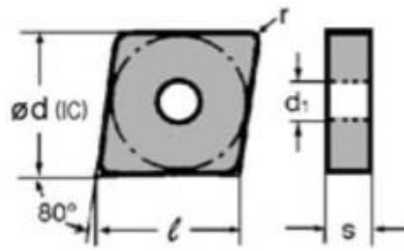


Рисунок 3.4 – Пластина CNMG 120408 N-GU; Твердий сплав, покриття: AC820P [1, с. 65]

Геометричні параметри: $l = 12.9$, $\varnothing d = 12.7$, $s = 4.76$, $d_1 = 5.16$

Позиції 2, 10, 4, 6, 8

Чистове точіння:

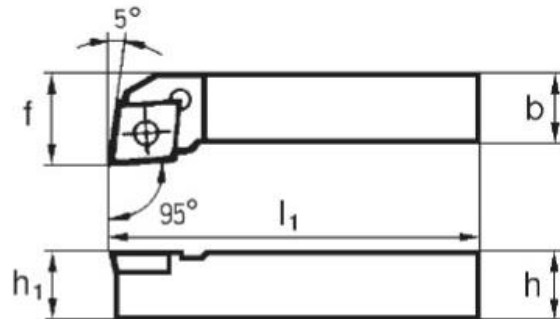
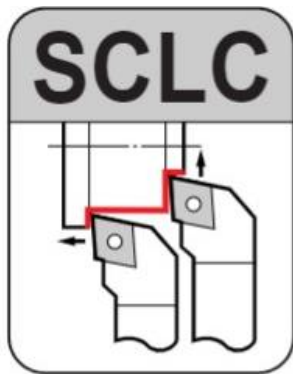


Рисунок 3.5 – Державка SCLC R 2525 M12 [1, с. 122]

Геометричні параметри: $h = 20$, $h_1 = 25$, $b = 25$, $l_1 = 150$, $f = 32$

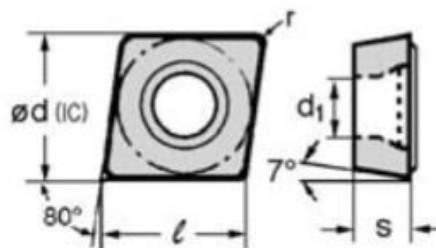


Рисунок 3.6 – Пластина CCMT 09T304 N-SU; Твердий сплав, покриття: AC820P [1, с. 90]

Геометричні параметри: $l = 9.7$, $\varnothing d = 9.525$, $s = 3.97$, $d_1 = 4.4$

Позиції 14

Свердління:

					КНУ,КБР.131.24.1-22.03.ВРДІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

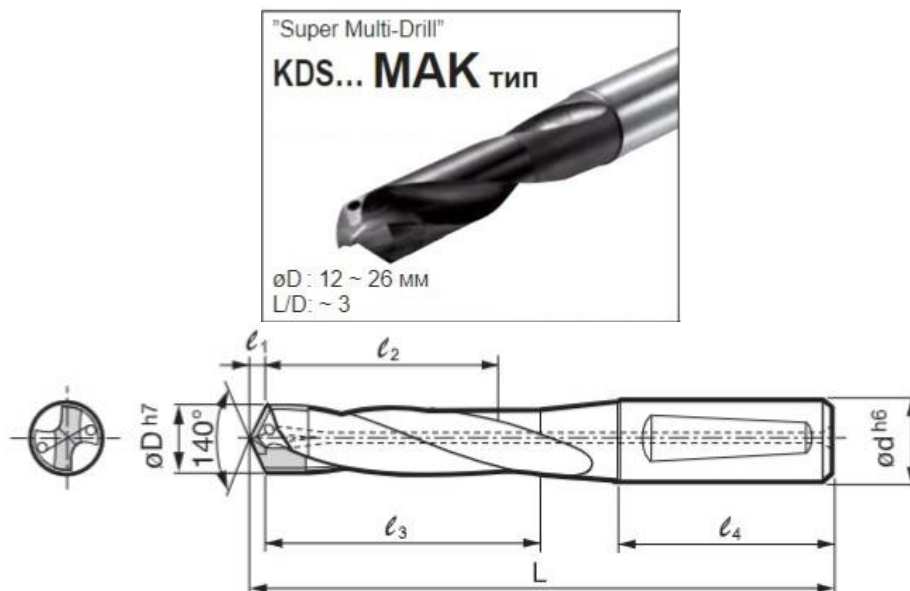


Рисунок 3.7 – KDS 175 MAK [1, с. 290]

Геометричні параметри:

$$\varnothing D = 17.5, \varnothing d = 20, l_4 = 50, l_1 = 3.1, L = 138.1, l_2 = 53, l_3 = 61$$

Позиції 14

Нарізування різьби:



Рисунок 3.8 – М DIN 376 HSS [2, с. 127]

Геометричні параметри: Різьба М20, крок 2.5, $\varnothing d = 16, L = 140, l_2 = 34$

Позиція 15

Нарізування шліців чорнове

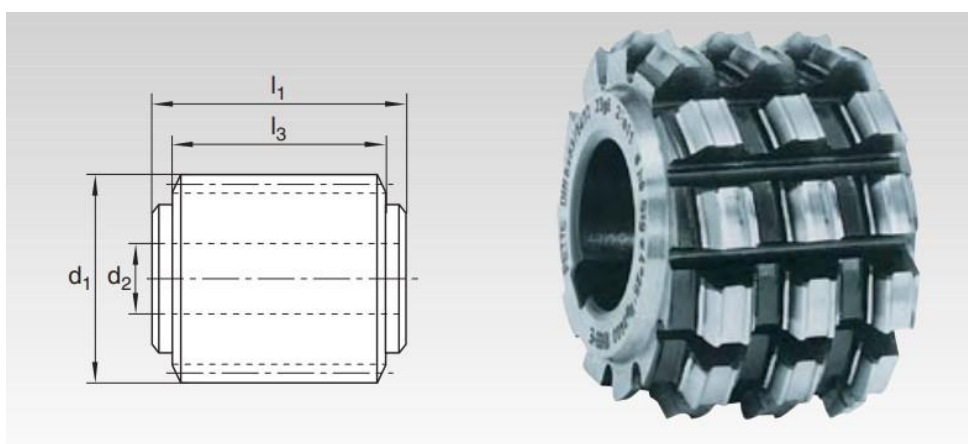


Рисунок 3.9 – Черв'ячна фреза KHSS-E Eto5Co5 №1231163 [3, с.68]

Геометричні параметри: $d_1 = 112, l_3 = 82, l_1 = 90, d_2 = 40$

					КНУ,КБР.131.24.1-22.03.ВРДІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Позиції 15

Нарізування шліців напівчистове

Черв'ячна фреза (Рисунок 3.9) KHSS-E Eто5Co5 №1231163 [3, с. 68]

Позиції 15

Нарізування шліців чистове

Черв'ячна фреза (Рисунок 3.9) KHSS-E Eто5Co5 №1231163 [3, с. 68]

Позиція 2, 10, 4, 6, 8, 15

Шліфування

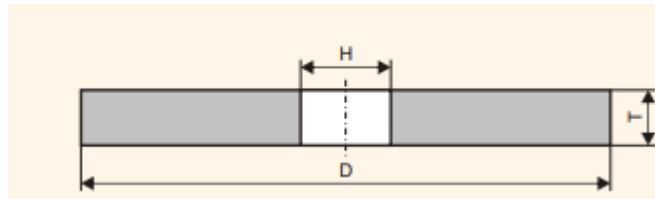


Рисунок 3.10 – 1 32x10x6 25A630O5V50AA1 [4, с. 115]

Геометричні параметри: D=32мм ; T=10 мм ; H=6 мм;

Таблиця 3.2 - Вибір параметрів різальної частини інструментів

№ Пов.	Тип інструмента	Матеріал різучої частини інструменту	Матеріал державки (корпуса, хвостовика) інструмента	Геометричні параметри різальної частини інструмента
1	2	3	4	5
1, 11, 3, 9, 5, 7	Прохідний різець	Чорнова – AC820P	Сталь 40	Задній кут = 0° r=1.2
2, 10, 4, 6, 8, 12, 13	Прохідний різець	Чорнова – AC820P	Сталь 40	Задній кут = 0° r=1.2
2, 10, 4, 6, 8	Прохідний різець	Напівчистова – AC820P	Сталь 40	Задній кут = 0° r=0.8
2, 10, 4, 6, 8	Прохідний різець	Чистова – AC820P	Сталь 40	Задній кут = 7° r=0.4
14	Свердло	Покриття TiAlN	Сталь У10	
14	Мітчик			
15	Черв'ячна фреза			
2, 10, 4, 6, 8, 15	Шліфувальний круг	Чистова – 25А		

Цангові патрони DIN69871 можна встановити на верстат 800VT. Діапазон встановлення цангового патрона DIN69871 на верстаті 800VT залежить від діаметра цанги. Для цанга діаметром 16-32 мм діапазон установки становить 100 мм. Для цанга діаметром 40-50 мм діапазон установки становить 150 мм. Для цанга діаметром 63-80 мм діапазон установки становить 200 мм.

Креслення інструментального налагодження наведено в додатку Б.

Позиції 1, 11, 3, 9, 5, 7, 2, 10, 4, 6, 8, 12, 13, 2, 10, 4, 6, 8

Чорнове підрізання торця, чорнове точіння; напівчистове, чистове точіння

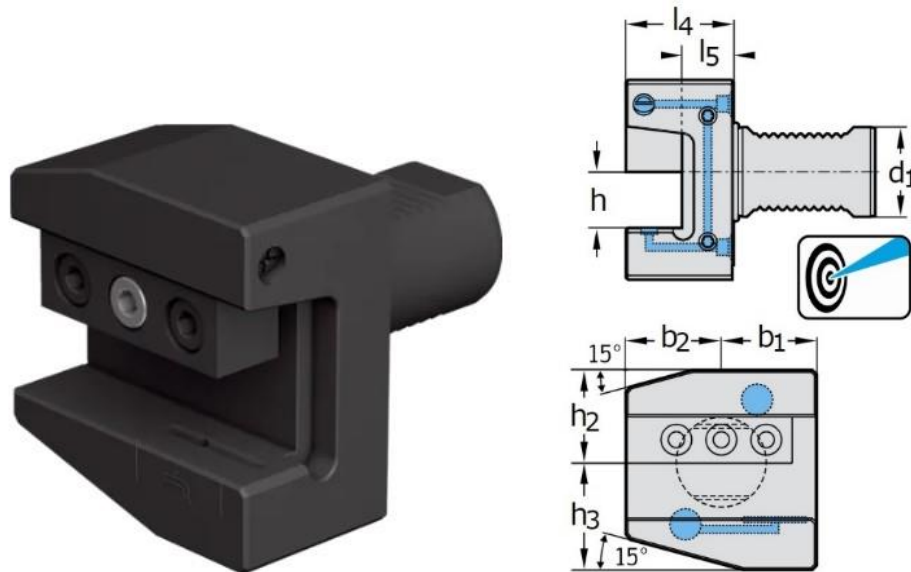


Рисунок 3.11 – A2121-V50-25R-100-P [5]

Геометричні параметри: $h = 25$, $b_2 = 50$, $b_1 = 50$, $l_4 = 48$

Позиції 14
Свердління

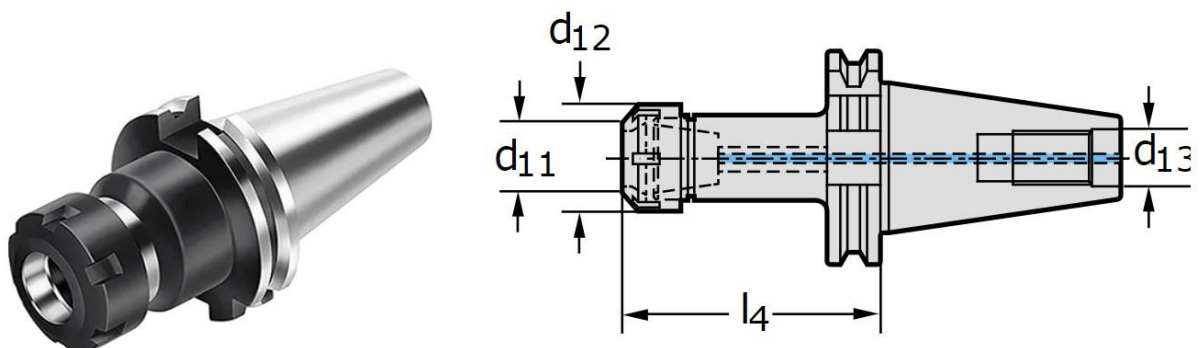


Рисунок 3.12 – Цанговий патрон АК300.S40.100.ER32 [5]

Геометричні параметри: $d_{11} = 20$, $d_{12} = 50$, $l_4 = 100$

					КНУ,КБР.131.24.1-22.03.ВРДІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ПРОЕКТУВАННЯ ТА ІНЖЕНЕРНИЙ АНАЛІЗ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ

4.1 Розрахунок та проектування спеціального різального інструменту

На основі аналізу методів обробки поверхонь та вибраних типів ріжучих інструментів виконуємо розрахунок спеціального ріжучого інструменту – комбінованого свердла.

Вихідні дані:

Матеріал заготовки – Сталь 34ХН3МА;

Твердість – 293-331 НВ;

$d_1 = 17.5$ мм;

$d_2 = 20.5$ мм;

$l_1 = 30$ мм;

$l_2 = 1.6$ мм;

Розрахунок:

Визначення геометричних параметрів різальної частини інструмента.

Головний кут у плані:

$$2\varphi = 118^\circ \pm 1^\circ$$

$$\omega_m = 30^\circ \pm 2^\circ$$

$$\alpha_m = 20^\circ$$

Значення заднього кута:

$$\alpha_1 = \alpha_m \left(\frac{3,33}{d_1 + 2,35} + 0,79 \right) = 20 \left(\frac{3,33}{17,5 + 2,35} + 0,79 \right) = 19^\circ$$

$$\alpha_2 = \alpha_m \left(\frac{3,33}{d_2 + 2,35} + 0,79 \right) = 20 \left(\frac{3,33}{20,5 + 2,35} + 0,79 \right) = 18^\circ$$

Кут нахилу стружкової канавки:

$$\omega_1 = \omega_m \left(1,1 - \frac{1,624}{d_1 + 3,5} \right) = 30 \left(1,1 - \frac{1,624}{17,5 + 3,5} \right) = 30^\circ$$

$$\omega_2 = \omega_m \left(1,1 - \frac{1,624}{d_2 + 3,5} \right) = 30 \left(1,1 - \frac{1,624}{20,5 + 3,5} \right) = 31^\circ$$

Крок стружкової канавки:

$$H_1 = \frac{\pi d_1}{\text{tg} \omega_1} = \frac{\pi \cdot 17,5}{\text{tg} 28^\circ} = 103 \text{ мм}$$

$$H_2 = \frac{\pi d_2}{\text{tg} \omega_2} = \frac{\pi \cdot 20,5}{\text{tg} 29^\circ} = 121 \text{ мм}$$

<i>КНУ.КБР.131.24.1-22.04.ПІАІ</i>							
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Яциб			Проектування та інженерний аналіз різального інструменту		
Перевір.		Рязанцев					
Н. Контр.		Рязанцев					
Затверд.		Нечасів					
					Літ.	Арк.	Аркуші
						11	
					Каф. ТМ зр. ПМ-20		

де: $l_k = \frac{d_1}{2 \operatorname{tg} \phi} = \frac{17.5}{2 \operatorname{tg} 59^\circ} = 5.2 \text{ мм}$ - довжина забірною конусу

$l_n = 2 \text{ мм}$ - довжина перебігу свердла;

$l_{зам1} = 1,7d_1 = 1,7 \cdot 17.5 \approx 29.75 \text{ мм}$ - запас на переточування першого ступеня свердла;

$l_\phi = 1.6 \text{ мм}$ - глибина фаски;

$l_{c1} = 5.2 + 2 + 29.75 + 1.6 + 30 = 68.55 \text{ мм}$.

Довжина другого ступеня свердла

$l_{c2} = l_2 + l_e + l_{зам2}$,

де $l_e = 0,5d_2 = 0,5 \cdot 20.5 = 10.25 \text{ мм}$ - довжина стружкової канавки неповної глибини, яка потрібна для виходу фрези;

$l_{зам2} = 1,7d_2 = 1,7 \cdot 20.5 \approx 34.85 \text{ мм}$ - запас на переточку другого ступеня свердла;

$l_{c2} = 1,6 + 10.25 + 34.85 = 46.7 \text{ мм}$

Загальна довжина свердла

$L = l_{c1} + l_{c2} + l_{ш} + l_{хв} = 68.55 + 46.7 + 2 + 51 = 168.25 \text{ мм}$,

де $l_{ш} = 2$ - довжина перехідної шийки;

$l_{хв}$ - довжина хвостовика.

Площа поперечного перерізу свердла. Оптимальна площа

$F_{опт1} = 0,4d_1 = 0,4 \cdot 17.5^{1,9} = 92 \text{ мм}^2$

$F_{опт2} = 0,4d_2 = 0,4 \cdot 20.5^{1,9} = 124 \text{ мм}^2$

Максимальна допустима площа

$F_{дон1} = 0,5d_1^{1,9} = 0,5 \cdot 17.5^{1,9} = 115 \text{ мм}^2$

$F_{дон2} = 0,5d_2^{1,9} = 0,5 \cdot 20.5^{1,9} = 155 \text{ мм}^2$

Критична стискаюча сила

$(P_1 + P_2)_{кр} = \eta \frac{E J_{2\min}}{(l_1 + l_2)^2} = \eta \frac{E \cdot 0,039 d_1^4}{(l_1 + l_2)^2}$

де:

$J_{2\min} = 0.039 \cdot d_1^4$ - Найменший з основних центральних моментів інерції свердла;

$J_{2\min} = 0.039 \cdot 17.5^4$;

$E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ - узагальнений модуль пружності матеріалу свердла.

η - коефіцієнт критичного навантаження для визначення коефіцієнта критичного навантаження визначимо, знаходимо його по таблиці:

$\eta = 8.4$

$P_{кр} = 8,4 \frac{2 \cdot 10^5 \cdot 0,039 \cdot 17.5^4}{(30 + 1.6)^2} = 6153920 \text{ кН}$;

Перевірка свердла на стійкість

$P_{кр} > k_\phi \cdot P_0$,

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ, КБР. 131.24. 1-22.04. ПІАІ	
						Арк.

де P_0 - сумарна осьова сила різання, Н,

де $k_\phi = 1,3$ – коефіцієнт форми перемички;

$$6153920 \text{ кН} > 1,3 \cdot 12,1 \text{ кН}$$

Висновок: З розрахунку $6153920 \text{ кН} > 1,3 \cdot 12,1 \text{ кН}$ можемо зробити висновок, що умова була виконана.

4.2 Інженерний аналіз спеціального різального інструменту

Було розроблена 3D-модель спроектованого інструменту. Модель інструмента зображено на рисунку 4.2. Вказаний матеріал – швидкорізюча інструментальна сталь Р6М5. Статичний аналіз проводитимемо у розрахунковому САЕ-модулі SolidWorks Simulation.



Рисунок 4.2 - 3D-модель комбінованого свердла

Для подальшого статичного аналізу 3D-моделі комбінованого свердла з розрахунків вибирається розрахована сила затиску $P_{кр}$, яка дорівнює 6153920 кН.

Для обчислення застосовується метод кінцевих елементів. З цією метою весь об'єм тіла розбивають на окремі елементи, для кожного з яких складають і розв'язують своє диференціальне рівняння. Ці рівняння характеризують процеси, що відбуваються у виробі під дією навантаження.

Для розбиття деталі на елементи накладають сітку. Чим менші параметри сітки (дрібніші елементи), тим точніше здійснюється обчислення деталі завдяки більшій кількості розв'язуваних рівнянь. Модель з накладеною сіткою зображена на рисунку 4.3.



Рисунок 4.3 – Накладення сітки на модель

Додаємо навантаження і кріплення – силу затиску і зафіксований шарнір (Рисунок 4.4 і рисунок 4.5).

					КНУ,КБР.131.24.1-22.04.ПІАІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

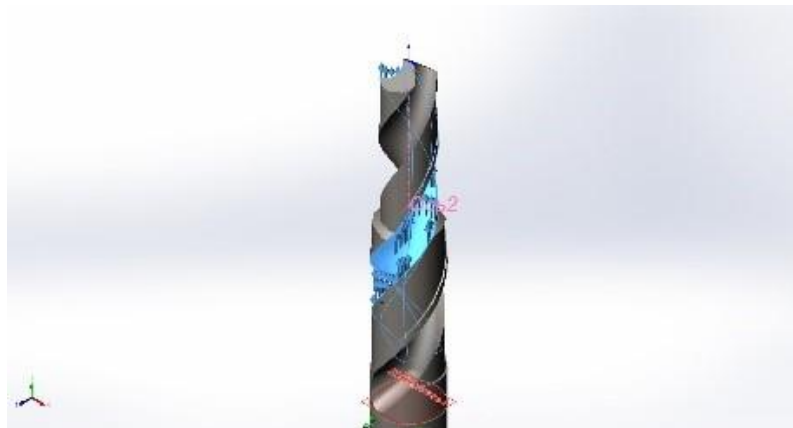


Рисунок 4.4 – Діюче навантаження

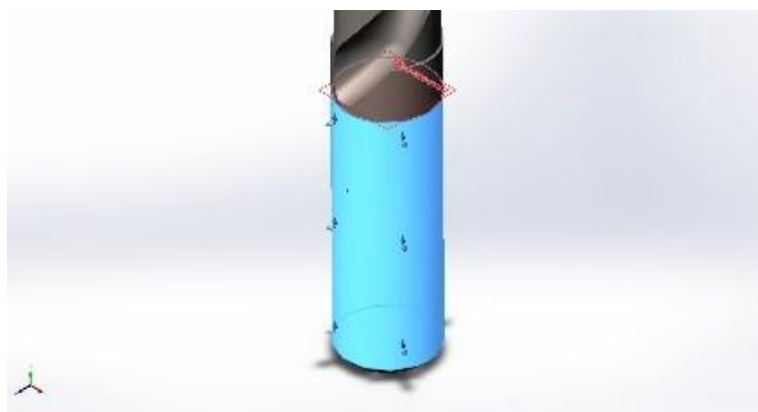


Рисунок 4.5 – Зафіксований шарнір

У дослідженні статичного аналізу отримаємо наступні фізичні величини: епюру запасу міцності, епюру напружень, епюру переміщень, епюру відносної деформації. Результати розрахунків основних параметрів при досягненні збіжності сітки наведені на рисунку 4.6.

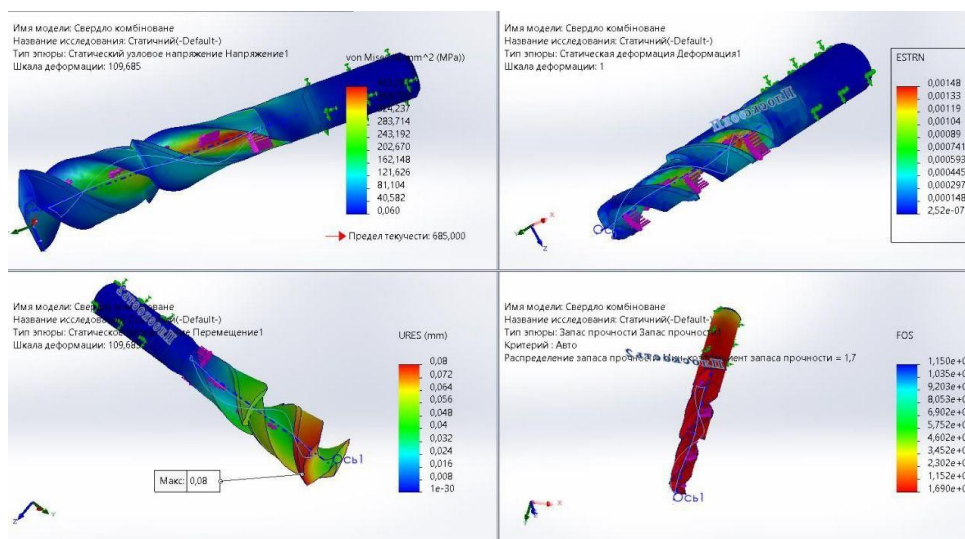


Рисунок 4.6 - Результати розрахунків основних параметрів

					КНУ,КБР.131.24.1-22.04.ПІАІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перевіримо отримані результати. Максимальна напруга дорівнює 355 МПа, що не перевищує межу плинності матеріалу – 650 МПа, тому пластичні деформації в інструменті відсутні. Максимальне переміщення точок – 0.8 мкм, що не впливає на працездатність інструмента. Мінімальний коефіцієнт запасу міцності дорівнює 1,7 - задовольняє умові міцності .

Таким чином, спроектований інструмент є надійним, він забезпечує потрібну точність, якість і продуктивність обробки деталі.

					<i>КНУ, КБР.131.24.1-22.04.ПІАІ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

5 МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ ОПЕРАЦІЙ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

5.1 Робота з проміжними файлами, вибір системи ЧПК, постпроцесора

На токарну операцію проведемо розробку верстатно-інструментального налагодження, дана операція буде проводитися на токарному верстаті ЧПК СК61100D з системою FANUC.

Пристосування – 4-кулачковий патрон і задня бабка з регульованим підйомом центра.

Опис системи ЧПУ Fanuc:

У системі ЧПУ Fanuc у вигляді верстата створюється комплекс взаємодіючих вузлів, що включає багатоосьовий контроль руху заготовки та інструменту, підсилювачі, дисплейні модулі для програмування і відображення інформації. Ефективно реалізується як мінімум два варіанти - компактний для верстата з обмеженим діапазоном обробки і платформний для виробничих ліній і обробних центрів.

Верстат ЧПУ Fanuc токарний виготовляється як комплекс механічного устаткування для безпосереднього оброблення матеріалу токарним інструментом з можливістю обертання і переміщення деталі (заготовки) та інструменту, зміни інструменту для окремих операцій із застосуванням револьверної головки. Система керування ЧПУ Fanuc реалізує роль керуючої програмної надбудови або платформи, пов'язаної з головним обладнанням системою власних датчиків.

Промислові підприємства купують токарні верстати, з огляду на діапазон довжини і діаметрів оброблюваної заготовки. На більш складному рівні попитом користуються токарні верстати з конструктивно закладеним нахилом станини, певними циклами подачі MOP і функціями видалення стружки.

Випускають вертикальні та горизонтальні токарно-револьверні верстати зі змінною віссю, можливістю застосування протишпинделя і револьверною головкою. Це устаткування дає змогу виконувати токарні операції з обробкою фланця, диска, торцеву обробку металевих заготовок. Завдяки включенню в конструкцію лінійних і універсальних напрямних із сервоприводами досягається ефект контрольованого зсуву і ковзання осей задньої бабки і супорта по осях X і Y, що істотно збільшує можливості обробки виробів зі складним профілем.

Для підрозділу 5.2 «Моделювання обробки та перевірка керуючих програм», створимо 3D-модель деталі вал, рисунок 5.1.

					<i>КНУ.КБР.131.24.1-22.05.МПОО</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>	<i>Яців</i>				<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркуші</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Рязанцев</i>					11	
<i>Н. Контр.</i>	<i>Рязанцев</i>				<i>Каф. ТМ гр. ПМ-20</i>		
<i>Затверд.</i>	<i>Нечасів</i>				<i>Моделювання та програмування операцій механічної обробки</i>		

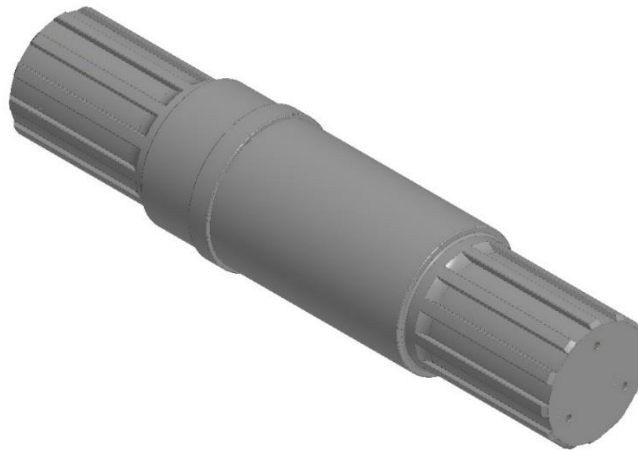


Рисунок 5.1 – 3D - модель деталь «Вал»

5.2 Моделювання обробки та перевірка керуючих програм

Розробка виконується для деталі «Вал», у програмі FeatureCAM. Були зроблені розрахунки заготовки для заданої деталі та побудовано 3-D модель деталі (рис. 5.1). Етапи розробки програми представлені рисунками 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.7, 5.8.

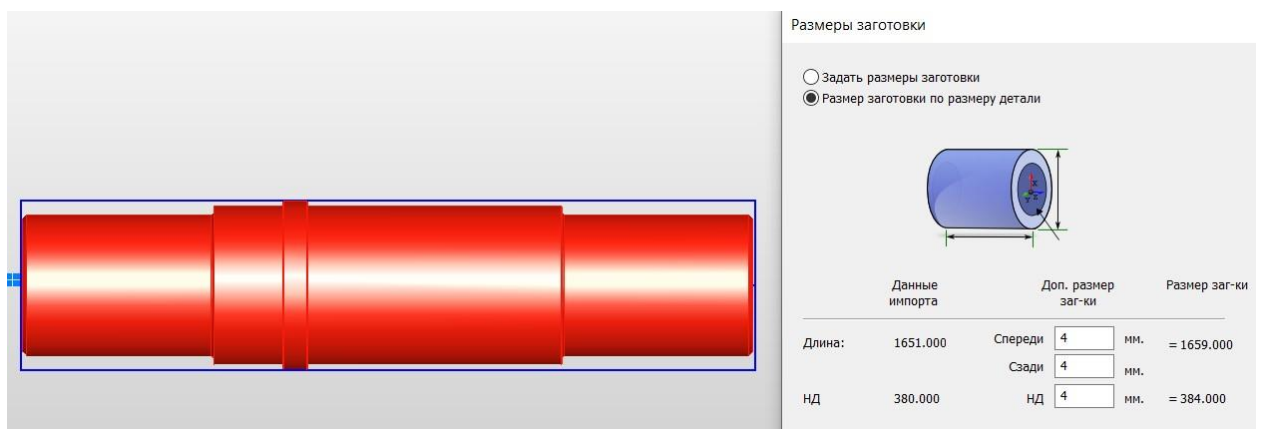


Рисунок 5.2 – Задаємо розміри заготовки



Рисунок 5.3 – Створюємо криву для точіння на першому установі

					КНУ,КБР.131.24.1-22.05.МПОО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

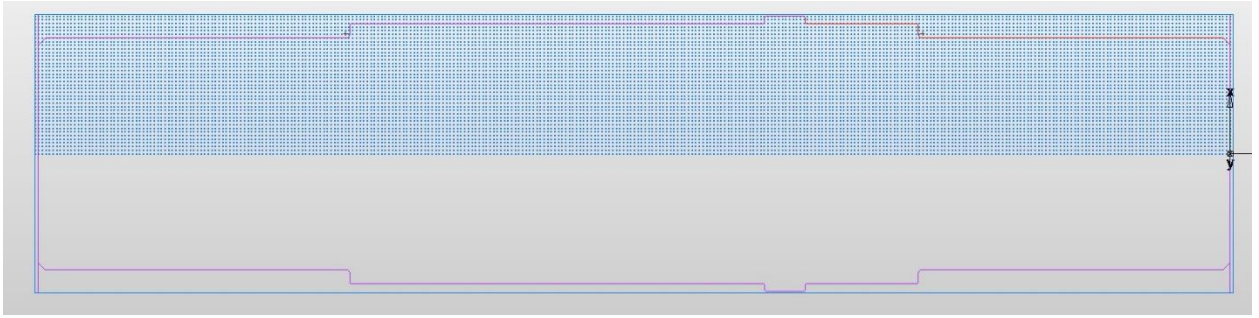


Рисунок 5.4 – Створюємо криву для точіння на другому установі

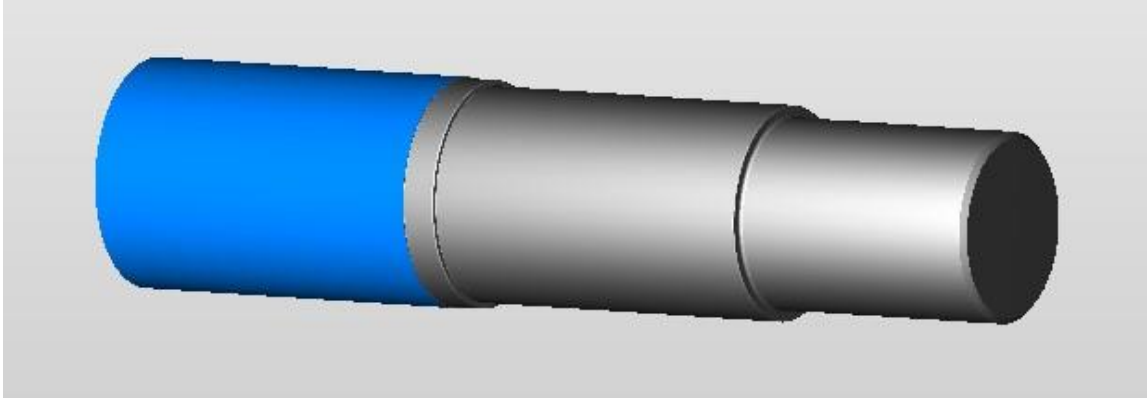


Рисунок 5.5 – Результат обробки на першому установі

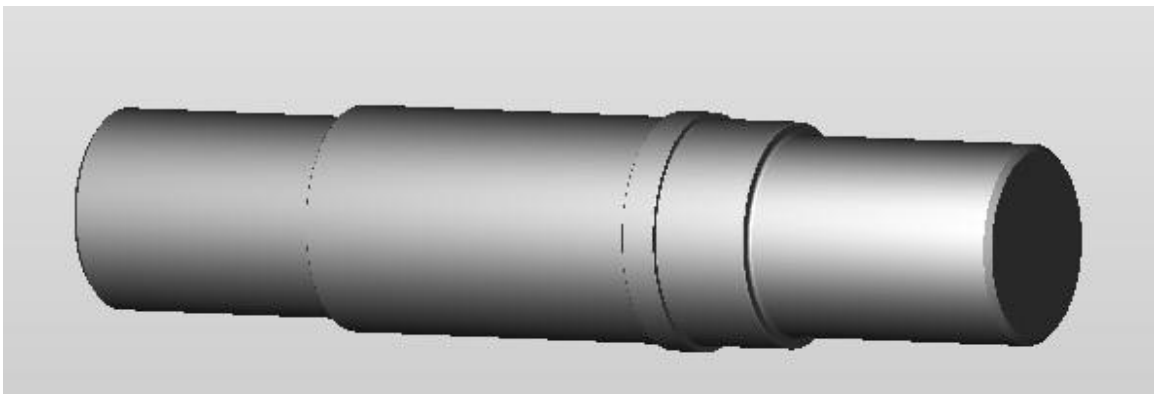


Рисунок 5.6 – Результат обробки

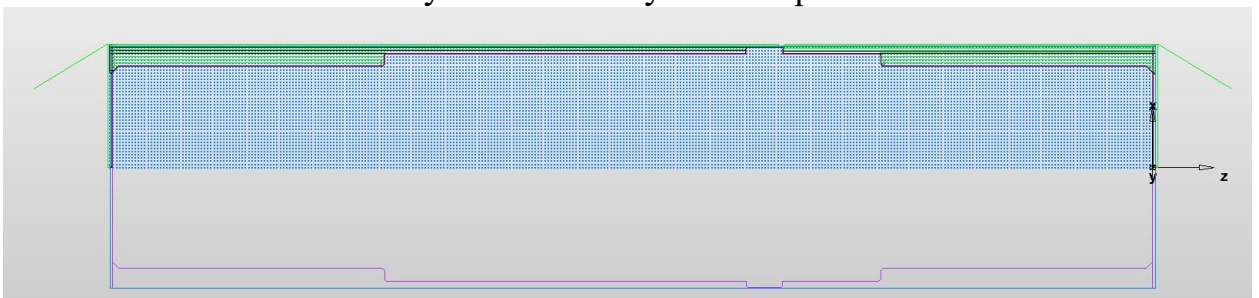


Рисунок 5.7 – Траєкторії переміщень інструментів

					КНУ,КБР.131.24.1-22.05.МП00	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

N270 Z-39.6024
 N275 X14.5748
 N280 X14.6026 Z-39.5884
 N285 G0 Z0.1487
 N290 G1 X13.7874
 N295 Z-17.0039
 N300 X13.937
 N305 G3 X13.9983 Z-17.0166 R0.0433
 N310 G1 X14.1557 Z-17.0954
 N315 G3 X14.1811 Z-17.126 R0.0433
 N320 G1 X14.2089 Z-17.1121
 N325 G0 Z0.1487
 N330 G1 X13.3937
 N335 Z-17.0039
 N340 X13.7874
 N345 X13.8152 Z-16.99
 N350 G0 Z0.1487
 N355 G1 X13.0
 N360 Z-17.0039
 N365 X13.3937
 N370 X13.4215 Z-16.99
 N375 G0 Z0.1487
 N380 G1 X12.6063
 N385 Z-16.811
 N390 G2 X12.9921 Z-17.0039 R0.1929
 N395 G1 X13.0
 N400 X13.0278 Z-16.99
 N405 G0 Z0.1487
 N410 G1 X12.3354
 N415 Z-0.2797
 N420 X12.5809 Z-0.4024
 N425 G3 X12.6063 Z-0.4331 R0.0433
 N430 G1 X12.6341 Z-0.4192
 N435 G0 Z0.1487
 N440 G1 X12.0645
 N445 Z-0.1442
 N450 X12.3354 Z-0.2797
 N455 X12.3632 Z-0.2658
 N460 G0 Z0.1487
 N465 G1 X11.7935
 N470 Z-0.0087
 N475 X12.0645 Z-0.1442
 N480 X12.0923 Z-0.1303
 N485 G0 X15.3543
 (OPERATION: FINISH TURN ТОЧЕНИЕ1)
 N495 G0 Z0.0998
 N500 G50 S3000
 N505 G96 S1600
 N510 G0 X15.3543 Z0.0998 M8
 N515 X11.5653
 N520 G1 X12.5754 Z-0.4052 F0.01
 N525 G3 X12.5984 Z-0.4331 R0.0394 F0.
 N530 G1 Z-16.811 F0.01
 N535 G2 X12.9921 Z-17.0079 R0.1969
 N540 G1 X13.937
 N545 G3 X13.9927 Z-17.0194 R0.0394 F0.
 N550 G1 X14.1502 Z-17.0981 F0.01
 N555 G3 X14.1732 Z-17.126 R0.0394 F0.
 N560 G1 Z-39.6063 F0.01
 N565 X14.7244
 N570 G3 X14.7801 Z-39.6178 R0.0394 F0.
 N575 G1 X14.9376 Z-39.6966 F0.01
 N580 G3 X14.9606 Z-39.7244 R0.0394 F0.
 N585 G1 Z-41.811 F0.01
 N590 X14.9881 Z-41.6541
 N595 G0 X15.3543
 N600 Z0.2756
 (OPERATION: ROUGH FACE ТОПЕЦ2)
 N610 G0
 N615 G50 S3000
 N620 G96 S1200
 N625 G0 X15.3543 Z0.2756 M8
 N630 X15.2756 Z0.0039
 N635 G1 X-0.0787 F0.01
 N640 Z0.1575
 N645 X-0.0509 Z0.1714
 N650 G0 Z0.2756
 (OPERATION: FINISH FACE ТОПЕЦ2)
 N660 G0 X15.3543
 N665 G50 S3000
 N670 G96 S1600
 N675 G0 X15.3543 Z0.2756 M8
 N680 Z0.
 N685 G1 X-0.0787 F0.01
 N690 X0.144 Z0.1114
 N695 G0 Z0.2756
 (OPERATION: ROUGH TURN ТОЧЕНИЕ2)
 N705 G0 X15.2756
 N710 G50 S3000
 N715 G96 S1200
 N720 G0 X15.2756 Z0.2756 M8
 N725 X15.3543 Z0.1487
 N730 X14.8058
 N735 G1 Z-23.1457 F0.01
 N740 X15.1181
 N745 X15.1459 Z-23.1317
 N750 G0 Z0.1487
 N755 G1 X14.4934
 N760 Z-23.1457
 N765 X14.8058
 N770 X14.8336 Z-23.1317
 N775 G0 Z0.1487
 N780 G1 X14.1811
 N785 Z-23.1457
 N790 X14.4934
 N795 X14.5213 Z-23.1317
 N800 G0 Z0.1487
 N805 G1 X13.7874
 N810 Z-17.0039
 N815 X13.937
 N820 G3 X13.9983 Z-17.0166 R0.0433
 N825 G1 X14.1557 Z-17.0954
 N830 G3 X14.1811 Z-17.126 R0.0433
 N835 G1 X14.2089 Z-17.1121
 N840 G0 Z0.1487
 N845 G1 X13.3937
 N850 Z-17.0039
 N855 X13.7874
 N860 X13.8152 Z-16.99
 N865 G0 Z0.1487
 N870 G1 X13.0
 N875 Z-17.0039
 N880 X13.3937
 N885 X13.4215 Z-16.99
 N890 G0 Z0.1487
 N895 G1 X12.6063
 N900 Z-16.811
 N905 G2 X12.9921 Z-17.0039 R0.1929
 N910 G1 X13.0
 N915 X13.0278 Z-16.99
 N920 G0 Z0.1487
 N925 G1 X12.3354
 N930 Z-0.2797
 N935 X12.5809 Z-0.4024
 N940 G3 X12.6063 Z-0.4331 R0.0433
 N945 G1 X12.6341 Z-0.4192
 N950 G0 Z0.1487
 N955 G1 X12.0645
 N960 Z-0.1442
 N965 X12.3354 Z-0.2797
 N970 X12.3632 Z-0.2658
 N975 G0 Z0.1487
 N980 G1 X11.7935
 N985 Z-0.0087

					КНУ,КБР.131.24.1-22.05.МПОО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

N990 X12.0645 Z-0.1442
 N995 X12.0923 Z-0.1303
 N1000 G0 Z0.1181
 (OPERATION: FINISH TURN ТОЧЕНИЕ2)
 N1010 G0 X11.5653 Z0.0998
 N1015 G50 S3000
 N1020 G96 S1600
 N1025 G0 X11.5653 Z0.0998 M8
 N1030 G1 X12.5754 Z-0.4052 F0.01
 N1035 G3 X12.5984 Z-0.4331 R0.0394 F0.
 N1040 G1 Z-16.811 F0.01
 N1045 G2 X12.9921 Z-17.0079 R0.1969
 N1050 G1 X13.937
 N1055 G3 X13.9927 Z-17.0194 R0.0394 F0.
 N1060 G1 X14.1502 Z-17.0981 F0.01
 N1065 G3 X14.1732 Z-17.126 R0.0394 F0.
 N1070 G1 Z-23.1496 F0.01
 N1075 X14.7244
 N1080 X14.9471 Z-23.0383
 N1085 G0 X15.3543
 N1090 Z0.2756
 N1095 G28 U0
 N1100 G28 W0
 N1105 M30
 %

					<i>КНУ,КБР.131.24.1-22.05.МП00</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА

6.1 Розрахунки ключових техніко-економічних показників

Зробимо обчислення техніко-економічної собівартості обробки під час впровадження верстатів із числовим програмним керуванням замість універсальних верстатів. Використаємо токарно-фрезерний верстат із ЧПК моделі Matech MT 75 сnc/1600. Початкові дані та результати розрахунків наведено на рисунках 6.1, 6.2, 6.3, 6.4. Розрахунок виконано за допомогою програми Economical Linksmoon.

Трудоёмкость		Базовый вариант	Станок с ЧПУ
Годовой объём выпуска деталей, шт		500	5000
Штучное время обработки детали, мин		800.44	800.44
Время настройки станка в течение года			
Количество запусков, шт		12	12
Время наладки станка, мин		115	70.5
Время настройки инструмента вне станка на протяжении года			
Среднее время настройки по прибору одного инструмента вне станка, мин		22	22
Среднее количество граней пластинки, шт		3	3
Средний период стойкости инструмента, мин		60	90
Количество станочников			
Количество станков, обслуживаемых одним рабочим		1	2
Дополнительное количество рабочих по обслуживанию станков с ЧПУ			
Эффективный годовой фонд времени работы станка		4055	3955
Коэффициент загрузки станка		0.45	0.85
Балансовая стоимость станка			
Оптовая цена станка		49000	1541000
Масса станка, т			
		45800	49900

Рисунок 6.1 – Введення вхідних даних для розрахунку №1

					<i>КНУ.КБР.131.24.1-22.06.0ЕПВ</i>		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Яців			Літ.	Арк.	Аркушіє
Перевір.		Рязанцев				11	
Н. Контр.		Рязанцев			Каф. ТМ гр. ПМ-20		
Затверд.		Нечасів					

Входные данные

Стоимость помещения		
Площадь станка по габаритам	39.280	42.620
Коэффициент, учитывающий доп. площадь станка	4.5	4
Площадь устройства ЧПУ, м	0	1.62
Стоимость 1 м.кв. площади мех. цеха, грн.	1595	1595
Площадь служебно-бытовых помещений, приходящаяся на одного рабочего, м.кв.	4	5
Стоимость 1 м.кв. площади, занятой служебно-бытовыми помещениями (грн.)	1318	1318

Далее

Назад

Выход

Стоимость разработки ПУ		
Стоимость разработки ПУ, грн.	0	116

Оборотные средства в незавершённом производстве		
Стоимость заготовки Sзаг, грн.	374748.14	374748.14

Себестоимость обработки		
Среднегодовая зарплата станочника, грн.	18000	20000
Среднегодовая зарплата наладчика, грн.	20000	22000
Среднегодовая зарплата настройщика инструмента, грн.	0	16000
Среднегодовая зарплата контролёра, грн.	18000	18000

Затраты на подготовку и обновление ПУ, грн.		
Длительность выпуска деталей Z (3-5 лет)	5	5

Затраты на ремонт и ТО оборудования		
Категория сложности ремонта станка ЕРС (механическая часть)	12	11
Категория сложности ремонта станка ЕРС (электротехническая часть)	9.5	22

Рисунок 6.2 – Введения входных данных для розрахунку №2

Входные данные

Затраты на одну единицу ЕРС станка, грн (механическая часть)	600	650
Затраты на одну единицу ЕРС станка, грн. (электротехническая часть)	150	220
Коэффициент, учитывающий класс точности станка	1	1.2
Затраты на содержание и амортизационные расходы на 1 м.кв. цеха Нпл, грн (10% от стоимости)	500	500

Далее

Назад

Выход

Затраты на ТО и ремонт устройства ЧПУ, грн.		
Норматив годовых затрат на текущее обслуживание и ремонт ЧПУ, грн.	0	3000

Рисунок 6.3 – Введения входных данных для розрахунку №3

					КНУ,КБР.131.24.1-22.06.0ЕПВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Входные данные

Версия программы от 17.10.2005

Согласно расчётам по введённым данным годовой экономический эффект от введения станка с ЧПУ составит

7171474 грн

Срок окупаемости, лет

4,07 лет

Разработано на основе "Методических указаний ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ СТАНКОВ С ЧПУ".

Составители: проф. Марутов В.А.; ст.преп. Цывинда Н.И., Криворожский Технический Университет

Далее

Назад

Выход

Рисунок 6.4 – Введення вхідних даних для розрахунку (3)

Згідно даних отриманих результатів, наведених на рис. 6.4, розуміємо, що термін окупності для запропонованого варіанта вдосконалення технологічного процесу обробки деталі «Вал» є доцільним, адже він складає лише 4,07 року.

6.2 Охорона праці та екологія виробництва

Основне призначення МОР - охолодження ріжучого інструменту і заготовки (в основному поверхневого шару) під час обробки.

Мастильно-охолоджувальні рідини не повинні спричиняти значного біологічного впливу на шкіру та органи дихання працівника, мати мінімальну подразнюючу дію на слизові оболонки, низький рівень утворення масляного аерозолю, а також не повинні містити 3,4-бензопірену та деяких інших шкідливих для здоров'я речовин.

Основним фактором ризику для здоров'я працівників, які працюють з мастильно-охолоджувальними рідинами, є потрапляння в дихальні шляхи масляного аерозолю, формальдегіду, акролеїну та інших продуктів термічного окислення.

Безводні МОР здатні зберігатися протягом кількох років, не втрачаючи своїх властивостей, в той час як термін зберігання концентратів для МОР триває від 6 місяців до 1 року.

Контейнери для збереження концентратів МОР бажано зберігати в приміщенні, а у разі збереження на відкритих майданчиках їх необхідно розміщувати горизонтально, аби запобігти потраплянню вологи. Ємкості мають бути чистими, герметичними і застосовуватися лише для певного типу МОР. Також не можна застосовувати оцинковані бочки. Ємкості для зберігання концентратів повинні постійно перевірятися на предмет наявності забруднень і за потреби очищатися. А під час зберігання концентратів МОР у резервуарах доцільно щорічно проводити бактеріологічний аналіз і за потреби застосовувати належні антибактеріологічні добавки.

					КНУ,КБР.131.24.1-22.06.0ЕПВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Якість МОР необхідно регулярно відстежувати. Потрібно видаляти з МОР тверді та рідкі забруднювачі, зокрема механічні домішки, мастильні матеріали. З цією метою застосовують різноманітні методи очищення: фільтрація та інші методи. Якість емульсії в резервуарах має бути перевірена принаймні раз на тиждень, а бажано – щодня. Завдяки цьому зростає термін експлуатації МОР.

Завдяки правильному вибору і застосуванню МОР можливо зменшити об'єм рідин, без зниження їхньої якості роботи.

Дуже рідко трапляються забруднення МОР рідкими і твердими речовинами такого рівня, що необхідно направити МОР на утилізацію. У випадку безводних МОР не виникає жодних проблем з їхньою підготовкою.

Коли використовують МОР на водній основі, із вмістом у середньому 3% органічних сполук, які можуть розглядатися як забруднення під час скидання в природні водойми або на водоочисні споруди - необхідна досить дорога обробка. Зазвичай звичайні методи очистки є не завжди прийнятними для різних типів МОР, які застосовуються в металообробці.

					<i>КНУ, КБР.131.24.1-22.06.0ЕПВ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній бакалаврській роботі було висвітлено деталь «Вал», яка належить до складального вузла четвертої швидкості редуктора напірної лебідки.

У першому розділі проводився аналіз вихідних даних, а також було розглянуто призначення і принцип роботи заданої деталі та складального вузла. Здійснили обчислення параметрів точності з'єднання підшипника.

У розділі «Технологічна підготовка виробництва деталі» спроектували технологічний процес обробки деталі та визначили його обладнання, а також надали характеристику матеріалу обраної деталі, визначили призначення деталі «Вал».

В третьому розділі підібрали різальні та допоміжні інструменти, склали компоновку інструментального комплексу та розробили інструментальне налагодження на технологічну операцію для заданої деталі.

В розділі «проективання та інженерний аналіз різального інструменту» розраховали та спроектували спеціальний різальний інструмент та провели його інженерний аналіз у розрахунковому САЕ-модулі SolidWorks Simulation.

У п'ятому розділі на токарну операцію провели розробку верстатно-інструментального налагодження, дана операція буде проводитися на токарному верстаті ЧПК СК61100D з системою FANUC.

У шостому розділі обчислили техніко-економічні показники собівартості обробки під час впровадження верстатів із числовим програмним керуванням, а також розповіли чому для охорони праці на виробництві важливо правильно використовувати та зберігати МОР.

					<i>КНУ.КБР.131.24.1-22.В</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Яців</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Рязанцев</i>				11	
<i>Н. Контр.</i>		<i>Рязанцев</i>			<i>Висновки</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Нечасєв</i>			<i>Каф. ТМ гр. ПМ-20</i>		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. .Каталог Sumitomo 2019-2020.
2. .Каталог RUKO 2019
3. .Каталог Gear cutting tools
4. Каталог Tyrolit
5. Каталог Walter-tools
6. Каталогом Iscar
7. Іноземців Г.Г. Проектування металорізальних інструментів: навч. пос. / Г.Г. Іноземців. М: Машинобудування, 1984Р. 272 с.

					<i>КНУ.КБР.131.24.1-22.СВД</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>	<i>Яців</i>				<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Рязанцев</i>					<i>11</i>	
<i>Н. Контр.</i>	<i>Рязанцев</i>				<i>Каф. ТМ зр. ПМ-20</i>		
<i>Затверд.</i>	<i>Нечасєв</i>						

*Список використаних
джерел*

ДОДАТКИ

					<i>КНУ.КБР.131.24.1-22.Д</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Додатки</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Розроб.</i>	<i>Яців</i>						<i>11</i>	
<i>Перевір.</i>	<i>Рязанцев</i>							
<i>Н. Контр.</i>	<i>Рязанцев</i>							<i>Каф. ТМ</i>
<i>Затверд.</i>	<i>Нечаєв</i>							<i>зр. ПМ-20</i>

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТРАНСПОРТУ
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ

**АЛЬБОМ КРЕСЛЕНЬ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-ЗАСВІДЧУЮЧИХ
АРКУШІВ**

КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ БАКАЛАВРСЬКОЇ РОБОТИ

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка

на тему: Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення деталі «Вал»
та обґрунтування параметрів різального інструменту за допомогою
CAD/CAM/CAE систем

Виконав здобувач гр. ПМ-20

(підпис)

Яців К.С.

Керівник КБР

(підпис)

Рязанцев А.О.

Нормоконтроль

(підпис)

Рязанцев А.О.

Завідувач кафедри

(підпис)

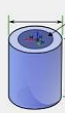
Нечаєв В.П.

КНУ.КБР.13124.1-22.МПМО

Розміри заготовки

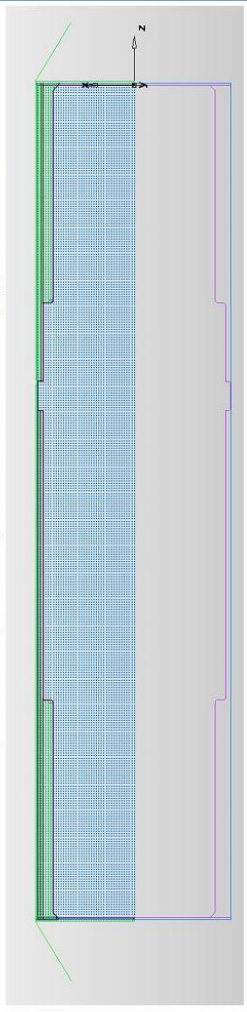
Размеры заготовки

Закрыть размеры заготовки
 Показать заготовки по размеру детали

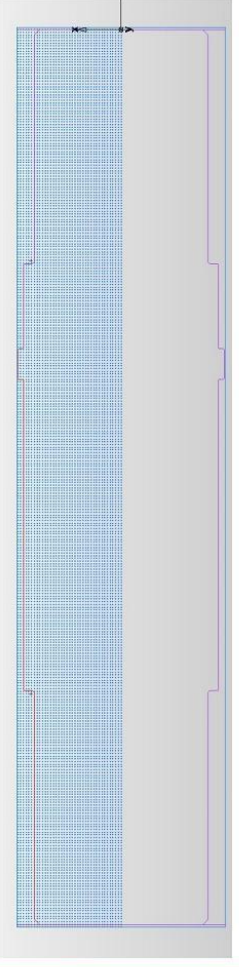


Длинные размеры	Диаметр заготовки	Размер заготовки
Длина: 1653,000	Средний 4 мм.	1659,000
ИД: 390,000	Сзади 4 мм.	394,000
	ИД 4 мм.	394,000

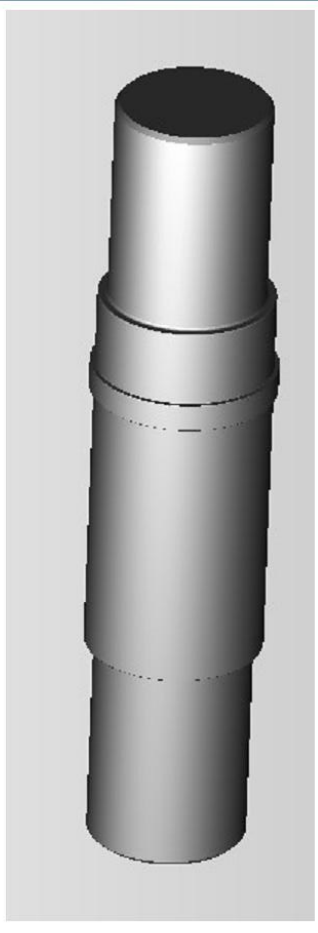
Траектория перемещения инструментов



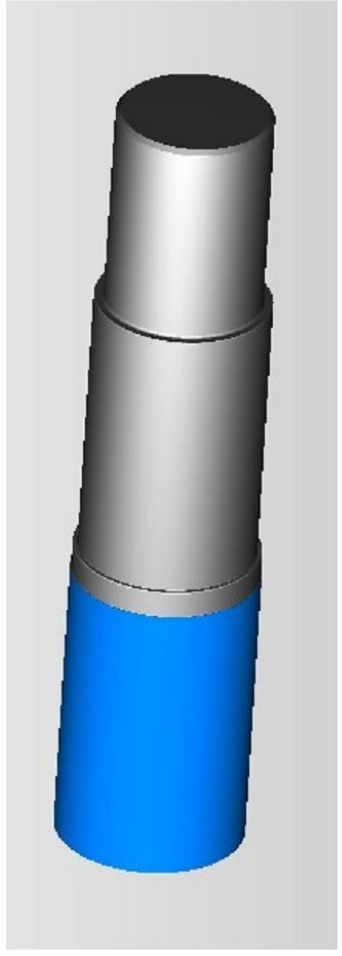
Криву для точіння на першому установі



Результат обробки



Обробка на першому установі



КНУ.КБР.13124.1-22.МПМО		Лист	Масса	Масштаб
Моделирование процесса		Лист		1:1
МЕХАНИЧНОЇ ОБРОБКИ		Лист		1
		Кафедра ТМ		
		зр. ПМ-20		
		Формат А3		
Изм. Лист	№ док.им.	Подп.	Дата	
Разраб. Яцуб				
Проб. Рязанцев				
Т.контр.				
Исполн. Рязанцев				
Утв. Нечусб				

Лист притен.

Справ. №

Лист. и дата

Инд. № дудл.

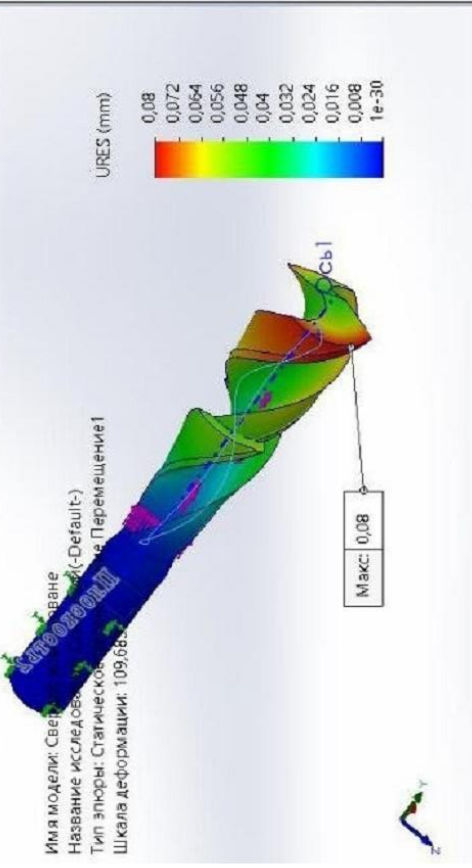
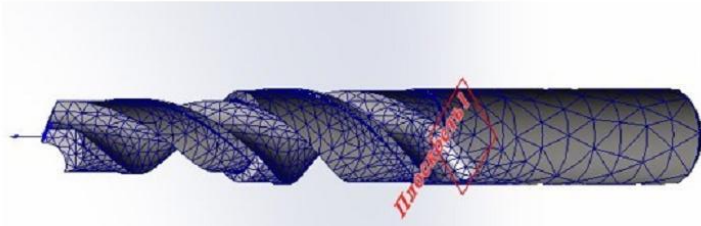
Взам. инв. №

Лист. и дата

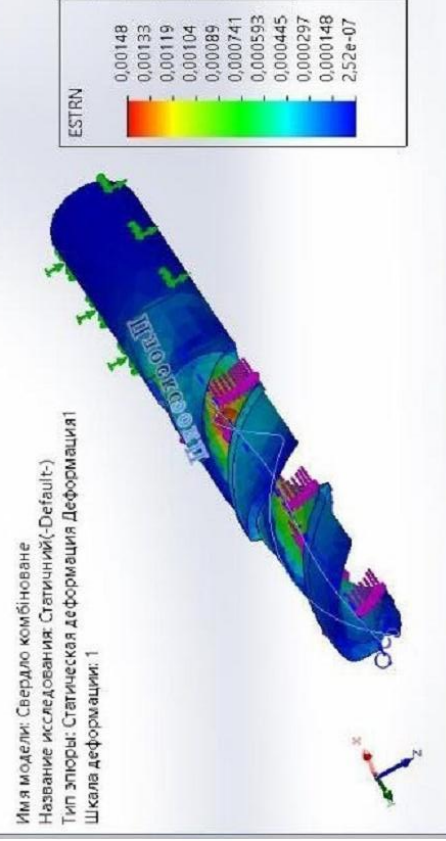
Инд. № подл.

КНУ.КБР.131.24.1-22.ІАСІ

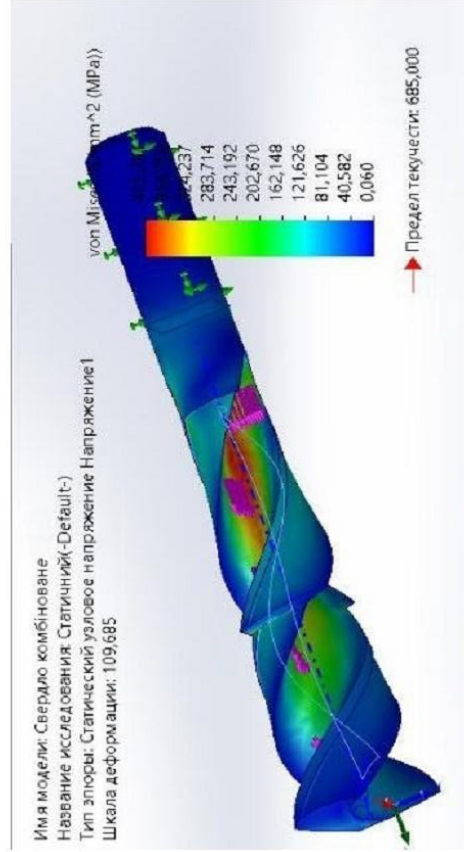
Кінцеві елементи (сітка)



Дослідження "Деформація" в SW Simulation



Дослідження "Напруження" в SW Simulation



КНУ.КБР.131.24.1-22.ІАСІ	
Лист	Масштаб
Инженерный анализ	12
специального ризального інструменту	Лист
	Листов 1
Контр. Рязанцев	Кафедра ТМ
Утв. Нечасов	зр. ПМ-20

Копіював

Формат А3

Лист пр.имен.

Справа №

Лист в дата

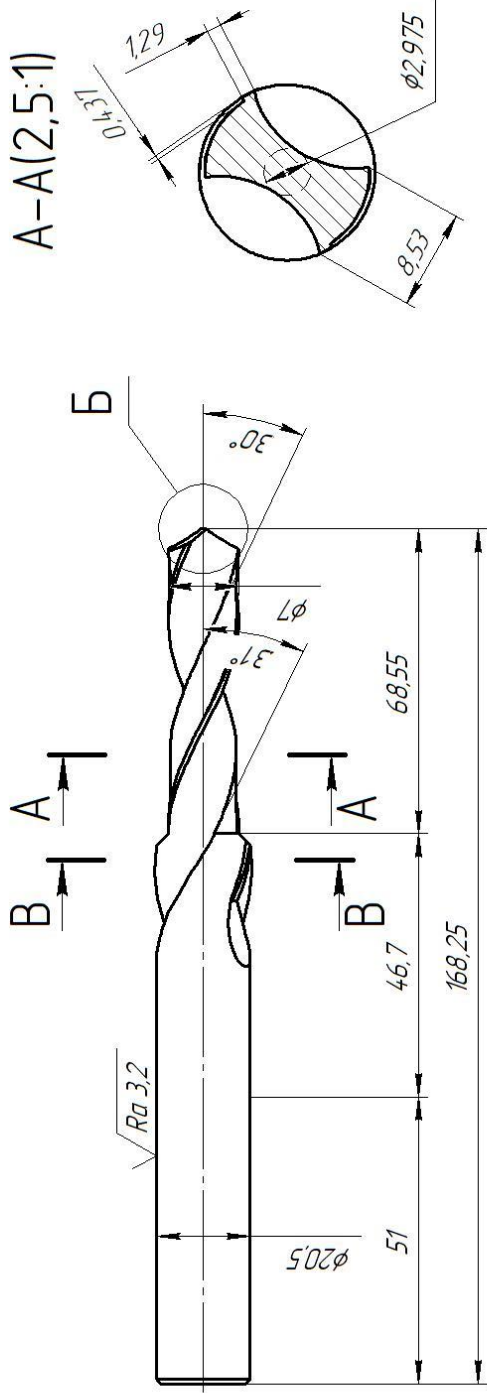
Инд. № удл.

Вам. инд. №

Инд. № подл.

КНУ.КБР.13124.1-22.КС

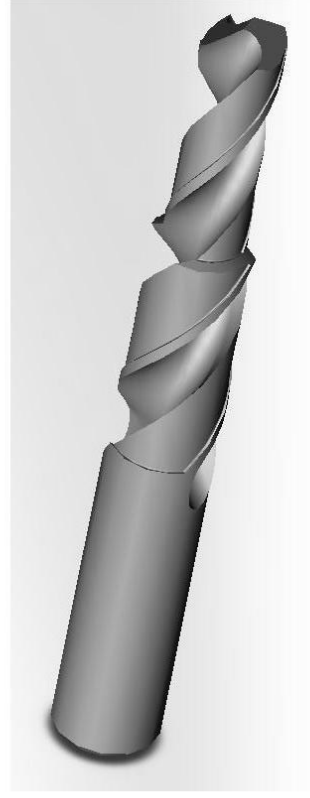
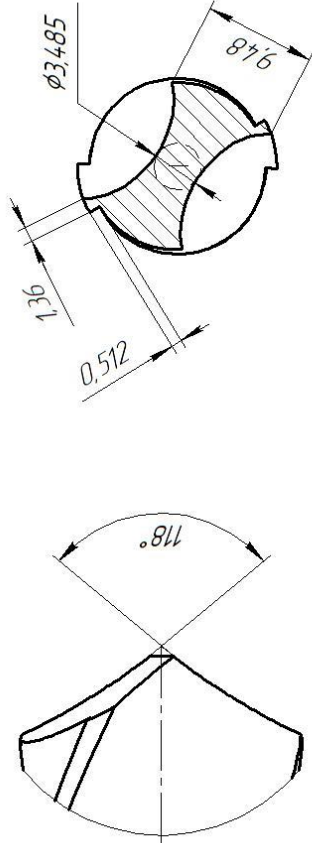
$\sqrt{Ra\ 6,3}$



A-A(2,5:1)

Б(4:1)

В-В(2,5:1)



- 1 Матеріал ріжучої частини – Р6М5
- 2 Матеріал хвостової частини – Сталь 40
- 3 Відповідно до ДСТУ 5756
- 4 Невказані граничні відхилення Н12, h12, ± 2.
- 5 Маркувати: діаметри сверла, марку сталі

КНУ.КБР.13124.1-22.КС		Лист	Масштаб
Комбіноване свердло		1/1	
Взяв лист	№ докум.	Подп.	Дата
Розроб.	Виб.	Резонцев	
Т.компр.			
Н.компр.	Резонцев		
Утв.	Резонцев		
	Мендєєв		
	Кафедра ТМ		
	гр. ПМ-20		
	Формат А3		

Лист п/имен.

Лист №

Лист в дата

Инд. № дубл.

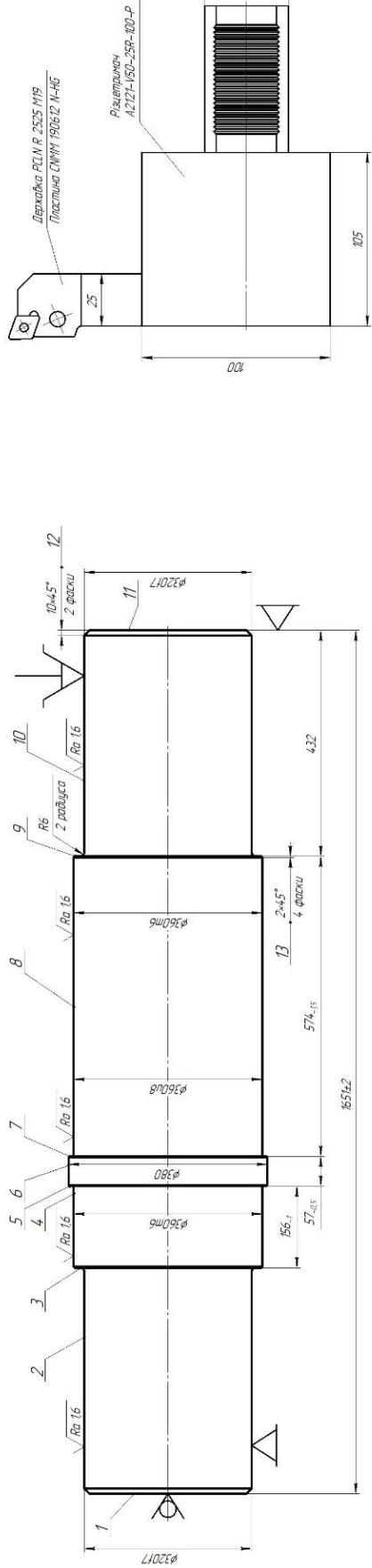
Взам. инд. №

Лист в дата

Инд. № подл.

Операция токарна з ЧПК, верстати моделей СК61100Д, 800VТ

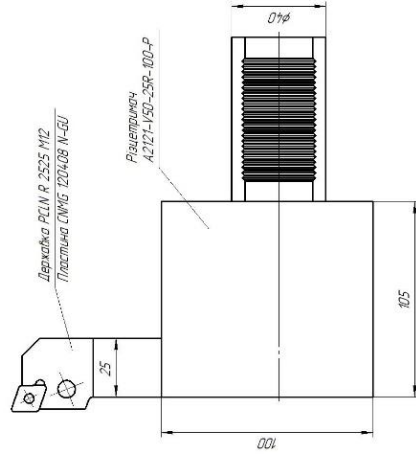
Поверхні обробки 1, 11, 3, 9, 5, 7, 2, 10, 4, 6, 8, 12, 13.



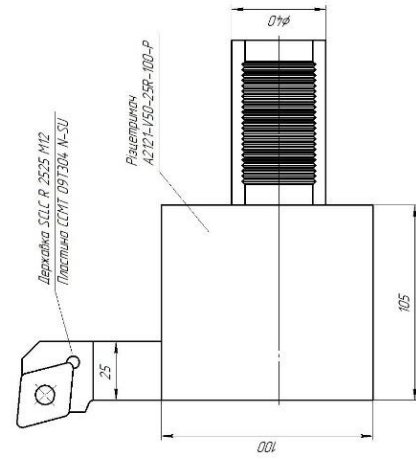
Інструментальний комплекс

Інструмент	Пластина (геометрія)	Матеріал пластины	Допоміжний інструмент
Провідний різьць PCLN R 2525 M19		Твердий сплав покривання АС820Р	Різецьничок AZ121-V50-25R-100-P
Провідний різьць PCLN R 2525 M12		Твердий сплав покривання АС820Р	Різецьничок AZ121-V50-25R-100-P
Провідний різьць STLC R 2525 M12		Твердий сплав покривання АС820Р	Різецьничок AZ121-V50-25R-100-P

Поверхні обробки 2, 10, 4, 6, 8.



Поверхні обробки 2, 10, 4, 6, 8.



КНУКБР 13124.1-22.И		Лист	11
Інструментальне заводська		Вид	11
на верстати СК61100Д, 800VТ		Вид	11
		Код ТМ	800VТ
		ВР	800VТ
		Лист	11

