

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

## КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка

на тему: Розробка інноваційних процесів конструкторсько - технологічної підготовки виготовлення деталі «Шестерня» головної передачі вантажного автомобіля КрАЗ – 260 з використанням САПР технологій

Виконала: магістрантка  
групи ПМ-23м  
Бабій Н.О.

Керівник КМР:  
к.т.н., доцент  
Рязанцев А.О.

Кривий Ріг  
2024 р.

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

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка

на тему: Розробка інноваційних процесів конструкторсько - технологічної підготовки виготовлення деталі «Шестерня» головної передачі вантажного автомобіля КрАЗ – 260 з використанням САПР технологій

Виконала магістрантка гр. ПМ-23м

\_\_\_\_\_ (підпис)

Бабій Н.О.

Керівник КМР

\_\_\_\_\_ (підпис)

Рязанцев А.О.

Нормоконтроль

\_\_\_\_\_ (підпис)

Нечаєв В.П.

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ (підпис)

Рязанцев А.О.

м. Кривий Ріг  
2024 р.

Криворізький національний університет  
Факультет: механічної інженерії та транспорту  
Кафедра: технології машинобудування  
Ступінь вищої освіти: магістр  
Спеціальність: 131 Прикладна механіка  
Освітньо-професійна програма: Технології машинобудування

Затверджую  
Зав. кафедри доцент, к.т.н., Рязанцев А.О.

---

(підпис)

---

(дата)

## **ЗАВДАННЯ** на кваліфікаційну магістерську роботу

Магістрантки гр. ПМ-23м Бабій Наталії Олександрівни

Тема: Розробка інноваційних процесів конструкторсько -технологічної підготовки виготовлення деталі «Шестерня» головної передачі вантажного автомобіля КрАЗ – 260 з використанням САПР технологій  
**1.**

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

Затверджена наказом по КНУ № 858с від «   » вересня 2024 р.

**2. Термін подання магістрантом закінченої роботи** \_\_\_\_\_ р.

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

**4. Зміст пояснювальної записки:** 1 Розробка та узгодження технічного завдання. 2 Проектування технологічного процесу складання. 3 Технологічна підготовка виробництва виробу. 4 Моделювання та програмування операцій механічної обробки. 5 Конструкторська підготовка виробництва. 6 Організаційно-економічна підготовка виробництва. 7 Комплексна оцінка ефективності проектних рішень з використанням інноваційно-наукових ресурсів

**5. Перелік графічного матеріалу:** 1. Складальне креслення. 2. Шестерня. 3. Шестерня (штамповка покована). 4. Ескізи операцій. 5. Верстатно-інструментальне налагодження. 6. Верстатне пристосування. 7. Контрольне пристосування. 8. Наукова частина.

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Організаційно-економічна підготовка виробництва	к.т.н., доцент		

## 7. Календарний план:

Розділи пояснювальної записки	Термін виконання
1 Розробка та узгодження технічного завдання	20.09.2024
1.1 Технічне завдання та аналіз вихідних даних	21.09.2024
1.2 Службове призначення виробу	23.09.2024
2 Проектування технологічного процесу складання	30.09.2024
3 Технологічна підготовка виробництва виробу	03.10.2024
3.1 Техніко-економічний аналіз вихідних даних для обробки деталі	07.10.2024
3.2 Проектування технологічного процесу обробки деталі	17.10.2024
4 Моделювання та програмування операцій механічної обробки	19.10.2024
5 Конструкторська підготовка виробництва	24.10.2024
6 Організаційно-економічна підготовка виробництва	28.10.2024
6.1 Техніко-економічне обґрунтування варіантів маршруту технологічного процесу	06.11.2024
6.2 Реконструкція механоскладального цеху	11.11.2024
6.3 Вибір та обґрунтування засобів та регламентів забезпечення охорони праці, безпеки життєдіяльності, екологічних вимог виробничих процесів	16.11.2024
7 Комплексна оцінка ефективності проектних рішень з використанням інноваційно-наукових ресурсів	20.11.2024
Висновки	25.11.2024
Додатки	27.11.2024
Попередній захист	10.12.2024

Дата видачі завдання: «\_\_\_» вересня 2024 р.

Завдання видав керівник  
кваліфікаційної магістерської роботи \_\_\_\_\_ / Рязанцев А.О./

Завдання отримала магістрантка \_\_\_\_\_ / Бабій Н.О./

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.			
							Подп.	Дата		
				<u>Документація</u>						
A4		1	КНУ.КМР.131.24.1-01.ПЗ	Пояснювальна записка	1					
A4		2		Альбом тех. карт на ТП	1					
A4		3		Альбом тех. карт на СК	1					
A4		4		Альбом тех. карт на ТК	1					
				<u>Креслення</u>						
A1		5	КНУ.КМР.131.24.1-01.Ш	Шестерня	1					
A1		6	КНУ.КМР.131.24.1-01.ЕО	Ескізи операцій	2					
A3		7	КНУ.КМР.131.24.1-01.КШ	Шестерня (штамповка)	1					
A2		8	КНУ.КМР.131.24.1-01.СК	Складальне креслення	1					
A1		9	КНУ.КМР.131.24.1-01.ВІН	Верстатно-інструментальне налагоджування	1					
A3		10	КНУ.КМР.131.24.1-01.05.ПВ	Пристосування верстатне	1					
A3		11	КНУ.КМР.131.24.1-01.05.ПК	Пристосування контрольне	1					
A1		12	КНУ.КМР.131.24.1-01.06.ПЦ	План цеху	1					
A2		13	КНУ.КМР.131.24.1-01.07.НЧ	Наукова частина	1					
<b>КНУ.КМР.131.24.1-01.В0</b>										
Изм.	Лист	Підвк.им.	Подп.	Дата	<b>Відомість об'єму КМР</b>			Лит.	Лист	Листов
Разрад.	Еадіи							Н	1	1
Пров.	Рязанцев							<b>Кафедра ТМ гр. ПМ-23М</b>		
Н.контр.	Нечаєв									
Утв.	Рязанцев									

## РЕФЕРАТ

Тема роботи: «Розробка інноваційних процесів конструкторсько - технологічної підготовки виготовлення деталі «Шестерня» головної передачі вантажного автомобіля КраЗ – 260 з використанням САПР технологій»

Об'єкт дослідження – прискорення конструкторсько-технологічної підготовки виробництва деталі «Шестерня», яка є складовою частиною вузла мосту трансмісії вантажного автомобіля КраЗ-260.

Мета роботи: Розробити прогресивний технологічний процес для виготовлення цієї деталі, та підвищення експлуатаційних властивостей деталі.

Виходячи з річної програми, обрано тип виробництва, розроблено маршрутні та операційні технологічні процеси, а також вибрано необхідне обладнання та ріжучий інструмент. Окрім того, проведено розрахунок та вибір припусків на обробку і режимів різання.

При проектуванні використані елементи САПР, а саме SOLIDWORKS, FeatureCAM.

У конструкторській частині було виконане завдання на проектування верстатного та контрольного оснащення

У будівельній частині наведена характеристика будівлі цеху та її елементів.

У організаційній частині виконано розрахунок чисельності працівників та фонду заробітної плати.

У розділі охорона праці та екологія виробництва запропоновано заходи для покращення умов праці та проведено розрахунок рівня звукопоглинання в приміщеннях після акустичної обробки.

В науковій частині було виконане завдання поліпшення методики виготовлення деталі, підвищення якості поверхневого шару матеріалу та запропонована новітня технологія для агрегатного заводу ПрАТ «Укренергоремонт».

Дипломний проект виконано за тематикою, запропонованою агрегатним заводом.

МЕХАНІЧНА ОБРОБКА, НАЛАГОДЖУВАННЯ, ПРОГРАМУВАННЯ, МОДЕЛЬ, РЕКОНСТРУКЦІЯ, ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ, ТЕРМІЧНА ОБРОБКА, ВАКУУМ, ГОЛОВНА ПЕРЕДАЧА

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-01Р</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Бабій</i>				<i>Реферат</i>	<i>Лит.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Рязанцев</i>					<i>Н</i>	<i>1</i>	
<i>Н. Контр.</i>	<i>Нечасів</i>				<i>Каф. ТМ</i>			
<i>Затверд.</i>	<i>Рязанцев</i>				<i>гр. ПМ-23м</i>			

## ABSTRACT

Topic of the work: "Development of innovative processes of design and technological preparation for the manufacture of the part "Gear" of the main transmission of the KrAZ-260 truck using CAD technologies"

The object of the study is to accelerate the design and technological preparation for the production of the part "Gear", which is a component of the transmission bridge assembly of the KrAZ-260 truck.

Purpose of the work: To develop a progressive technological process for the manufacture of this part, and to improve the operational properties of the part.

Based on the annual program, the type of production was selected, route and operational technological processes were developed, and the necessary equipment and cutting tools were selected. In addition, the calculation and selection of machining allowances and cutting modes were carried out.

CAD elements were used in the design, namely SOLIDWORKS, FeatureCAM.

In the design part, the task of designing machine and control equipment was completed

In the construction part, the characteristics of the workshop building and its elements are given.

In the organizational part, the calculation of the number of employees and the payroll was performed.

In the section on labor protection and production ecology, measures were proposed to improve working conditions and the level of sound absorption in the premises after acoustic treatment was calculated.

In the scientific part, the task of improving the manufacturing method of the part, improving the quality of the surface layer of the material, and the latest technology for the aggregate plant of PrJSC "Ukrenergoremont" was proposed.

The diploma project was completed on the topic proposed by the aggregate plant.

MECHANICAL PROCESSING, ADJUSTMENT, PROGRAMMING, MODEL, RECONSTRUCTION, DIPLOMA PROJECT, HEAT TREATMENT, VACUUM, MAIN GEAR

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-01.P</i>	<i>Арк.</i>
<i>Эмн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>12</i>

## ЗМІСТ

### ВСТУП

#### 1 РОЗРОБКА ТА УЗГОДЖЕННЯ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

1.1 Технічне завдання та аналіз вихідних даних

1.2 Службове призначення об'єкту проектної задачі

#### 2 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СКЛАДАННЯ

2.1 Розрахунок лінійних та кутових розмірних ланцюгів

#### 3 ТЕХНОЛОГІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА ВИРОБУ

3.1 Техніко-економічний аналіз вихідних даних для обробки деталі

3.1.1 Службове призначення деталі. Вибір матеріалу і варіантів замін

3.1.2 Аналіз якості поверхонь деталей

3.1.3 Технічний контроль робочого креслення

3.1.4 Аналіз технологічності деталі

3.1.4.1 Якісний аналіз технологічності

3.1.4.2 Кількісний аналіз технологічності

3.1.5 Вибір типу виробництва. Задачі проектування. Пропозиції щодо удосконалення

3.1.5.1 Вибір типу виробництва та методу роботи деталі

3.1.5.2 Вибір діючого заводського чи типового технологічного процесу. Задачі проектування. Пропозиції щодо удосконалення ТП

3.2 Проектування технологічного процесу обробки деталі

3.2.1 Вибір, техніко-економічне обґрунтування та проектування заготовок

3.2.2 Проектування заготовок

3.2.3 Вибір та обґрунтування баз

3.2.4 Розробка маршруту обробки деталі

3.2.5 Вибір міжопераційних розмірів і припусків на обробку

3.2.6 Розробка технологічної операції

3.2.6.1 Вибір режимів різання, нормування технологічних операцій

#### 4 МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ ОПЕРАЦІЙ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

4.1 Розробка верстатно-інструментального налагодження та розрахунково-технічної карти для операції на верстатах з ЧПК

4.1.1 Ескіз заготовки та карта ескізу обробки

4.1.2 Відомості про використаний інструмент

4.1.3 Допоміжний інструмент

4.1.4 Вимірювальний інструмент

4.1.5 Результати встанови різального та допоміжного інструментів

4.2 Робота з проміжними файлами, вибір системи ЧПК, постпроцесора та отримання керуючих програм

4.3 Візуалізація та перевірка керуючих програм

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-013</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Бабій</i>				<i>Зміст</i>	<i>Лит.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Рязанцев</i>					<i>Н</i>	<i>1</i>	
<i>Н. Контр.</i>	<i>Нечасів</i>				<i>Каф. ТМ гр. ПМ-23м</i>			
<i>Затверд.</i>	<i>Рязанцев</i>							



5 КОНСТРУКТОРСЬКА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА \_\_\_\_\_

5.1 Проектування верстатного оснащення \_\_\_\_\_

5.2 Проектування контрольного оснащення \_\_\_\_\_

6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА \_\_\_\_\_

6.1 Реконструкція механоскладального цеху/дільниці \_\_\_\_\_

6.1.1 Вихідні дані для реконструкції \_\_\_\_\_

6.1.2.Компонування і планування виробничих площ цеху \_\_\_\_\_

6.1.3 Визначення допоміжних площ цеху \_\_\_\_\_

6.2 Охорона праці та екологія виробництва \_\_\_\_\_

6.2.1 Аналіз умов праці \_\_\_\_\_

6.2.2 Інженерні засоби захисту \_\_\_\_\_

6.2.2.1 Розрахунок аерації в будівлі (цеху) в теплий період року \_\_\_\_\_

6.2.2.2 Розрахунок природного та штучного освітлення \_\_\_\_\_

6.2.2.3 Часткові методи інженерної безпеки, що застосовуються на виробництві \_\_\_\_\_

6.2.2.4 Розрахунок величини звукопоглинання в приміщеннях після акустичної обробки \_\_\_\_\_

6.2.2.5 Первинні засоби пожежогасіння \_\_\_\_\_

6.2.2.6 Пожежна сигналізація \_\_\_\_\_

6.2.2.7 Засоби індивідуального захисту \_\_\_\_\_

6.3 Розрахунки ключових техніко-економічних показників \_\_\_\_\_

6.3.1 Виробничий план \_\_\_\_\_

6.3.1.1 Вибір і розрахунок потреби в підйомно-транспортних засобах \_\_\_\_\_

6.3.1.2 Визначення потрібної виробничої площі дільниці \_\_\_\_\_

6.3.1.3 Визначення вартості основних виробничих фондів дільниці і величини амортизаційних відрахувань \_\_\_\_\_

6.3.1.4 Визначення в потребах матеріалу \_\_\_\_\_

6.3.1.5 Визначення величини енергетичних витрат \_\_\_\_\_

6.3.2 Організаційний план \_\_\_\_\_

6.3.2.1 Визначення чисельності персоналу \_\_\_\_\_

6.3.2.2 Розрахунок планового фонду заробітної плати та визначення її за категоріями робітників \_\_\_\_\_

7 ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ВАРІАНТУ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ \_\_\_\_\_

7.1 Вибір та обґрунтування рекомендацій щодо використання термічної обробки базового технічного процесу \_\_\_\_\_

7.1.1 Аналіз заводської термічної обробки \_\_\_\_\_

7.1.2 Вибір та обґрунтування альтернативного варіанту застосування термічної обробки деталі «Шестерня» \_\_\_\_\_

7.1.3 Вибір обладнання для вакуумної термічної обробки \_\_\_\_\_

7.1.4 Спеціалізований технічний процес вакуумної термічної обробки \_\_\_\_\_

ВИСНОСКИ \_\_\_\_\_

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ \_\_\_\_\_

ДОДАТКИ \_\_\_\_\_

					КНУ.КМР.131.24.1-01.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		1.2

## ВСТУП

В сучасному світі стрімкого розвитку технологій особливо важливою стає необхідність постійного аналізу та впровадження інноваційних процесів у конструкторсько-технологічній сфері. Зміни на ринку продукції та послуг вимагають від підприємств нового підходу, спрямованого на підвищення ефективності та конкурентоспроможності.

Магістерська робота має на меті дослідити актуальність впровадження інновацій у вищезазначеній сфері, а також розглянути основні методи та інструменти, які сприятимуть успішній реалізації цього процесу. В рамках дослідження буде проведено аналіз сучасного стану ринку, виокремлено ключові проблеми та запропоновано стратегії інноваційного розвитку підприємств.

Питання, які характерні для технології виробництва спеціалізованих галузей, будуть висвітленні для повного представлення інноваційних процесів у конструкторсько-технологічній сфері, а саме: проектування технологічного процесу окремо взятої деталі, технологічна підготовка виробництва виробу, моделювання та програмування операцій механічної обробки, конструкторська підготовка виробництва, організаційно-економічна підготовка виробництва, вибір та проектування альтернативного варіанту покращення термічної обробки у виробництві.

Таким чином, вивчення даної теми дозволить зрозуміти важливість інновацій для підприємств у сучасному глобальному світі та визначити оптимальні шляхи їх впровадження.

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-01.В</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Бабій</i>				<i>Вступ</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Рязанцев</i>					<i>Н</i>	<i>1</i>	
<i>Н. Контр.</i>	<i>Нечасів</i>					<i>Каф. ТМ гр. ПМ-23м</i>		
<i>Затверд.</i>	<i>Рязанцев</i>							

# 1 РОЗРОБКА ТА УЗГОДЖЕННЯ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

Отримавши завдання розробки інноваційних процесів конструкторсько-технологічної підготовки виготовлення деталі "Шестерня" головної передачі вантажного автомобіля КраЗ-260 (рис. 1.1), та конструкторського креслення деталі "Шестерня", проведемо розробку та узгодження технічного завдання та аналізу даної деталі [1-2].

## 1.1 Технічне завдання та аналіз вихідних даних

Шестерня головної передачі є важливою складовою частиною трансмісії автомобіля КраЗ. Вона виконує функцію передачі обертового моменту від ведучого валу до ведучих коліс і є критично важливою для забезпечення ефективної роботи автомобіля в умовах високих навантажень, особливо при перевезенні важких вантажів та експлуатації в складних дорожніх умовах. Розробка технічного завдання (ТЗ) на шестерню головної передачі передбачає врахування всіх факторів, що впливають на її експлуатаційні характеристики, довговічність і надійність. Це завдання визначає вимоги до матеріалів, конструкції, точності виготовлення, методів обробки та перевірки деталі.

Метою розробки технічного завдання є визначення чітких і детальних вимог до шестерні головної передачі, що забезпечать її високу надійність, зносостійкість і відповідність умовам експлуатації автомобіля КраЗ. Завдання повинно містити всі необхідні технічні характеристики, включаючи матеріали, розміри, точність виготовлення, вимоги до термічної обробки та інші аспекти, що впливають на якість і ефективність роботи головної передачі.

Перед розробкою технічного завдання необхідно врахувати наступні вихідні дані:

Тип і модель автомобіля КраЗ: Вантажні автомобілі КраЗ, як правило, працюють в умовах високих навантажень і на складних ділянках доріг (бездоріжжя, нерівності), що потребує високої міцності та зносостійкості головної передачі.

Потужність двигуна: Параметри двигуна визначають максимальні значення обертового моменту, що передаються через головну передачу, а отже, впливають на вибір матеріалів та геометрії зубців шестерні.

Передавальне число головної передачі: Це число визначає швидкість обертання коліс у порівнянні з обертанням ведучого валу і має бути оптимально підібране для забезпечення якості руху автомобіля в різних умовах.

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-01.01.РЧТЗ</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>	<i>Бабій</i>				<i>Лит.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Рязанцев</i>				<i>Н</i>	<i>1</i>	
<i>Н. Контр.</i>	<i>Нечасів</i>				<i>Каф. ТМ гр. ПМ-23м</i>		
<i>Затверд.</i>	<i>Рязанцев</i>						
<i>Розробка та узгодження технічного завдання</i>							

Умови експлуатації: Шестерня головної передачі має працювати в складних умовах, таких як важкі навантаження, високі або низькі температури, вологість, агресивні середовища (наприклад, в умовах снігу, бруду, піску) та високі динамічні навантаження при різких маневрах.

Вимоги до надійності: Головна передача повинна забезпечувати тривалу безперебійну роботу протягом всього терміну служби автомобіля.

Необхідно визначити передавальне число для головної передачі, яке відповідає тяговим характеристикам автомобіля. Це число визначатиметься на основі потужності двигуна, необхідної швидкості та крутного моменту. Для головної передачі застосовуються круговий зуб (для забезпечення більш плавної передачі моменту і зниження шуму). Вибір типу зубців залежить від вимог до зносостійкості і точності виготовлення. Шестерня повинна мати точно розраховані геометричні параметри зубців (крок, форма, діаметр ділильного кола). Точність виготовлення цих параметрів має бути на рівні допустимих норм за ДСТУ або міжнародними стандартами. Зубці повинні бути виготовлені з матеріалів, що володіють високою твердістю та зносостійкістю. Після термічної обробки шестерня повинна витримувати великі навантаження, не деформуючись. Основний матеріал для шестерні — легована сталь (наприклад, 12ХН3А або 20ХН3А). Матеріал має бути з високим вмістом вуглецю та легуючих елементів, щоб забезпечити необхідну зносостійкість і міцність на зсув. Для досягнення високої твердості і зносостійкості необхідно провести термічну обробку, зокрема загартування і відпуск, що дозволяє досягти оптимальної комбінації міцності і пластичності матеріалу.

Дана деталь має бути виготовлена за допомогою точних методів обробки, таких як зубофрезерування або шліфування, що дозволяє досягти необхідної точності зубців та мінімізувати похибки. Визначення точності виготовлення, в тому числі допусків на геометрію зубців, є критичним для забезпечення ефективної і безшумної роботи головної передачі. Зазвичай це 3-4 клас точності для зубців. Кожна виготовлена шестерня повинна проходити контроль на точність зубців, їх форму та міцність. Для цього використовуються спеціальні вимірювальні прилади та методи, наприклад, вимірювання на координатно-вимірювальних машинах.

Шестерня повинна витримувати значні механічні навантаження без деформації чи значного зносу в умовах постійного тертя. Враховуючи можливі коливання температури в умовах експлуатації, шестерня повинна бути здатною функціонувати в широкому діапазоні температур. Необхідно забезпечити шестерню додатковим захистом від корозії, наприклад, через покриття або вибір матеріалу з підвищеною корозійною стійкістю, оскільки автомобіль може експлуатуватися в умовах підвищеної вологості або в агресивних середовищах.

В плані надійності та довговічності дана деталь повинна витримувати великі ударні навантаження при зміні напрямку руху автомобіля або під час різкого старту чи гальмування. Передача повинна бути здатною

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-01.01.РЧТЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		12

функціонувати без серйозних поломок протягом тривалого часу (ресурс шестерні головної передачі має бути не менше 200 000 км пробігу).

Технічне завдання має бути узгоджене з наступними сторонами:

Конструкторський відділ: для перевірки правильності обраних параметрів і вимог до конструкції шестерні.

Технологічний відділ: для уточнення можливостей виготовлення деталі з урахуванням матеріалів, технології обробки та доступного устаткування.

Контроль якості: для забезпечення високого рівня перевірок на всіх етапах виготовлення.

Експлуатаційні служби: для підтвердження відповідності вимогам реальних умов експлуатації автомобіля.



Рисунок 1.1 – Загальний вигляд автомобілю КрАЗ-260

## 1.2 Службове призначення об'єкту проектної задачі

На машині застосована трансмісія, що є сукупністю агрегатів і механізмів, що передають і перетворюють за величиною та напрямком крутний момент від двигуна до колес. Схема та склад трансмісії машини зображені на малюнку 1.2.

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-01.01.РЧТЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

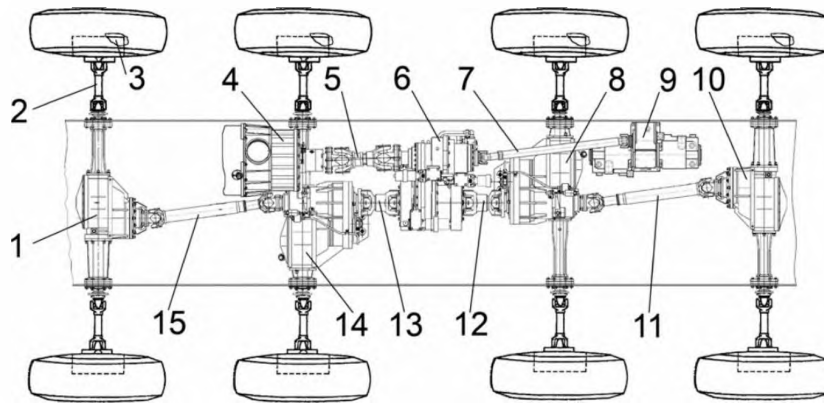


Рисунок 1.2 – Схема трансмісії

1 – перший міст; 2 – карданний вал приводу колісного редуктора; 3 – колісний редуктор; 4 – редуктор вхідний та коробка передач; 5 - карданний вал проміжний; 6 – коробка роздавальна; 7 – карданний вал приводу редуктора насосів водохідного рушія; 8 – третій міст; 9 – редуктор насосів водохідного рушія; 10 – четвертий міст; 11 - карданний вал четвертого мосту; 12 - карданний вал приводу третього мосту; 13 – вал карданний приводу другого мосту; 14 – другий міст; 15 – карданний вал приводу першого мосту

Вхідний редуктор у блоці з коробкою передач встановлений після двигуна та призначений для з'єднання двигуна з коробкою передач.

Роздавальна коробка (РК) встановлена після КП і служить для роздачі моменту, що крутить, від силового агрегату на провідні мости і водохідний рушій, для зміни тягових зусиль на провідних колесах. РК забезпечує також гальмування машини під час стоянки.

Всі мости встановлені всередині корпусу машини і кріпляться у ньому у трьох місцях кожен болтами за фланець кожуха моста через гумові прокладки болтами через фланці 6 кільце ущільнювача і гумову прокладку до листів основи корпусу. На бонках днища корпусу встановлюються гумові подушки, затиснуті міжбоймою і планкою за допомогою шайб регульовальних і болтів. У гумові подушки входять кронштейни мостів.

На машині встановлено чотири провідні мости, які служать для передачі крутного моменту від роздавальної коробки до колісних редукторів. Крім того, вони перерозподіляють передані моменти між самими мостами та колісними редукторами залежно від припадає на них навантажень. На машині встановлено мости двох типів: два непрохідні

(перший та четвертий) та два прохідні (другий та третій),

Непрохідні мости (перший та четвертий) передають та перерозподіляють моменти міжколісні редуктори, а прохідні (другий і третій), крім того, служать для передачі моментів від роздавальної коробки до непрохідних мостів і перерозподілу моментів міжмостами.

Непрохідні мости мають однакові головні передачі, диференціали підвищеного тертя, картери мостів, кожухи півосей, півосі і відрізняються один від одного масло відгінними кільцями, що робить їх незамінними.

					КНУ.КМР.131.24.1-01.01.РЧТЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Прохідні мости мають однакові головні передачі, диференціали, картери мостів, кожухи півосей, півосі, шестерні приводу головної передачі та відрізняються масляними насосами, трубопроводами та кришками, на які вони встановлюються. Прохідні мости також незамінні.

На насосах прохідних мостів встановлені датчики, що сигналізують про наявність тиску в системі і, отже, про справність насоса та масляних магістралей. Міжосьовий диференціал, встановлений на прохідних мостах, блокується за допомогою зубчастої муфти, системи важелів та пневмоциліндра. Датчик, встановлений на картері моста, сигналізує про включення блокування мосту

Деталь «Шестерня» водить до складу вузла автомобільного мосту (рис. 1 3). Міст являє собою — конструктивний елемент автомобіля, що з'єднує між собою колеса однієї осі. коліс. На автомобілі це міст є останнім та першим.

Міст автомобіля служить для підтримання рами та кузова, передачі від них на колеса вертикального навантаження, а також для передачі від коліс на кузов штовхаючих, гальмівних та бокових зусиль.

В даному мосту є диференціал підвищеного тертя що передає обертання з одного джерела на два незалежні споживачі так, що кутові швидкості обертання джерела і обох споживачів можуть бути різними і їхнє співвідношення може бути непостійним, але відношення швидкості обертання джерела до суми швидкостей обох споживачів залишається постійним.

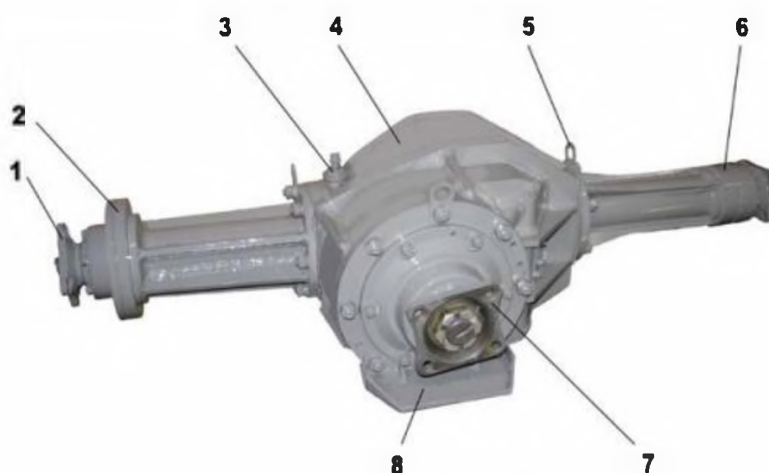


Рисунок 1.3 – Перший міст

1 – фланець для з'єднання з карданним валом приводу редукторів колісних; 2 – фланець кріплення моста до борту корпусу; 3 – пробка із сапуном для перевірки рівня олії та заправки; 4 – картер головної передачі; 5 – кільце для закріплення моста під час транспортування; 6 – місце встановлення ущільнювального кільця та фланців; 7 – фланець для з'єднання з карданним валом від другого (третього) мосту; 8 – кронштейн кріплення моста до днища корпусу

					КНУ.КМР.131.24.1-01.01.РУТЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Шестерня (рис. 1.4) є однією складовою головної передачі приводу трансмісії та призначена збільшувати крутні момент, що передається від роздавальної коробки до ведучих коліс.

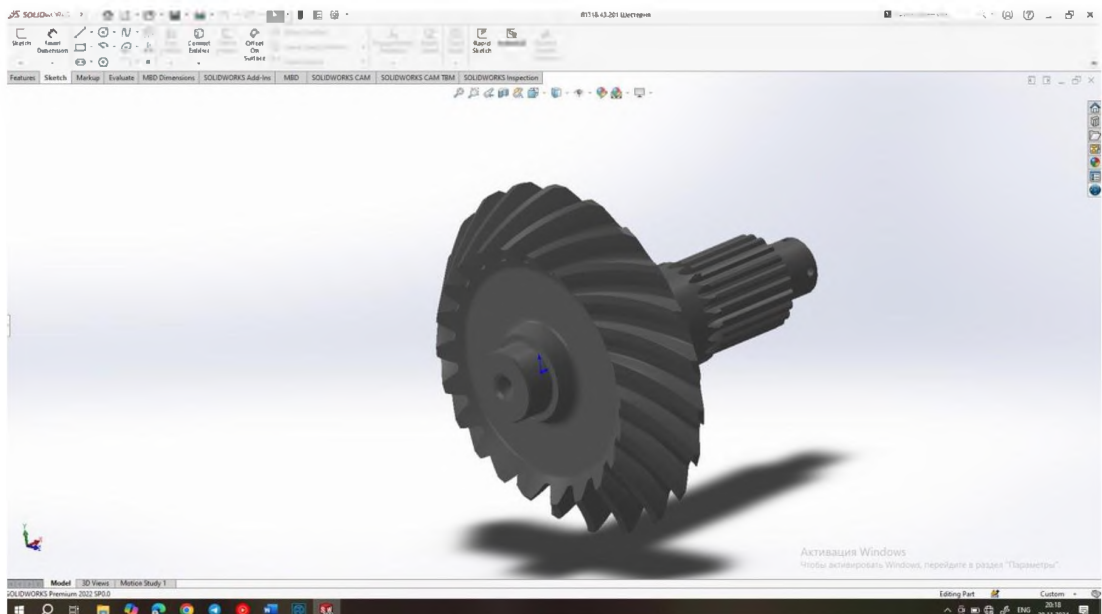


Рисунок 1.4 – Деталь «Шестерня»

Висновок: Технічне завдання має враховувати всі аспекти, від вибору матеріалів до технології виробництва, що забезпечить високу зносостійкість, міцність і довговічність головної передачі в реальних умовах експлуатації.

Забезпечення чітких і деталізованих вимог до матеріалів, технології виготовлення та контролю якості допоможе виготовити деталь, яка відповідає високим стандартам надійності та ефективності, що є критичним для автомобілів, що експлуатуються в складних умовах.

Розробка та узгодження технічного завдання на шестерню головної передачі автомобіля КРАЗ є важливим етапом у процесі вдосконалення та забезпечення надійності трансмісії.

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-01.01.РЧТЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16



## 2 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СКЛАДАННЯ

На основі складального креслення (рис. 2.1) та специфікації (табл. 2.1) даного вузла, складаємо схему складального з'єднання, тип з'єднання (табл. 2.2), яка показує порядок комплектації окремих вузлів (табл. 2.3) та деталей. На основі схеми складання даного вузла складаємо технологічну карту складання, яка представлена у вигляді таблиці, що приведена нижче у вигляді таблиці 2.4 [3].

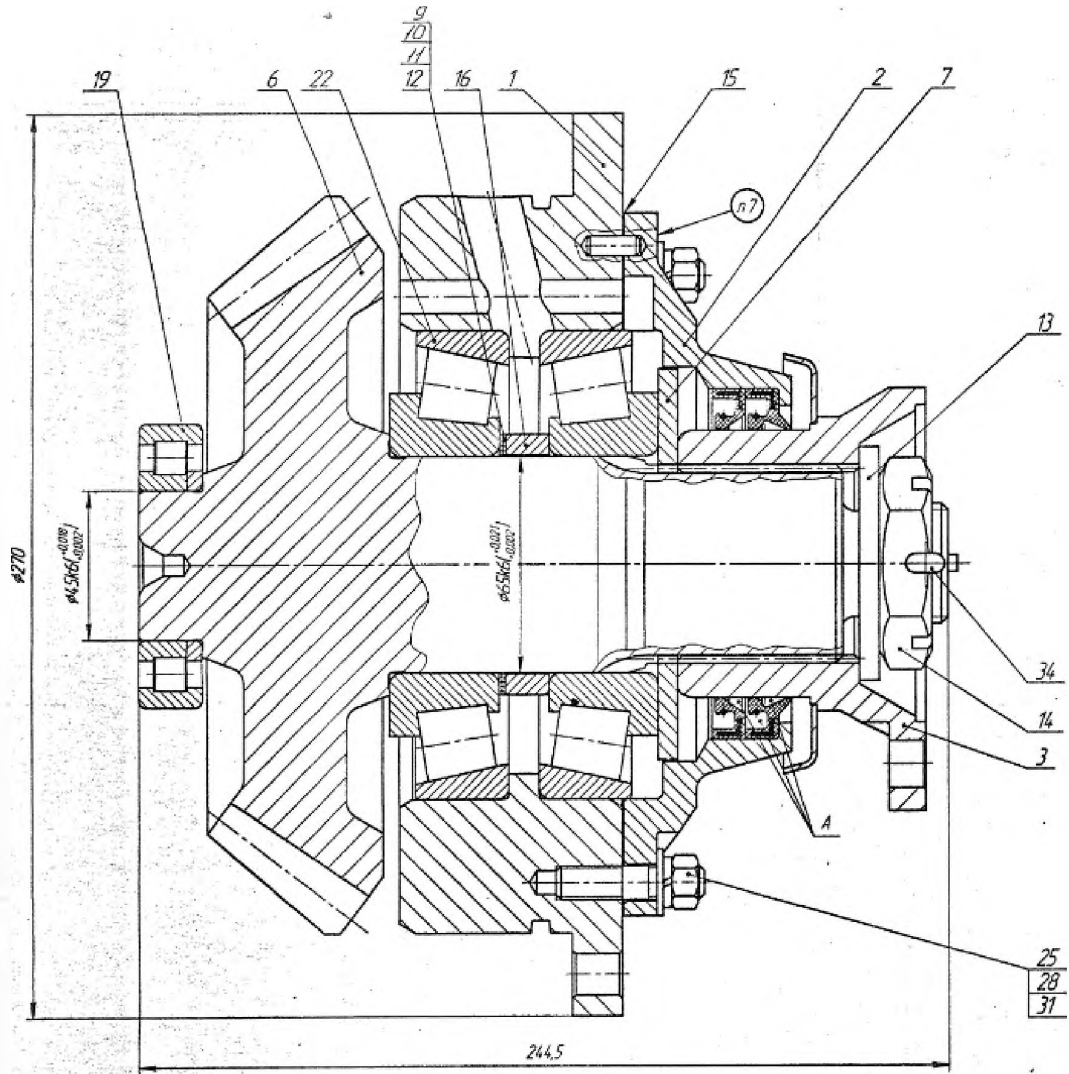


Рисунок 2.1 – Схема складання вузла

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-01.02.ПТПС</i>		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Бабій				Лит.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Рязанцев				Н	1	
Н. Контр.	Нечасв				Каф. ТМ гр. ПМ-23М		
Затверд.	Рязанцев						
Проекткування технологічного процесу складання							

Таблиця 2.1 –структура розглядаемого виробу

№ позиції деталі	Найменування деталі	Кількість деталей, шт.
1	Муфта	1
2	Кришка	1
3	Фланець	1
6	Шестерня	1
7	Кільце маслосгінне	1
9-12	Прокладка регулююча	4
13	Шайба	1
14	Гайка	6
15	Прокладка	1
16	Кільце	2
19	Підшипник	1
22	Підшипник	2
25	Гайка	6
28	Шайба	6
31	Шайба	6
34	Шплінт	1

Таблиця 2.2 – Характеристика з'єднання

№ п/п	Деталі, що входять в з'єднання	Характеристика з'єднання
1	Підшипники, цапфа	нероз'ємне нерухоме циліндричне контактне
2	Корпус, підшипники, втулка, кільце	роз'ємне рухоме циліндричне контактне
3	Гайка різьбова, цапфа	роз'ємне нерухоме циліндричне різьбове

Таблиця 2.3 – Виявлення вузлів і їх базових елементів

№ п/п	Назва вузла	Позначення вузла
1	Муфта	зб 1
2	Кришка	зб 2
3	Фланець	зб 3

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-01.02.ПТПС</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2.2

Таблиця 2.4 – Послідовність складання основного вузла

№ з/п	Зміст переходу	Пристосування	Інструмент	$T_{шт.}$ , хв.
1	2	3	4	5
1	Встановити шестерню на стіл для комплектування			2
2	Встановити підшипник до упору	Низькотемпературна піч		10
3	Встановити набір прокладок			5
4	Встановити в муфту внутрішню обойму підшипника			5
5	запресувати	Гідропрес		2
6	Встановити маслозгінне кільце			1
7	Встановити в фланець шайбу			1
8	Затягнути гайку з моментом 300 Нм			3
9	Відкрутити гайку			2
10	Демонтувати шайбу			1
11	Нанести герметик			5
12	Встановити прокладку			1
13	Заложити в манжети змащення			7
14	Змастити шліці шестерні			2
15	Встановити кришку, шайби та гайки			3
16	Встановити шайбу та закріпити гайкою з моментом 300 Нм			5
17	Перевірити момент супротиву обертання муфти 2-2,8 Нм			1
18	Встановити шплінт то розвести кінці на грані гайки			2
19	Перевернути деталь			1
20	Напресувати підшипник	Гідропрес		5

## 2.1 Розрахунок лінійних та кутових розмірних ланцюгів.

Розрахунок розмірних ланцюгів необхідний для визначення допусків розмірів деталей, які входять в складальну одиницю.. Технолог, наряду з конструктором, несе відповідальність за якість машини, тому перш ніж розробляти технологічний процес на виготовлення деталі, він повинен впевнитися у правильності назначених допусків та посадок. Для цього він повинен перевірити правильність побудови розмірних ланцюгів,

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-01.02.ПТПС</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2.3

обґрунтування визначення точності вихідних ланок. У випадку виявлення похибки, необхідно узгодити з конструктором необхідні змінення

Точність складання залежить від точності розмірів, шорсткості, відхилення форми та розташування поверхонь в деталях, нерівномірним затягуванням кріпильних деталей, деформації і т.д. При виявленні розмірного ланцюга на складальному кресленні, спочатку необхідно визначити задачу, для вирішення якої створюється розмірний ланцюг. Призначення розмірного ланцюга – забезпечення зазору в передачі між шестернею вхідного валу і конічним зубчастим колесом. Замикаюча ланка в лінійному розмірному ланцюзі є зазор між підшипником та початком правої канавки в корпусі. Деталі, які впливають на вихідну ланку: корпус, підшипники втулка,. Проводимо розрахунок розмірного ланцюга методом max-min, при якому необхідно при збиранні забезпечити зазор для установки стопорних кілець для запобігання переміщенню зовнішньої обойми підшипників. Вихідні дані зображено на рисунку 2.2. Результат складання розмірного ланцюга наведено на рисунку 2.3 [4].

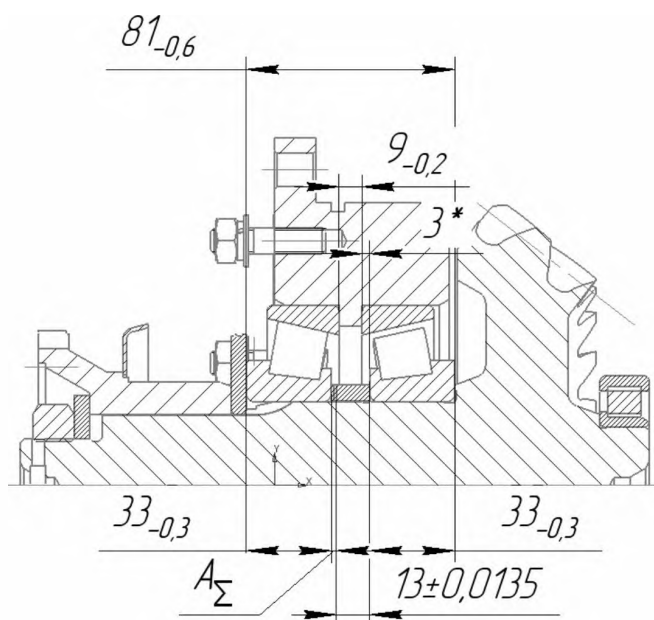


Рисунок 2.2 – Вихідні дані розрахункової ланки

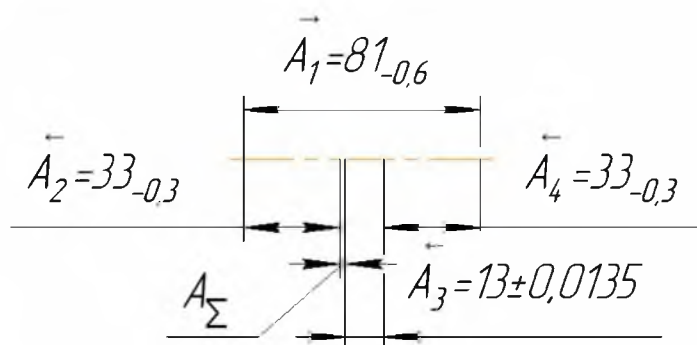


Рисунок 2.3 – Схема розмірного ланцюга

						КНУ.КМР.131.24.1-01.02.ПТПС	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			24

Вихідні дані розмірних ланок:

Ланка  $A_1 = 76+0,5$  мм це конструкторська замикаюча ланка деталі «Муфта»;

Ланка  $A_2 = A_4$  це ширина конічного радіальноупорного підшипника 7313A ISO 355:2019 яка згідно за технічним вимогам за ISO 199:2023 дорівнює  $33-0,3$  мм [5-6];

Ланка  $A_3 = 13+/-0,0135$  мм це габаритний розмір проставочної втулки.

Визначаємо направлення ланки (рис. 2.4):

Збільшують ланки:  $A_1$ ;

Зменшують ланки:  $A_2, A_3, A_4$ ;

Замикаючу ланка:  $A_{\Delta}$

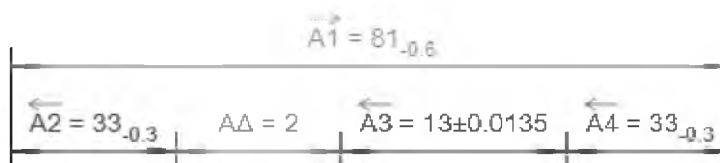


Рисунок 2.4 – Складений розмірний ланцюг

Визначення характеристик складових ланок розмірного ланцюга.  
Розрахунок граничних розмірів ланок розмірної ланцюга.

Найбільший розмір  $i$ -го ланки визначається за формулою 2.1:

$$A_{i\max} = A_i + Es(A_i) \quad (2.1)$$

де  $A_i$  - номінальне значення  $i$  ланки.

$$A_{1\max} = 81 + 0 = 81 \text{ мм}$$

$$A_{2\max} = 33 + 0 = 33 \text{ мм}$$

$$A_{3\max} = 13 + 0,0135 = 13,0135 \text{ мм}$$

$$A_{4\max} = 33 + 0 = 33 \text{ мм}$$

Найменший розмір  $i$ -го ланки визначається за формулою 2.2:

$$A_{i\min} = A_i + Ei(A_i) \quad (2.2)$$

$$A_{1\min} = 81 + (-0,6) = 80,4 \text{ мм}$$

$$A_{2\min} = 33 + (-0,3) = 32,7 \text{ мм}$$

$$A_{3\min} = 13 + (-0,0135) = 12,9865 \text{ мм}$$

$$A_{4\min} = 33 + (-0,3) = 32,7 \text{ мм}$$

Розрахунок допусків ланок розмірної ланцюга. Допуск  $i$ -го ланки розмірної ланцюга визначимо за формулою 2.3:

$$T(A_i) = Es(A_i) - Ei(A_i) \quad (2.3)$$

де  $Es(A_i)$  – верхнє відхилення ланки;

$Ei(A_i)$  – нижнє відхилення ланки;

$i$  – індекс ланки.

					КНУ.КМР.131.24.1-01.02.ПТПС	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

$$T(A_1) = 0,6 - 0 = 0,6 \text{ мм}$$

$$T(A_2) = 0 - (-0,3) = 0,3 \text{ мм}$$

$$T(A_3) = 0,0135 - (-0,0135) = 0,027 \text{ мм}$$

$$T(A_4) = 0 - (-0,3) = 0,3 \text{ мм}$$

Розрахунок координати середини поля допуску ланок розмірної ланцюга. Координата середини поля допуску визначається за формулою 2.4:

$$C(A_i) = \frac{Es(A_i) + Ei(A_i)}{2} \quad (2.4)$$

Тоді:

$$C(A_1) = \frac{Es(A_1) + Ei(A_1)}{2} = \frac{0,6 + 0}{2} = 0,3 \text{ мм}$$

$$C(A_2) = \frac{Es(A_2) + Ei(A_2)}{2} = \frac{0 + (-0,3)}{2} = 0,15 \text{ мм}$$

$$C(A_3) = \frac{Es(A_3) + Ei(A_3)}{2} = \frac{0,0135 + (-0,0135)}{2} = 0 \text{ мм}$$

$$C(A_4) = \frac{Es(A_4) + Ei(A_4)}{2} = \frac{0 + (-0,12)}{2} = 0,15 \text{ мм}$$

Визначення характеристик останньої ланки. Номінальне значення замикаючої ланки  $A_{\Delta}$  визначимо за формулою 2.5:

$$A_{\Delta} = \sum_{j=1}^n A_j - \sum_{q=1}^m A_q \quad (2.5)$$

де  $A_j$  – номінальний розмір будь-якого збільшує ланки;  
 $A_q$  – номінальний розмір будь-якого зменшує ланки;  
 $j$  – індекс збільшуючої ланки;  
 $q$  – індекс зменшуючої ланки;  
 $n$  – число збільшуючих ланок;  
 $m$  – число зменшуючих ланок.

Тоді для заданої розмірної ланцюга формула 2.5 набуває вигляду:

$$A_{\Delta} = A_1 - (A_2 + A_3 + A_4)$$

$$A_{\Delta} = 81 - (33 + 13 + 33) = 2 \text{ мм}$$

Допуск останнього у ланки  $A_{\Delta}$  визначимо за формулою 2.6:

$$T(A_{\Delta}) = \sum_{i=1}^k T(A_i) \quad (2.6)$$

де  $T(A_i)$  – допуск  $i$ -тої ланки ;  $i$  – індекс ланки;  $k$  – кількість ланок розмірного ланцюга.

					КНУ.КМР.131.24.1-01.02.ПТПС	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Тоді для заданої розмірного ланцюга формула 2.6 набуває вигляду

$$T(A_{\Delta}) = T(A_1) + T(A_2) + T(A_3) + T(A_4)$$
$$T(A_{\Delta}) = 0,6 + 0,3 + 0,027 + 0,3 = 1,227 \text{ мм}$$

Координата середини поля допуску останнього у ланки визначається за формулою 2.7:

$$C(A_{\Delta}) = \sum_{j=1}^n C(A_j) - \sum_{q=1}^m C(A_q) \quad (2.7)$$

де  $C(A_j)$  – координата середини поля допуску будь-якого збільшуючої ланки;  
 $C(A_q)$  – координата середини поля допуску будь-якого зменшуючої ланки;

$$C(A_{\Delta}) = A_1 - (A_2 + A_3 + A_4)$$
$$C(A_{\Delta}) = 0,3 - ((-0,15) + (-0,0135) + (-0,15)) = 0,6135 \text{ мм}$$

Граничні відхилення замикаючої ланки. Верхнє відхилення замикаючої ланки  $Es(A_{\Delta})$  визначимо за формулою 2.8:

$$Es(A_{\Delta}) = C(A_{\Delta}) + \frac{T(A_{\Delta})}{2} \quad (2.8)$$

Тоді:

$$Es(A_{\Delta}) = 0,6135 + \frac{1,227}{2} = 1,227 \text{ мм}$$

Нижня відхилення замикаючої ланки  $Ei(A_{\Delta})$  визначимо за формулою 2.9:

$$Ei(A_{\Delta}) = C(A_{\Delta}) - \frac{T(A_{\Delta})}{2} \quad (2.9)$$

Тоді:

$$Ei(A_{\Delta}) = 0,6135 - \frac{1,227}{2} = 0 \text{ мм}$$

Максимальні і мінімальні значення зазорів і натягів. Максимальний зазор визначається за формулою 2.10:

$$S_{\max} = \sum_{i=1}^n A_{\max_i} - \sum_{n+1}^{m-1} A_{\min_i} \quad (2.10)$$

Для заданої розмірної ланцюга формула (10) набуває вигляду:

$$S_{\max} = A_{1_{\max}} - (A_{2_{\min}} + A_{3_{\min}} + A_{4_{\min}})$$
$$S_{\max} = 81 - (32,7 + 12,9865 + 32,7) = 2,614 \text{ мм}$$

					КНУ.КМР.131.24.1-01.02.ПТПС	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2.7

Мінімальний зазор визначається за формулою 2.11:

$$S_{\min} = \sum_{i=1}^n A_{\min_i} - \sum_{n+1}^{m-1} A_{\max_i} \quad (2.11)$$

Для заданої розмірної ланцюга формула 2.11 набуває вигляду:

$$S_{\min} = A_{1_{\min}} - (A_{2_{\max}} + A_{3_{\max}} + A_{4_{\max}})$$
$$S_{\min} = 80,4 - (32 + 13,0135 + 33) = 1,3865 \text{ мм}$$

Для складальної розмірної ланцюга:

В замикає ланці утворюється зазор:

$$S_{\max} = 2,614 \text{ мм}$$

$$S_{\min} = 1,386 \text{ мм}$$

Замикаюча ланка має розмір:

$$A_{\Delta} = 2^{+0,614}_{-0,614} \text{ мм}$$

Висновок: В ході розрахунку визначено, що для ефективної роботи вузла, та правильно ї роботи підшипника необхідно робити підбір регулюючих прокладок, що забезпечити момент супротиву обертання муфти 2-2,8 Нм.

					КНУ.КМР.131.24.1-01.02.ПТПС	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2.8



## 3 ТЕХНОЛОГІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА ВИРОБУ

### 3.1 Техніко-економічний аналіз вихідних даних для обробки деталі

#### 3.1.1 Службове призначення деталі . Вибір матеріалу і варіантів замін

Шестерня – деталь, що обертається навколо своєї осі, призначена для передачі руху зв'язаним з нею частинам машини чи механізму, складовою яких вона є. При цьому вал передає крутний момент вздовж своєї осі та забезпечує підтримання обертових деталей машин, котрі на ньому розміщені.

Крутні моменти передаються за допомогою сил, що діють на вали з боку механічних передач (наприклад, у зачепленні зубчастих або черв'ячних передач, натягу приводних пасів тощо). Тому на вали діють також згинальні моменти і осьові навантаження.

Деталь – шестерня відноситься до типу зуба- круговий.

Шестерні цього типу мають лінію зубів у вигляді кола радіуса, за рахунок цього контакт у передачі відбувається в одній точці на лінії зачеплення, яка розташовується паралельно до осей шестерень. Передачі з круговими зубами «Передача Новікова» має кращі ходові якості, ніж косозубі – високу плавність ходу і безшумність, високу здатність навантаження зачеплення, але за однакових умов їх ресурс роботи і ККД нижчий, до іншого виготовлення цих шестерень значно складніше. Тому застосування таких шестерень обмежене.

На деталі виконане шліцьове з'єднання. Це з'єднання вала (охоплюваної поверхні) та отвору маточини деталі (охоплюючої поверхні) за допомогою паралельних до осі вала (отвору) шліців (зубів) і впадин (пазів) рівномірно розміщених на їх циліндричних поверхнях.

Заготовка для деталі «Шестерня» – поковка зі Сталі 12ХНЗА.

Сталь 12ХНЗА – це легована конструкційна сталь, яка відзначається своєю високою міцністю, гнучкістю та хорошими механічними властивостями. Вона містить хром (0.9-1.2%), що забезпечує відмінну зносостійкість та корозійну стійкість, а також нікель (2.75-3.15%), який підвищує міцність та пластичність сталі. Вуглець у цій сталі (0.1-0.16%) сприяє підвищенню загальної міцності матеріалу.

Сталь 12ХНЗА широко застосовується у виробництві важливих конструкційних елементів, які піддаються високим навантаженням, включаючи вали, шестерні, осі та інші критичні компоненти в машинобудуванні. Ця сталь також популярна у виробництві деталей, що вимагають високої міцності та стійкості до ударних навантажень.

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-01.03.ТПВВ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Бабій</i>			<i>Технологічна підготовка виробництва виробу</i>	<i>Лит.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Рязанцев</i>				<i>Н</i>	<i>1</i>	
<i>Н. Контр.</i>		<i>Рязанцев</i>			<i>Каф. ТМ гр. ПМ-23м</i>			
<i>Затверд.</i>		<i>Нечаев</i>						

Особливістю сталі 12ХН3А є її висока в'язкість та здатність витримувати значні навантаження без деформації. Сталь може піддаватися різним видам термічної обробки, включаючи загартування та відпуск, що дозволяє досягти оптимальних механічних властивостей для конкретних застосувань. Її використання є ключовим у секторах, де потрібна висока надійність та довговічність компонентів.

Сталь 12ХН3А можна замінити на сталі 12ХН2, 20ХН3А, 25ХГТ, 12Х2Н4А, 20ХНР. Всі дані наведені у таблиця 3.1 та таблиця 3.2.

Таблиця 3.1 – Механічні властивості сталей

Позначення сталі	$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_5$ , %	$\Psi$ , %	КСУ, кДж/м
12ХН3А	685	930	11	55	880
12ХН2	590	780	12	50	880
20ХН3А	735	930	12	55	1080
25ХГТ	980	1270	10	55	690
12Х2Н4А	930	1130	10	55	880
20ХНР	970	1060	15	60	1080

Таблиця 3.2 – Хімічний склад сталей

Марка сталі	C	Si	Mn	Ni	S	P	Cu	Cr
12ХН3А	0,09 - 0,16	0,17 - 0,37	0,3 - 0,6	2,75 - 3,15	до 0,025	до 0,025	до 0,3	0,6 - 0,9
12ХН2	0,09 - 0,16	0,17 - 0,37	0,3 - 0,6	1,5 - 1,9	до 0,035	до 0,035		0,6 - 0,9
20ХН3А	0,17 - 0,24	0,17 - 0,37	0,3-0,6	2,75-3,15	до 0,025	до 0,025		0,6-0,9
25ХГТ	0,22-0,29	0,17-0,37	0,8-1,1	до 0,3	до 0,035	до 0,035		1-1,3
12Х2Н4А	0,09-0,15	0,17-0,37	0,3-0,6	3,25-3,65	до 0,025	до 0,025		1,25-1,65
20ХНР	0,16-0,23	0,17-0,37	0,6-0,9	0,8-1,1	до 0,035	до 0,035		0,7-1,1

Зварюваність – обмежено зварювальна. Зварювання можливе при нагріванні до 100-120 град. та подальшій термообробці.

Флокеночуттєвість - чутлива.

Висновок: Приймаючи до уваги те, що деталь в процесі експлуатації працює під навантаженнями, зазнає впливу масляного середовища то вказаний матеріал забезпечить виконання усіх вимог пред'явлених до деталі.

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-01.03.ТПВВ</i>	Арх.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		3.2

### 3.1.2 Аналіз якості поверхонь деталей

Виконуємо нумерацію поверхонь деталі «Шестерня».

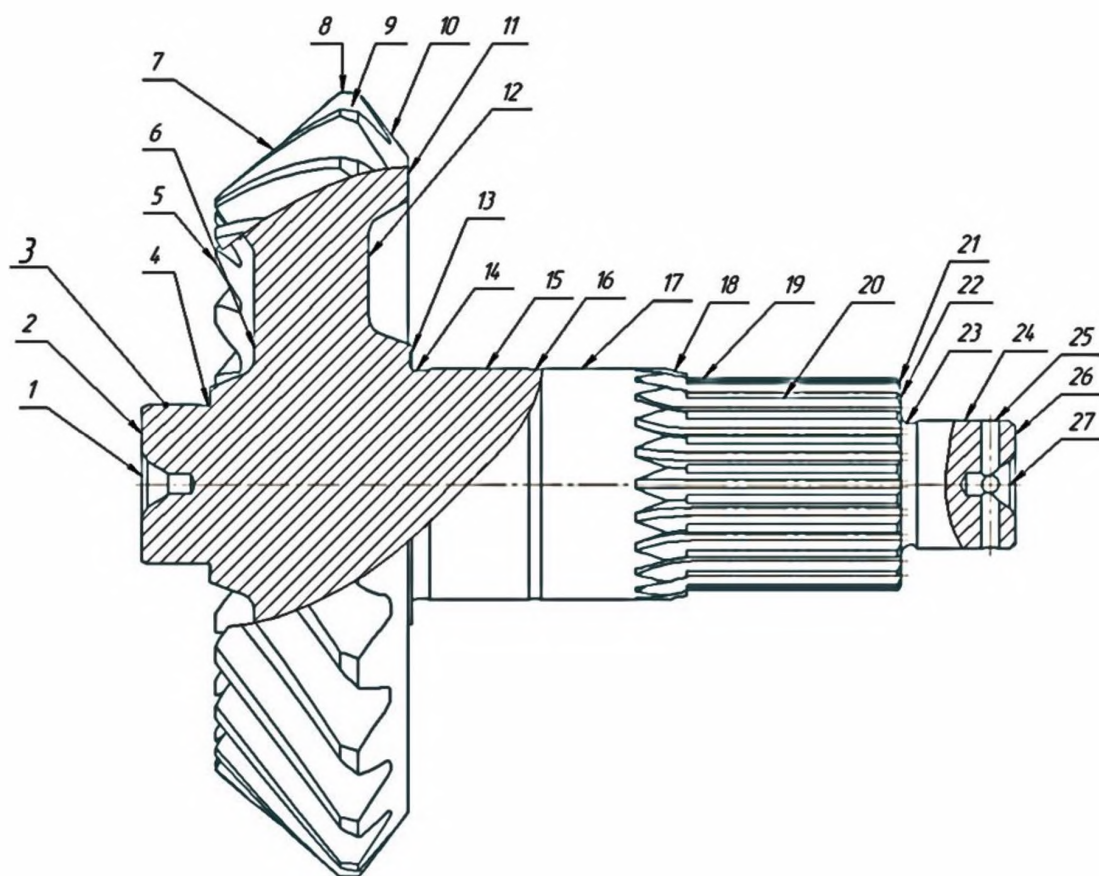


Рисунок 3.1 – Позначення позицій поверхонь деталі

Класифікуючи поверхні деталі «Шестерня», можна відзначити, що його основними виконавчими поверхнями є: циліндричні поверхні де буде здійснюватися установка підшипників кочення, тобто поверхні 3,15,17 [7-9].

Допоміжні поверхні:

Допоміжними поверхні деталі, це ті що визначають положення всіх приєднуються деталей щодо даної, а саме поверхня 24.

Спряжені:

Спряженими поверхнями будуть 9 та 20, так як на них відбуваються зачеплення шліців.

Вільні поверхні:

Вільні не повинні стикатися з поверхнями інших деталей і служить для з'єднання основних, допоміжних та спряжених поверхонь, це поверхні 1, 4, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 14, 23, 26.

Проаналізовані всі вимоги до точності, шорсткості наведені в таблиці 3.3

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.КМР.131.24.1-01.03.ТПВВ

Арк.

3.3

Таблиця 3.3 – Аналіз якості поверхонь

№ п/н поверхні	Номинальний розмір, мм	Квалітет	Допуск, IT	Шореткість, Ra	Примітка
1	2	3	4	5	6
1	Отв. центр. А 6,3	k 12	0,12	Ra 2,5	ISO 2540:2018
2	Ø45	k6	0,02	Ra 1,6	Лівий торець
3	Ø45	h11	0,16	Ra 1,6	
4	Канавка L3x45°	h12	0,1	Ra 1,6	Ø44,5
5	Ø159,5	h11	0,25	Ra 1,6	Лівий торець
6	Канавка L11x20°	h12	0,18	Ra 1,6	Лівий торець
7	L50	h12	0,25	Ra 3,2	Зовнішній конус
8	Ø220	h12	0,46	Ra 3,2	
9	Поверхня зуба	h12	-	Ra 1,6	
10	Кут 52°48'54"	h11	0,2	Ra 1,6	Зовнішній конус
11	Ø159,5	h11	0,25	Ra 6,3	Правий торець
12	Канавка L11x20°	h12	0,18	Ra 1,6	Правий торець
13	Ø78	h11	0,19	Ra 1,6	Правий торець
14	Канавка L5x45°	h12	0,1	Ra 3,2	Ø64
15	Ø65k6	k6	0,019	Ra 1,6	
16	Канавка L3x45°	h12	0,1	Ra 1,6	Ø64
17	Ø65g6	g6	0,019	Ra 6,3	
18	Фаска 15°	h12	0,12	Ra 6,3	
19	60x2,5x9g	h11	0,07	Ra 3,2	Ø59,5 h11 Ø54,5max Ø54,92max
20	Ø54,5	h11	0,19	Ra 3,2	Поверхня шліца
21	Фаска 30°	h11	0,2	Ra 6,3	
22	L137	h11	0,19	Ra 6,3	Правий торець

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.КМР.131.24.1-01.03.ТПВВ

Арк.

34

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5	6
23	Канавка L4,6x45°	h12	0,1	Ra 6,3	
24	M36x1,5-6h	h6	Зовнішній 0,236 Середній 0,15	Ra 6,3	Ø35,8 Ø34,9
25	Отвори Ø5	H12	0,12	Ra 6,3	
26	Фаска 1,6x45°	h11	0,1	Ra 6,3	
27	Отв. центр. A 6,3	k12	0,12	Ra 2,5	ISO 2540:2018

На кресленні не вказані відхилення форми та розташування поверхонь, тому зазначаємо, що допуски форми і розташування поверхонь зазначені згідно ДСТУ 24643–81 [10].

Перевірка:

$$T_1 > T_2 > T_3 \quad (3.1)$$

$$0,008 > 0,004 > 0,00125$$

Висновок: Деталь має достатньо точні зовнішні циліндричні поверхні, причому службове призначення валу таке, що поверхня є базою для встановлення підшипників кочення, тому ці поверхні повинні мати мінімальне биття.

### 3.1.3 Технічний контроль робочого креслення

На кресленні формату A2 зображено головний вид у масштабі 1:1, переріз Г–Г, виносні елементи Б, В, Ж, у масштабі 5:1 та Д у масштабі 2,5:1 на яких зображені канавки.

На головному виді вказано більшість лінійних та діаметральних розмірів, вказана цементація h1,2...1,7 (окрім шліців та різьби) з твердістю HRC 59.

Шорсткість на основних поверхнях Ra 1,6, допоміжних поверхнях Ra 6,3 про це свідчить позначка невказана шорсткість та Ra 3,2, та спряжених поверхнях проставлена Ra 3,2 та Ra1,6.

По діаметру Ø220 мм виконано круговий зуб модулем 6,5, з числом зубів 22, та середнім нахилом зуба 38°. У переріз Г–Г зображено торець валу на якому виконані шліці на яких вказаний їх зовнішній та внутрішній діаметр Ø 59,5 h11(-0,19) мм та Ø 54,5 мм відповідно, вказаний радіус R25max, виходу зубів шліців, та вказані фаски, які необхідно виконати фаски 300 та 150.

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-01.03.ТПВВ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		35

Виносний елемент Б-канавка розміром  $3\pm 0,5$  мм, яка вказана діаметрально  $\varnothing 44,5$  мм та шорсткістю Ra 1,6 . Виносний елемент В-канавка розміром  $5\pm 0,5$  мм, яка вказана діаметрально  $\varnothing 64$  мм та шорсткістю Ra 1,6 . Виносний елемент Ж-канавка розміром  $3\pm 0,5$  мм, яка вказана діаметрально  $\varnothing 64,5$  мм. Виносний елемент Д-канавка розміром  $4,6\pm 0,5$  мм, з вказаним діаметром  $\varnothing 33,8$  мм. На лівому та правому торцях діаметром 159,5 мм виконуються канавки R5мм під кутом  $30^\circ$ , глибиною 11мм з шорсткістю Ra 1,6. На торцях деталей виконані центрові отвори В6,3 ІСО 866-75. Також зображене різьблення по торцю валу М36х1,5-6h, в якому виконані отвори перпендикулярні осі  $\varnothing 5$  мм, та виконані фаски  $1,6\times 45^\circ$ . По торцю валу діаметром  $\varnothing 45k6$  виконуються фаски  $1,5\times 45^\circ$ .

Креслення має технічні вимоги, а саме:

1. Допускається цементация кругом, окрім шліців та різьби. Твердість серцевини 217...388НВ.
2. Перед цементациєю крайки торців зуба притупить радіусом R1 або фаскою  $1\times 45^\circ$ .
3. Глибину та твердість цементованого шару перевірити на зразку-свідку. Допускається твердість цементованого шару перевірити градуированим напилком.
4. Контролювати мікро текстуру цементованого шару по РО 95-261-67.
5. Всі шліфовані поверхні контролювати магнітопорошковим методом за ДСТУ 21105-87. Після перевірки деталь розмагнітити. Дефекти не допускаються.
6. Зуби прокатати з зубами спряженого колеса після хіміко-термічної обробки. Шестерні підібрати в комплект по плямі контакту, шуму та боковому зазору.
7. Деталі застосовувати спільно та маркувати одним порядковим номером.
8. Шрифт 5-Пр3 ДСТУ 26.008-85.
9. Покриття Хім. Окс. пзм.
10. \*Розміри для довідок.
11. \*\*Розмір забезпечити інструментом.
12. Матеріал-замінник сталь 20ХН3А ДСТУ 7806:2015.

При цьому твердість серцевини 285...429НВ.

У основному написі мається інформація: маса деталі 13,3 кг, масштаб 1:1, матеріал деталі Сталь 12ХН3А ДСТУ 7806:2015.

Що стосується технічних умов робочого креслення, то деталь перевіряють на твердість[11].

Висновок: Таким чином, креслення відповідає всім вимогам ЄСКД, на кресленні є вся необхідна інформація для однозначного виявлення точності, шорсткості, твердості поверхонь, тобто якості деталі.

					КНУ.КМР.131.24.1-01.03.ТПВВ	Арж.
Змн.	Арж.	№ док.ум.	Підпис	Дата		3.6

3.1.4 Аналіз технологічності деталі  
3.1.4.1 Якісний аналіз технологічності

Дана деталь відноситься до класу ОК 012-93 «КЛАСИФІКАТР ЄСКД, КЛАС 72. ДЕТАЛІ - ТІЛА ОБЕРТАННЯ З ЕЛЕМЕНТАМИ ЗУБЧАТОГО ЗАЧЕПЛЕННЯ, ТРУБИ, ШЛАНГИ, ПРОВОЛОЧКИ, КОРПУСНІ, ОПОРНІ, ЄМНІСНІ ТА ІН.»

Для отримання заготовки валу-шестерні головної передачі КрАЗ в умовах серійного виробництва, враховуючи матеріал Сталь 12ХНЗА ДСТУ 7806:2015 та форму доцільно використовувати поковку. Трудомісткість виготовлення деталі буде складатися з затрат часу на механічну обробку. Так як на деталі є поверхні які мають високі вимоги до точності, тому слід виконати поковку, що забезпечить припуск для одержання цих розмірів.

Деталь має розвинуті базові поверхні для установки та закріплення. Такими поверхнями являються торці та циліндричні поверхні. Відношення довжини валу до його діаметру  $l/d=245,5/220=1,1$ . Свідчить про те, що шестерня потребує додаткової точки опори, цією точкою буде служити задній центр верстату.

Матеріал деталі Сталь 12ХНЗА – сталь легована конструкційна сталь, яка відзначається своєю високою міцністю, гнучкістю та хорошими механічними властивостями, тому обробка може здійснюватися на підвищених режимах із застосуванням сучасного різального інструменту.

Допуски розмірів деталі представлені 6-14 квалітетами. Невказана шорсткість – шорсткість поверхонь Ra 6,3, а на інші поверхні що оброблюються шорсткість від Ra 3,2 до Ra 1,6.

Конфігурація деталі та вимоги щодо точності дозволяють вести обробку без використання спеціальних методів обробки (ЕХО, ЕФО, лазерна обробка тощо), тобто деталь буде оброблятися на верстатах токарної, фрезерної та свердлильної групи або на багатоцільових верстатах. Зважаючи на вимоги щодо точності та шорсткості деталі в умовах серійного виробництва металорізальні верстати нормальної точності забезпечать ці вимоги.

Обробка деталі буде проводитися за допомогою стандартизованого різального інструменту, деталь має не просту конфігурацію і вона має певні елементи які не можна обробити стандартним різальним інструментом. Для забезпечення закріплення деталі на верстаті застосовуємо не стандартне пристосування [12].

Висновок: Таким чином, загалом деталь являється технологічною.

					КНУ.КМР.131.24.1-01.03.ТПВВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		3.7

### 3.1.4.2 Кількісний аналіз технологічності

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{B.M.} = \frac{Q_D}{Q_3} \quad (3.2)$$

де  $Q_D$ - маса деталі;  $Q_3$ - маса заготовки.

$$K_{B.M.} = \frac{13,3}{25,8} = 0,51$$

Середня шорсткість:

$$Ra_{CP} = \frac{\sum Ra \cdot n}{N} \quad (3.3)$$

де  $Ra$  – шорсткість оброблюваної поверхні,  $n$  - кількість поверхонь

$$Ra_{CP} = \frac{6,3 \cdot 4 + 3,2 \cdot 2 + 1,6 \cdot 6}{12} = \frac{41,2}{12} = 3,4$$

Отже, вимоги до шорсткості деталі високі.

Середня точність:

$$IT_{CP} = \frac{\sum IT \cdot n}{N} \quad (3.4)$$

де  $IT$ -допуск на розмір;  $n$  - кількість поверхонь.

$$IT_{CP} = \frac{12 \times 13 + 11 \times 10 + 6 \times 4}{27} = \frac{290}{27} = 10,7$$

Отже, вимоги до точності високі, маємо поверхні, які мають 6 квалітет геометричної точності.

Можна зробити висновок, що деталь в цілому має високі вимоги до точності та шорсткості, зокрема і під установку підшипників.

3.1.5 Вибір типу виробництва. Задачі проектування. Пропозиції щодо удосконалення

#### 3.1.5.1 Вибір типу виробництва та методу роботи деталі «Шестерня»

Тип виробництва залежить від річної програми, характеристики виробів, трудомісткості виготовлення деталей. Річна програма випуску деталей становить 500 шт. Тип виробництва визначаємо на ділянку.

В механічному цеху виготовляють також інші деталі. Це дозволить довантажити обладнання та раціонально використовувати транспортну систему цеху.

За орієнтовним даними в нашій випадку середньо серійне виробництво. Характеризується виготовленням обмеженої номенклатури виробів партіями

					КНУ.КМР.131.24.1-01.03.ТПВВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38



(серіями), що повторюються через певні проміжки часу, і широкою спеціалізацією робочих місць.

Такт випуску визначається по формулі:

$$\tau_{\text{в}} = \frac{60 \cdot F_{\text{д}}}{N} \quad (3.5)$$

де  $F_{\text{д}}$  – дійсний річний фонд часу встаткування, у годинниках,  $F_{\text{д}}=4060$  год.;  
 $N$  – річна програма випуску деталей, шт.

$$\tau_{\text{в}} = \frac{60 \cdot 4060}{500} = 487,2$$

Коефіцієнт серійності  $K_c$  визначається по формулі:

$$K_c = \frac{\tau_{\text{в}}}{T_{\text{шт.ср.}}} \quad (3.6)$$

де  $T_{\text{шт.ср.}}$  – середній штучний час по основних операціях на ділянці, визначається по формулі:

$$T_{\text{шт.ср.}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\text{шт.}i}}{\sum n} \quad (3.7)$$

де  $T_{\text{шт.}i}$  – штучний час  $i$ -ої операції;  
 $n$  – число основних операцій технологічних процесів.

Середній штучний час та коефіцієнт серійності по основних операціях на ділянках визначаємо по формулам 3.6 та 3.7:

$$T_{\text{шт.ср.уч.}} \text{ "Шестерня"} = \frac{30}{8} = 3,75 \text{ хв}$$

$$T_{\text{шт.ср.уч.}} \text{ "Втулка"} = \frac{260,02}{69} = 3,76 \text{ хв}$$

$$K_{\text{с.уч.}} \text{ "Шестерня"} = \frac{487,2}{3,75 \cdot 60} = 2,16 \text{ хв}$$

$$K_{\text{с.уч.}} \text{ "Втулка"} = \frac{2706}{3,76 \cdot 60} = 11,99$$

Тип виробництва за ДСТУ 3.1119-83 характеризується коефіцієнтом закріплення операцій:

$K_{\text{з.о.}} = 1$  – масове;

$1 > K_{\text{з.о.}} < 10$  – багатосерійне;

$1 > K_{\text{з.о.}} < 20$  – середньосерійне;

$1 > K_{\text{з.о.}} < 40$  – малосерійне.

					КНУ.КМР.131.24.1-01.03.ТПВВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3.9

Якщо коефіцієнт серійності задовольняє умові  $K_{3.0} \leq 1$ , тому тип виробництва масовий. Масове виробництво характеризується одночасним виготовленням на підприємстві широкої номенклатури однорідної продукції, випуск якої повторюється протягом тривалого часу, і широкою спеціалізацією робочих місць. Для даного типу виробництва характерний потоковий метод виробництва, тобто встаткування розташовується за принципом однорідності обробки (токарна ділянка, фрезерна ділянка й ін.) або в послідовності технологічних операцій для однієї або декількох деталей.

Обробка деталей відбувається партіями, час виконання операцій на одних верстатах не погоджено згодом операції на інші й деталі під час роботи зберігаються у верстатів, а потім транспортуються цілою партією. Розташування встаткування приймається в розділі проектування цеху. Тому визначаємо розміри партії деталей, що запускаються у виробництво.

Розмір партії деталей визначається по формулі:

$$n = \frac{N \cdot f}{\Phi} \quad (3.8)$$

де  $N$  – річна програма випуску виробів у штуках;  $f$  – число днів, на які необхідно мати запас деталей на складі,  $f = 20$  днів;  $\Phi$  – число робочих днів у році,  $\Phi = 252$ .

$$n = \frac{500 \cdot 20}{252} = 39,68 \text{шт.}$$

Приймаємо партію запуску деталей у виробництво  $n = 40$  шт.

3.1.5.2 Вибір діючого заводського чи типового технологічного процесу. Задачі проектування. Пропозиції щодо удосконалення типового ТП

Технологічний процес виготовлення деталі розроблюємо на основі існуючого типового технологічного процесу. Деталь віднесемо до діючого типового технологічного процесу на основі його коду. Цей код розробимо на основі технологічного класифікатору.

- Клас – 72 – деталі тіл обертання;
- Підклас – 722 – з елементами зубчатого зачеплення, конічні, черв'ячні, комбіновані;
- Група – 7224 – конічні з криволінійними зубами;
- Підгрупа – 72241 – колеса зубчаті одновінцеві з зовнішньою основною базою (вал-шестерні);
- Вид – 722418 – з неконсольним зубчатим вінцем з центральним отвором.

Складемо технологічний код деталі:

- Найбільший зовнішній діаметр: 220 мм – Г;
- Найбільша довжина: 244,5 мм – 9;
- Діаметр центрального отвору: 6,3 мм – 2;

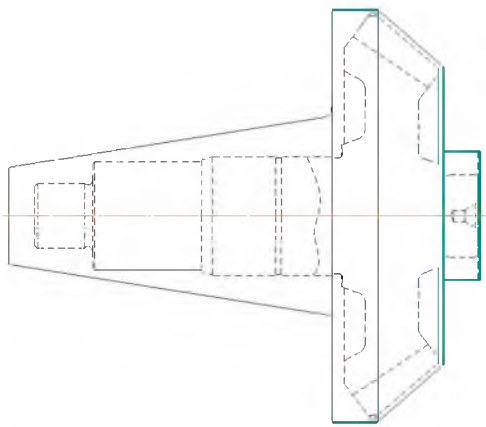
					<i>КНУ.КМР.131.24.1-01.03.ТПВВ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3.10

- Група матеріалу: Сталь 12ХНЗА – 12;
- Вид деталі за технологічним методом виготовлення – 4;
- Вид вихідної заготовки: поковка об’ємна не калібрована – 24;
- Квалітет 6 – 4;
- Шорсткість Ra1,6– 4 (зовнішня);
- Ступінь точності – 4 ;
- Вид додаткової обробки: цементація h1,2...1,7, твердість 59 HRC– 7;
- Маса – Д.

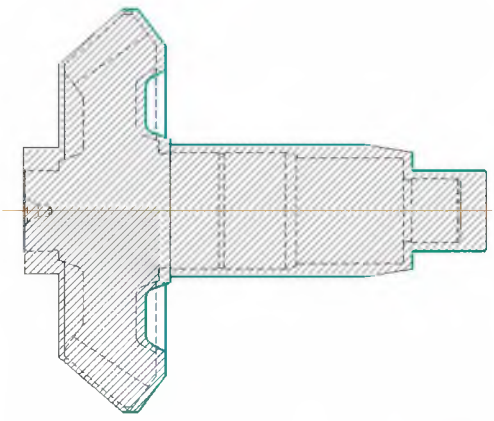
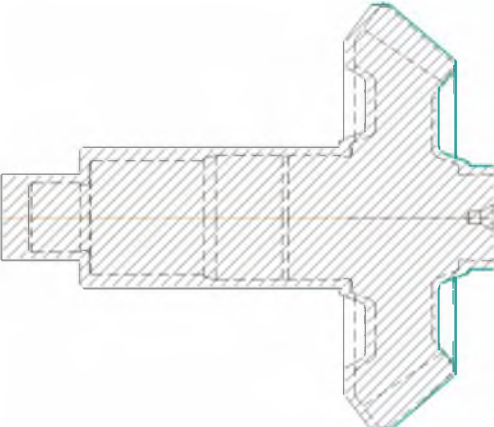
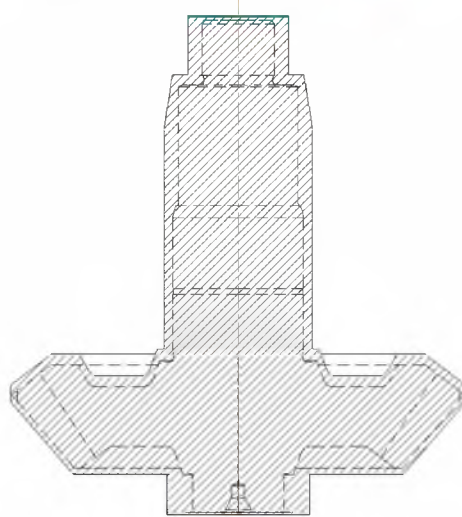
Повний конструкторсько-технологічний код деталі «Шестерня» – 722418Г92124244447Д.

В якості базової технології ми обрали заводський технологічний процес на деталь “Шестерня” при масовому виробництві. В якості заготовки виступає поковка. Технологічний процес виготовлення деталі представлений у вигляді таблиці 3.4.

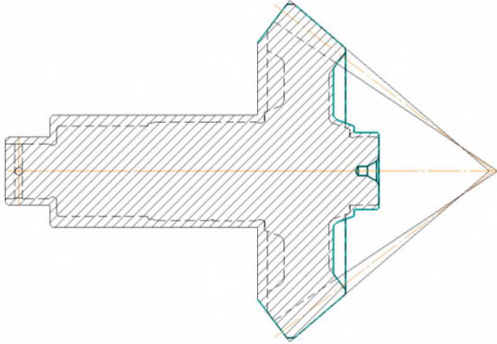
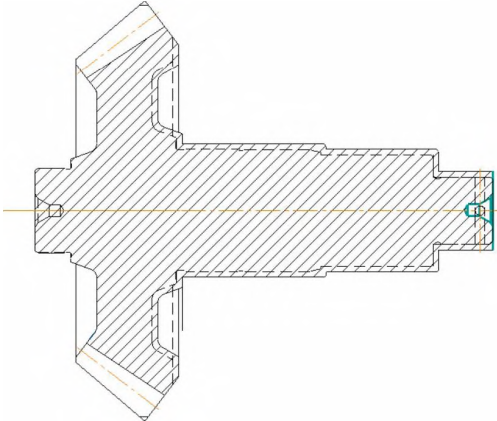
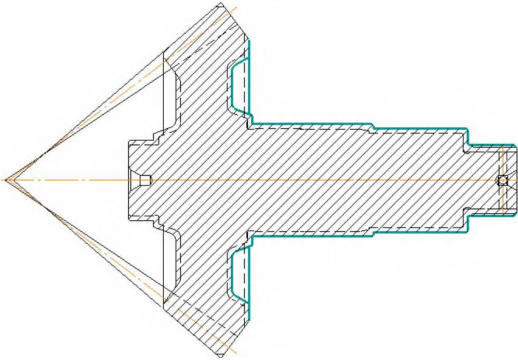
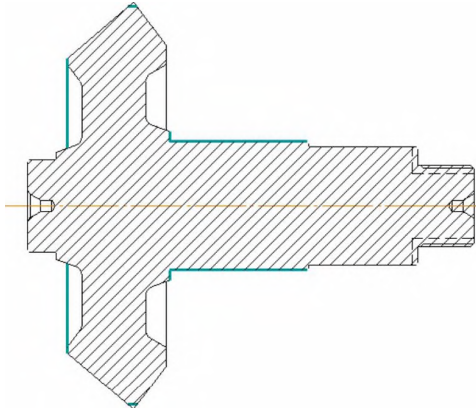
Таблиця 3.4 – Заводський технологічний процес виготовлення деталі

№ оп.	Зміст або найменування операції	Ескізи операцій	Верстат
1	2	3	4
025	Виконати відпал поковки Твердість $\leq 207$		Загартуваль на піч «РК 225/12»/ «ПКМ484К П»
030	1.Встановити, закріпити, зняти. 2.Точити торці та циліндричну поверхню.		Токарний 163

Продовження таблиці 3.4

1	2	3	4
035	1. Встановити, закріпити, зняти. 2. Точити торці, циліндричну поверхню та канавки.		Токарний з ЧПК 16К30Ф
040	1. Встановити, закріпити, зняти. 2. Точити зовнішню циліндричну поверхню, конус, та канавки.		Токарний з ЧПК 16К30Ф
045	1. Встановити, закріпити, зняти. 2. Фрезерувати торець.		Вертикальний о-фрезерний FSS-400

Продовження таблиці 3.4

1	2	3	4
050	1. Встановити, закріпити, зняти. 2. Точити торець, конуса, канавки, центровий отвір.		Токарний з ЧПК СТХ510
055	1. Встановити, закріпити, зняти; 2. Точити центровий отвір.		Токарний з ЧПК СТХ510
060	1. Встановити, закріпити, зняти; 2. Точити зовнішню циліндричну поверхню, точити канавки.		Токарний з ЧПК СТХ510
065	1. Встановити, закріпити, зняти; 2. Шліфувати зовнішні циліндричні поверхні.		Універсальний круглошліфувальний верстат F11H500

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

КНУ.КМР.131.24.1-01.03.ТПВВ

Арк.

3.13

Продовження таблиці 3.4

1	2	3	4
070	1. Встановити в додаткове пристосування, закріпити, зняти. 2. Фрезерувати зуби шестерні		Фрезерний DMU 70
075	Крайки торців зубів притупити радіусом R1 або фаскою 1x45°.		
080	Контрольна до цементації.		Контрольне оснащення для виробу. Верстат DMU 70
085	Цементация. Нормализация. Высокий отпуск заготовок та зразків-свідків.		
090	Термообработка зразків-свідків. Твердість $\geq 57\text{HRC}$ . Твердість серцевини 217... 388 НВ.		
95	Підготовка зразків-свідків до контролю мікроструктури та твердості.		Плоскошліф увальний АВА FF600
100	Виконати контроль мікроструктури цементуємого шару по P095-261-67. Виконати контроль твердості $\geq 57\text{HRC}$		

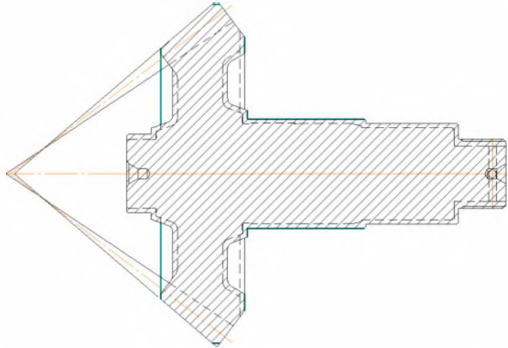
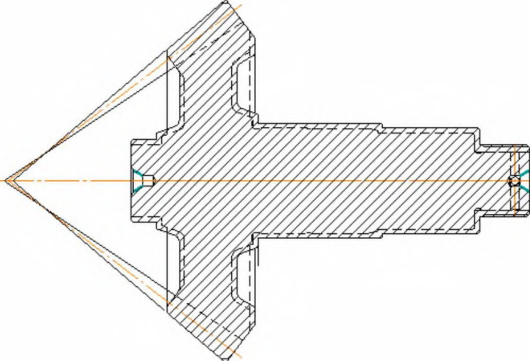
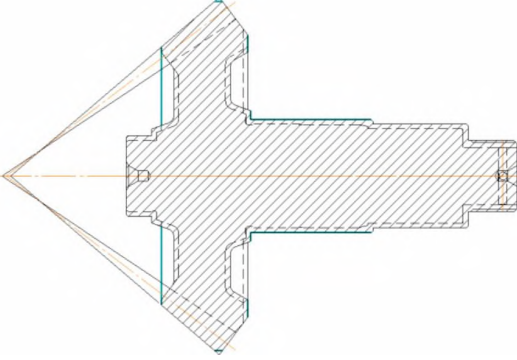
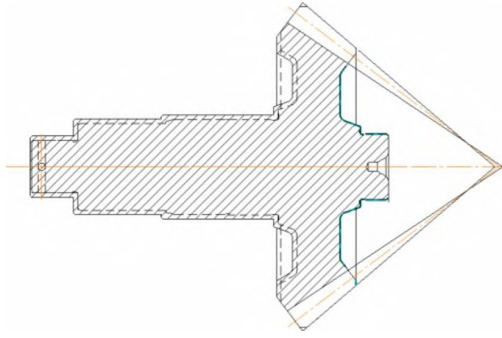
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

КНУ.КМР.131.24.1-01.03.ТПВВ

Арк.

3.14

Продовження таблиці 3.4

1	2	3	4
120	1. Встановити, закріпити, зняти; 2. Шліфувати зовнішні циліндричні поверхні.		Універсальний круглошліфувальний верстат F11H500
125	1. Очистити центра від окалини		16K20
135	1. Встановити, закріпити, зняти. 2. Шліфувати зовнішні циліндричні поверхні.		Універсальний круглошліфувальний верстат F11H500
140	1. Встановити, закріпити, зняти; 2. Точити зовнішню циліндричну поверхню, точити канавки.		Токарний з ЧПК СТХ510

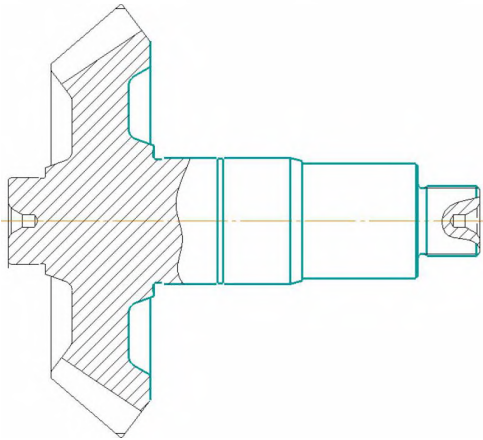
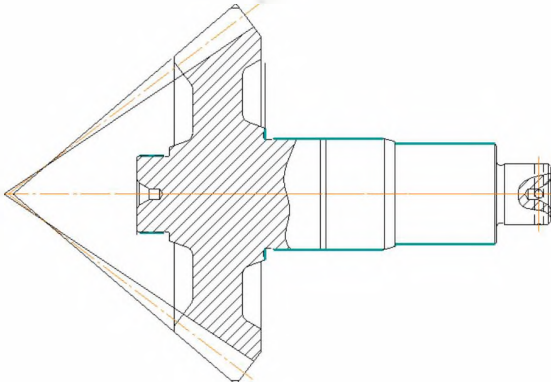
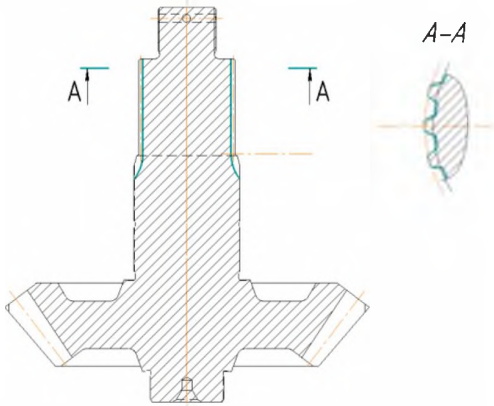
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.КМР.131.24.1-01.03.ТПВВ

Арк.

3.15

Продовження таблиці 3.4

1	2	3	4
145	1. Встановити, закріпити, зняти; 2. Точити зовнішню циліндричну поверхню, точити канавки. 3. Нарізати різьбу М36х1,5-6h.		Токарний з ЧПК СТХ510
150	1. Встановити, закріпити, зняти. 2. Шліфувати зовнішні циліндричні поверхні.		Універсальний круглошліфувальний верстат F11H500
155	1. Встановити, закріпити, зняти. 2. Фрезерувати шліці.		Зубофрезерний верстат 53A50H

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

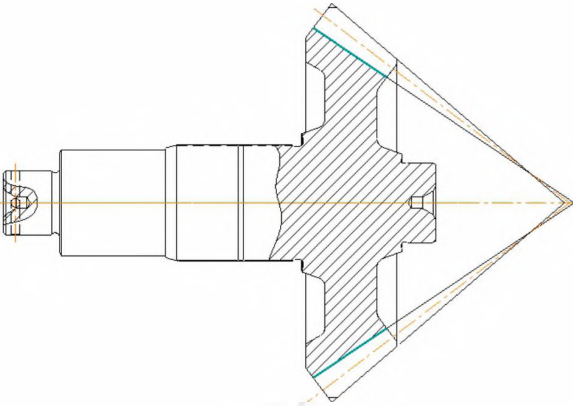
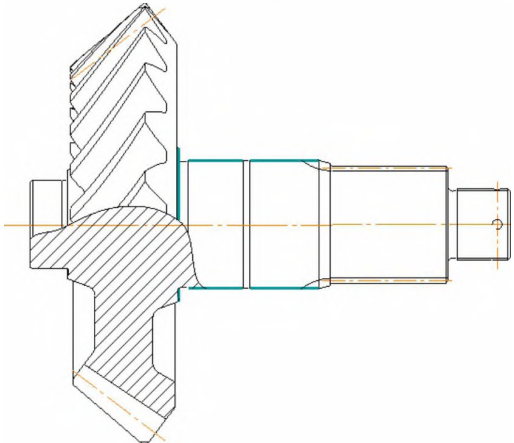
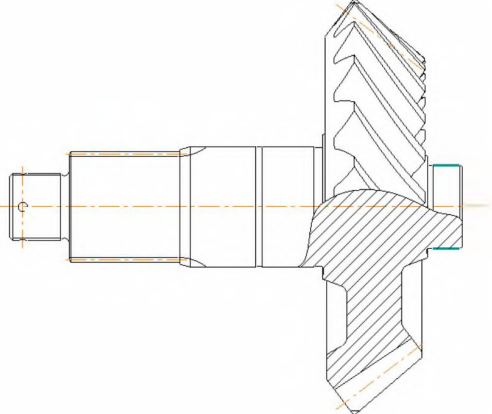
КНУ.КМР.131.24.1-01.03.ТПВВ

Арк.

3.16



Продовження таблиці 3.4

1	2	3	4
170	<p>1. Встановити в додаткове пристосування, закріпити, зняти. 2. Фрезерувати зуби шестерні.</p>		<p>Фрезерний з ЧПК DMU 70</p>
205	<p>1. Встановити, закріпити, зняти. 2. Шліфувати зовнішні циліндричні поверхні.</p>		<p>Універсальний круглошліфувальний верстат F11H500</p>
210	<p>1. Встановити, закріпити, зняти; 2. Точити зовнішню циліндричну поверхню.</p>		<p>Токарний з ЧПК СТХ510</p>

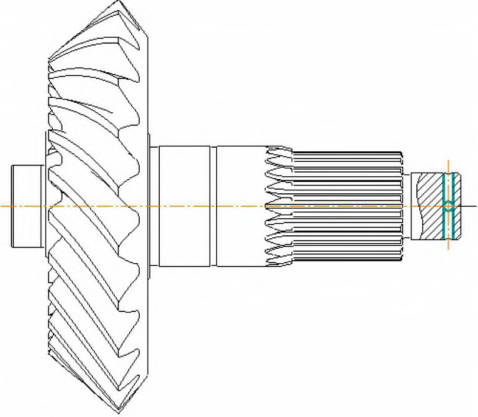
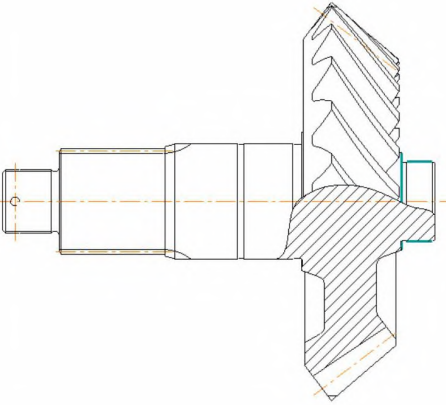
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.КМР.131.24.1-01.03.ТПВВ

Арк.

3.17

Продовження таблиці 3.4

1	2	3	4
215	1. Встановити, закріпити, зняти; 2. Свердлити отвори Ø5 мм.		Фрезерний Spinner VC-860
220	1. Встановити, закріпити, зняти. 2. Шліфувати зовнішню циліндричну поверхню.		Універсальний круглошліфувальний верстат F11H500

Висновок: Наведений базовий технологічний процес є недосконалим, тому для покращення ТП, я використовуватиму вакуумну термічну обробку для забезпечення поліпшення якості поверхні зуба та плями контакту зубчатого зачеплення, поводиток при звичайній термічній операції, що дає великі внутрішні напруження, які витікають при відхиленні від заданої геометричної форми деталі.

### 3.2 Проектування технологічного процесу обробки деталі

#### 3.2.1 Вибір, техніко-економічне обґрунтування та проектування заготовок

Аналізуючи конструкцію, масу, матеріал та тип виробництва обираємо способи отримання заготовки та обґрунтовуємо їх за допомогою матриці впливу факторів, яка представлена у вигляді таблиці 3.5.

					КНУ.КМР.131.24.1-01.03.ТПВВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		3.18

Таблиця 3.5 – Матриця впливу факторів

Спосіб виготовлення заготовки	Фактори					Сума
	Форма та розміри заготовки	Вимагаємо точність та якість поверхневого	Технологічні властивості матеріалу	Річна програма	Виробничі можливості виробництва	
Поковка,	+	-	+	+	+	4
Поковка	+	+	+	+	+	5
Штампована,	+	-	-	+	+	3
Кування пресом,	+	-	+	-	+	3
Штамповка на ГKM						

У якості заготовки обираємо поковку штамповану [13-15].

### 3.2.2 Проектування заготовок

Проектую заготовку шляхом обирання поковки та визначення розмірів за ДСТУ 7806:2015

На рисунку 3.2 зображена заготовка – «Шестерня». Матеріал – Сталь 12ХН3А 7806:2015.

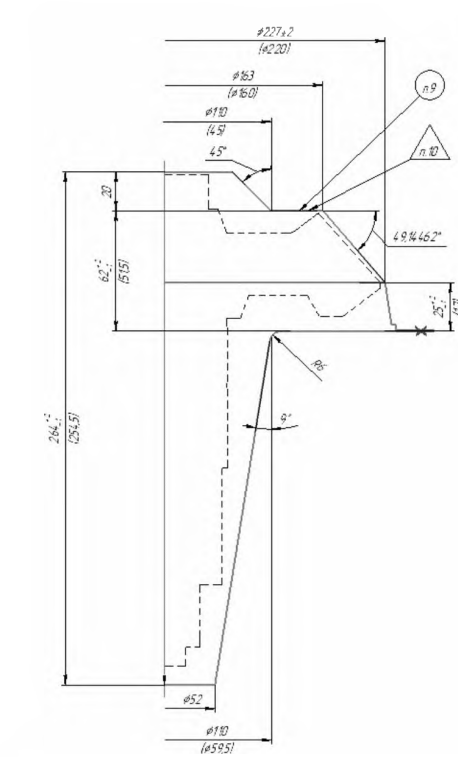


Рисунок 3.2 – Заготовка «Шестерня»

					КНУ.КМР.131.24.1-01.03.ТПВВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3.19

Висновок: Після аналізу креслення заготовки роблю висновок, що заготовка має наближену форму деталі, більшість діаметральних та лінійних розмірів задовольняють рекомендуємі параметри деталі.

### 3.2.3. Вибір і обґрунтування баз

Технологічні бази – поверхні, які використовуються для установки деталі на верстаті при механічній обробці. Технологічними базами будуть зовнішні циліндричні поверхні і торці. Для забезпечення найбільшої точності обробки необхідно виконати два основних технологічних закони: закон суміщення баз (поверхні, які слугують конструкторськими базами, повинні обиратись у якості технологічних і вимірювальних баз); закон єдності баз (при обробці деталі необхідно використати не більше двох комплектів баз) [16].

Механічну обробку починаємо з підготовки технологічних баз – підрізання торців і точіння зовнішньої циліндричної поверхні. Схеми базування виконуємо для модернізованого ТП. Схеми базування наведені у рисунках 3.3-3.22

Теоретичні схеми базування:

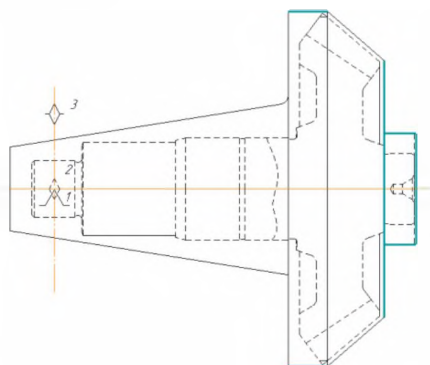


Рисунок 3.3 – Теоретичне базування операції 030

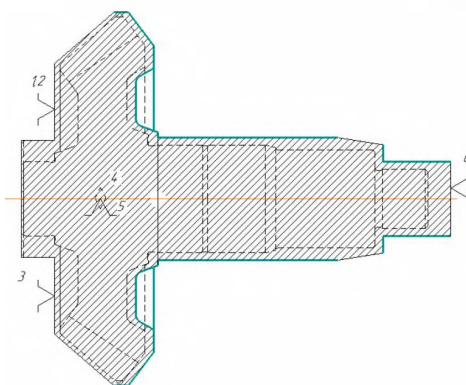


Рисунок 3.4 – Теоретичне базування операції 035

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-01.03.ТПВВ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.ум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>3.20</i>

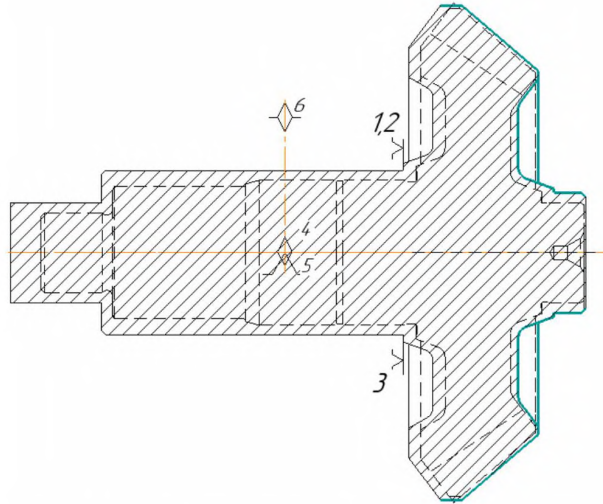


Рисунок 3.5 – Теоретичне базування операції 040

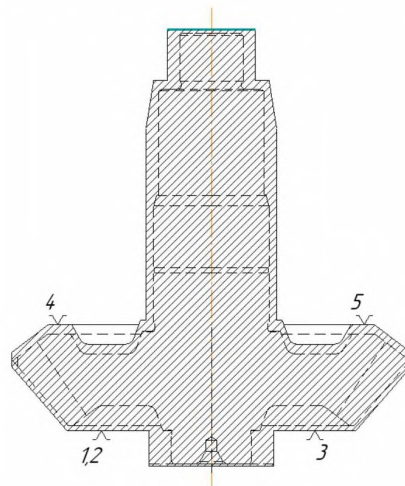


Рисунок 3.6 – Теоретичне базування операції 045

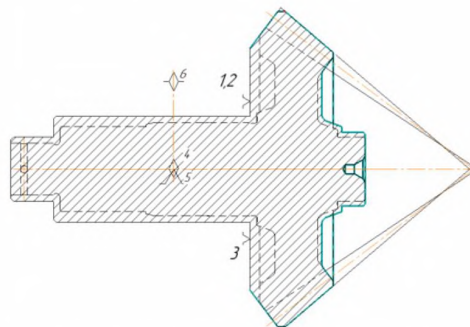


Рисунок 3.7 – Теоретичне базування операції 050

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-01.03.ТПВВ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>3.21</i>

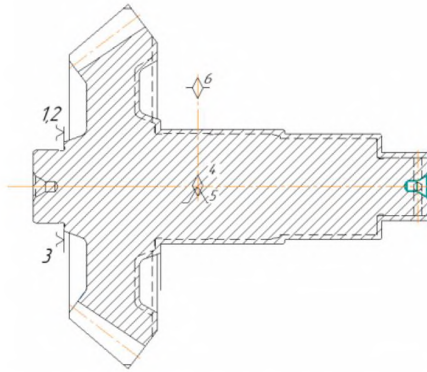


Рисунок 3.8 – Теоретичне базування операції 055

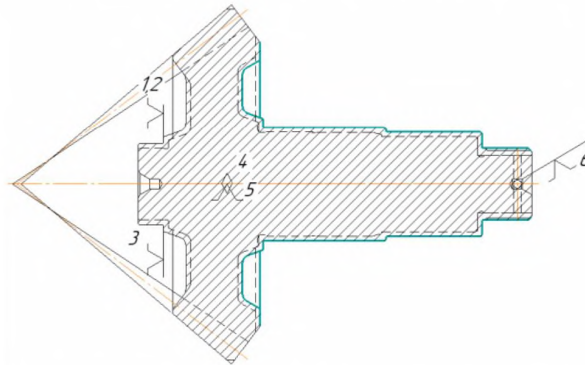


Рисунок 3.9 – Теоретичне базування операції 060

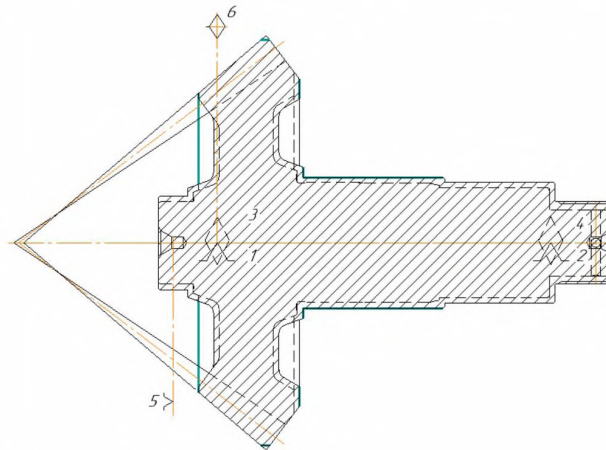
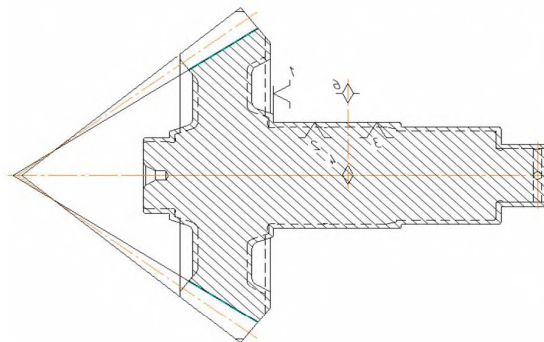


Рисунок 3.10 – Теоретичне базування операції 065



					<i>КНУ.КМР.131.24.1-01.03.ТПВВ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>3.22</i>

Рисунок 3.11 – Теоретичне базування операції 070

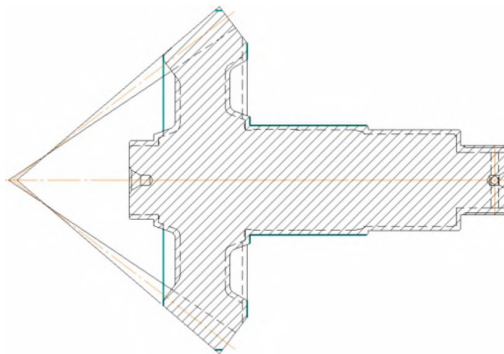


Рисунок 3.12 – Теоретичне базування операції 120

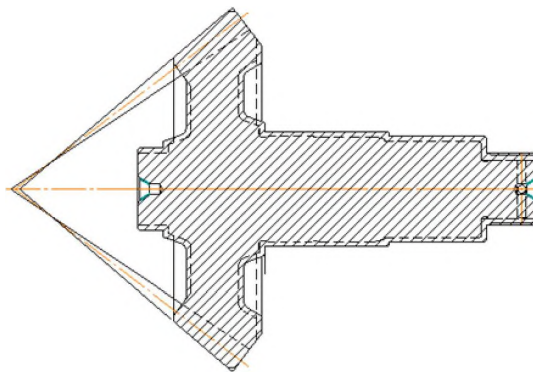


Рисунок 3.13 – Теоретичне базування операції 125

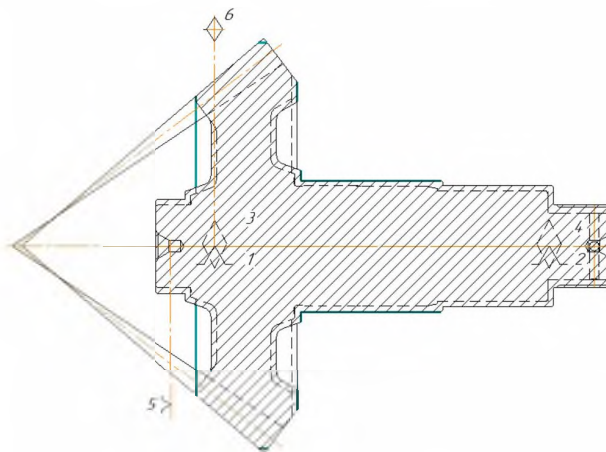


Рисунок 3.14 – Теоретичне базування операції 135

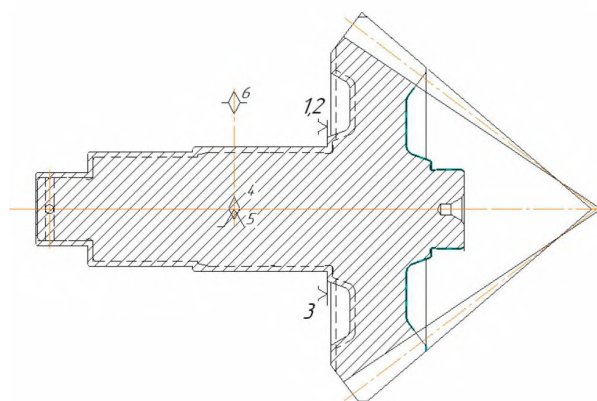


Рисунок 3.15 – Теоретичне базування операції 140

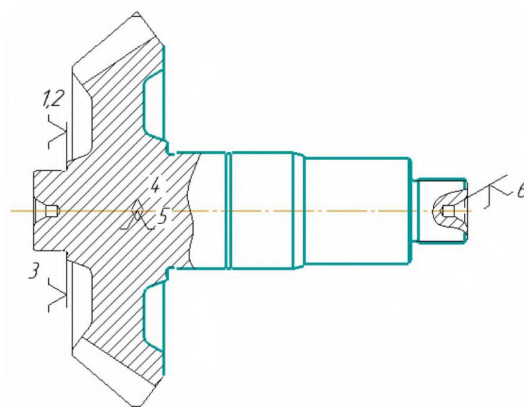


Рисунок 3.16 – Теоретичне базування операції 145

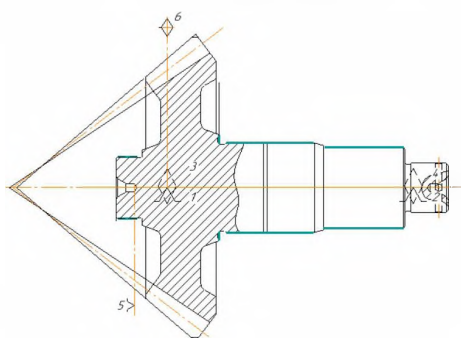


Рисунок 3.17 – Теоретичне базування операції 150

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-01.03.ТПВВ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		3.24



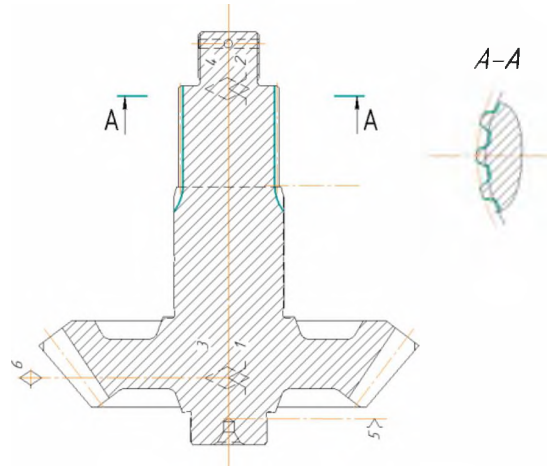


Рисунок 3.18 – Теоретичне базування операції 155

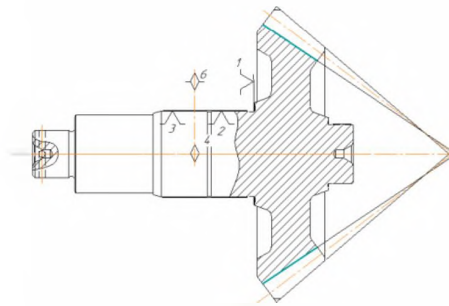


Рисунок 3.19 – Теоретичне базування операції 170

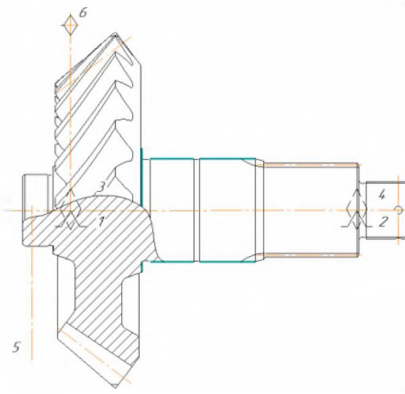


Рисунок 3.20 – Теоретичне базування операції 205

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-01.03.ТПВВ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>3.25</i>

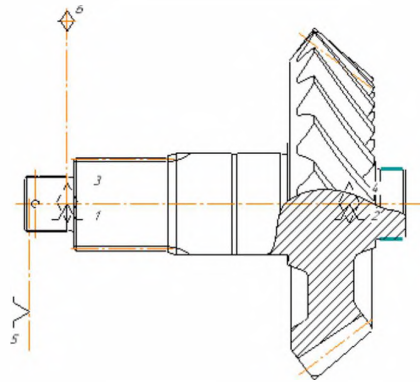


Рисунок 3.21 – Теоретичне базування операції 210

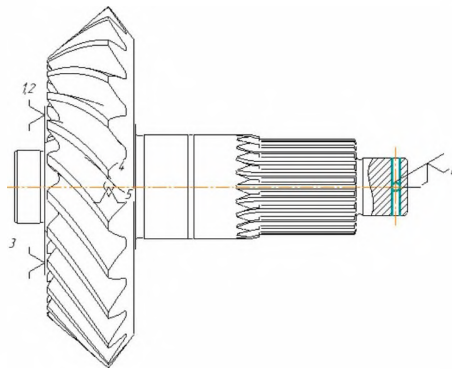


Рисунок 3.22 – Теоретичне базування операції 215

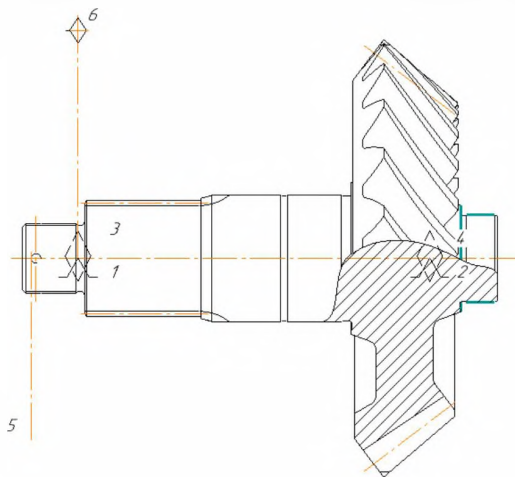


Рисунок 3.23 – Теоретичне базування операції 220

### 3.2.4 Розробка маршруту обробки деталі

На основі базового ТП і задач проектування розробляємо технологічну послідовність обробки деталі, дані заносимо до таблиці 3.6.

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-01.03.ТПВВ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>3.26</i>

Таблиця 3.6 – Маршрут обробки деталі

№ операції	Найменування операції	№ оброблюваної поверхні	№ базованої поверхні	Тип, модель верстата
1	2	3	4	5
005	Вхідний контроль	-	-	-
015	Термічна	-	Заготовка	PK225/12
030	Токарна	2,3,5	Циліндрична поверхня заготовки.	163
035	Токарна з ЧПК	8,10,11,12,13,15,17,22,24	5,26	16К30Ф
040	Токарна з ЧПК	8,7,5,6,3	11,15	16К30Ф
045	Фрезерувальна	26	5,11	FSS400
050	Токарна з ЧПК	10,8,7,5,6,31	11,15	СТХ510
055	Токарна з ЧПК	27	5,15	СТХ510
060	Токарна з ЧПК	12,11,13,14,15,16,17,19,21,22,24,26	4,27	СТХ510
065	Шліфувальна	5,8,15,17	1,27	F11H500
070	Фрезерувальна	7,8,9	12,15,17	DMU70
075	Слюсарна	-	-	Верстат
080	Контрольна	-	-	DMU70 (контроль не оснащення)
085	Цементация	-	-	-
090	Термічна	-	-	PK225/12
95	Шліфувальна	5,8,15,16	1,27	F11H500
100	Контрольна	-	-	Стіл ВТК
120	Шліфувальна	5,8,15,17	1,27	F11H500
125	Токарна	1,27	13,17	16К20
135	Шліфувальна	5,8,15,17	1,27	F11H500
140	Токарна з ЧПК	6,4,3	3,5,27	СТХ510

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

КНУ.КМР.131.24.1-01.03.ТПВВ

Арк.

3.27

Продовження таблиці 3.6

1	2	3	4	5
145	Токарна з ЧПК	11,12,13,14,15,16,17,18,19,21,22,23,24,26	13,15,17	CTX510
150	Шліфувальна	5,8,15,17	1,27	F11H500
155	Фрезерувальна	18,19,20	1,27	53A50H
170	Фрезерувальна	7,8,9	13,15,17	DMU70
205	Шліфувальна	5,8,15,17	1,27	F11H500
210	Токарна з ЧПК	3	13,17,27	CTX510
215	Фрезерувальна	25	4,27	Spinner VC860
220	Шліфувальна	3,4,5	1.24,27	F11H500

3.2.5 Вибір міжопераційних розмірів і припусків на обробку

Визначимо кількість послідовних переходів з поступовим наближенням до необхідної точності та шорсткості на зовнішні, внутрішні та торцеві поверхні. Дані занесемо до таблиці 3.7. При заповненні таблиці 3.7 скористаємося нумерацією поверхонь, яка була використана при аналізі якості поверхонь деталі (рис. 3.1).

Таблиця 3.7– Послідовність обробки поверхонь

№ пов.	Найменування переходу	Шорсткість, Ra	Точність IT	Допуск T	Міжопераційний розмір з допусками
1	2	3	4	5	6
1	Свердління осьового отвору	2,5	12	0,12	$\varnothing 6,3^{+0,25}$
2	Заготовка	-			L264 <sup>+2</sup>
	Точіння чорнове	6,3	12	0,12	L259,5±0,5
	Точіння чистове	1,6	k6	0,02	L244.5±0,5
3	Заготовка	-			$\varnothing 110 \pm 0,3$
	Точіння чорнове	6,3	12	0,16	$\varnothing 71_{-0,5}$
	Точіння чистове	1,6	11	016	$\varnothing 45k6$

Продовження таблиці 3.7

1	2	3	4	5	6
4	Заготовка	-			Ø110±0,3
	Точіння чистове	1,6	12	0,1	Ø45±0,3
	Точіння канавки	1,6	12	0,1	L3x45° Ø44,5±0,1
5	Заготовка	-			Ø163±0,5
	Чорнове точіння	6,3	12	0,25	Ø162,5±0,3
	Чистове точіння	1,6	11	0,25	Ø160±0,3
6	Чорнове точіння	6,3	12	0,18	L9x20°
	Чистове точіння	1,6	12	0,18	L11x20°
7	Заготовка	-			L51,5±0,3
	Чорнове точіння	6,3	12	0,25	L50±0,3
	Фрезерування зуба чорнове	3,2	12	0,25	L50*
	Фрезерування зуба чистове	1,6	12	0,25	L50*
8	Заготовка	-	-		Ø226 <sub>-0,5</sub>
	Чорнове точіння	6,3	12	0,46	Ø220b12
9	Виконується разом із поверхнею 7				
10	Чистове точіння	1,6	11	0,2	Кут 52°48'54"
11	Заготовка	-	-	-	Ø168 <sub>-0,5</sub>
	Чорнове точіння	6,3	12	0,25	Ø161 <sub>-0,5</sub>
	Чистове точіння	6,3	11	0,25	Ø159,5±0,2
12	Чорнове точіння	6,3	12	0,18	L9x20°
	Чистове точіння	1,6	12	0,18	L11x20°
13	Заготовка	-	-		Ø110±0,25
	Точіння чорнове	6,3	11	0,19	Ø82,2±0,5
	Точіння чистове	1,6	11	0,19	Ø78 <sup>-0,2</sup> <sub>-0,5</sub>

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.КМР.131.24.1-01.03.ТПВВ

Арк.

3.29

## Продовження таблиці 3.7

1	2	3	4	5	6
14	Заготовка	-	-	-	Ø110±0,25
	Точіння чорнове	6,3	12	0,1	Ø82,2±0,5
	Точіння канавки	3,2	12	0,1	L5x45° Ø64±0,2
15	Заготовка	-	-	-	Ø80±0,5
	Точіння чорнове	6,3	11	0,019	Ø65,6-0,3
	Точіння чистове	1,6	k6	0,019	Ø65k6
16	Заготовка	-	-	-	Ø80±0,5
	Чорнове точіння	3,2	12	0,1	Ø74-0.4
	Точіння канавки	1,6	12	0,1	L3x45° Ø64,5±0,2
17	Заготовка	-	-	-	Ø80±0,5
	Чорнове точіння	6,3	11	0,019	Ø74-0.4
	Чистове точіння	3,2	g6	0,019	Ø65g6
18	Заготовка	-	-	-	Ø80±0,5
	Точіння фаски	6,3	12	0,12	фаска 15°
19	Заготовка	-	-	-	Ø80±0,5
	Точіння чорнове	6,3	11	0,07	Ø59,5h11
	Фрезерування шліців	3,2	11	0,07	60x2,5x9g
20	Виконується разом із поверхнею 19				
21	Заготовка	-	-	-	Ø80±0,5
	Чорнове точіння	6,3	11	0,2	Ø65,6-0,3
	Точіння фаски	6,3	11	0,2	Фаска 30°
22	Заготовка	-	-	-	L146±0,3
	Чорнове точіння	6,3	11	0,19	L136±0,5
	Чистове точіння	6,3	11	0,19	L137±0,3
23	Заготовка	-	-	-	Ø52-0.3
	Чорнове точіння	6,3	12	0,1	Ø45-0,5
	Точіння канавки	3,2	12	0,1	L4,6x45° Ø33,8±0,1

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

КНУ.КМР.131.24.1-01.03.ТПВВ

Арк.

3.30

Продовження таблиці 3.7

1	2	3	4	5	6
24	Заготовка	-	-		Ø52 <sub>-0,3</sub>
	Чорнове точіння	6,3	6	0,3	Ø45 <sub>-0,5</sub>
	Нарізання різьби	3,2	6	Зв.0,236 Вн.0,15	M36x1,5-6h
25	Свердління отворів	6,3	12	0,12	Ø5 <sup>+0,3</sup>
26	Заготовка	-	-		Ø52 <sub>-0,3</sub>
	Чорнове точіння	6,3	11	0,1	Ø45 <sub>-0,5</sub>
	Точіння фаски	6,3	11	0,1	Фаска 1,6x45°
27	Свердління осьового отвору	2,5	k12	0,12	Ø6,3 <sup>+0,25</sup>

### 3.2.6 Розробка технологічної операції

Режими різання назначаємо згідно каталогів виробника ріжучого інструменту. На операції, яких такі данні невідомі, виконуємо розрахунки.

Детальне нормування з аналізом допоміжного і  $T_{шт.к.}$  часу виконується на одну операцію.

Виконуємо розрахунок виконання фрезерування зубчатого вінця на верстаті з ЧПК. Ескіз операції наведений на рисунку 3.23. Для виконання операції обираємо згідно заводського ТП фрезу Фреза кінцева РМ-4Н-D10.0 R2.0 KMG405.

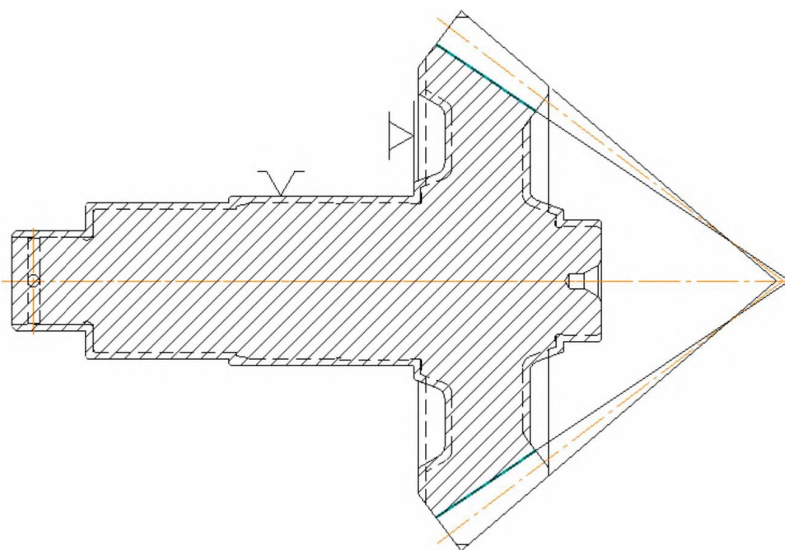


Рисунок 3.24 – Ескіз виконання операції

						КНУ.КМР.131.24.1-01.03.ТПВВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			3.31

Швидкість різання фрези визначимо по каталогу:

$$V=100 \text{ м/хв.}$$

Сила різання, головна складова сили при фрезеруванні – окружна сила  $H$ , яка розраховується за наступною формулою:

$$P_z = \frac{10C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} K_{mp} \quad (3.9)$$

де  $C_p, q, x, y, u, w$  – корегуючі коефіцієнти:

$$C_p = 68,2; q = 0,86; x = 0,86; y = 0,72; u = 1; w = 0;$$

$t = 0,4$  мм – глибина різання ;

$S_z = 0,4$  мм – подача на зуб фрези;

$B = 30$  – ширина фрезерування;

$z = 4$  – число зубів фрези;

$K_{mp}$  – коефіцієнт який враховує якість оброблюваного матеріалу на силові залежності;

$n$  – оберти шпинделя верстату.

$$K_{mp} = \left( \frac{\delta_s}{750} \right)^n \quad (3.10)$$

де  $\delta_s = 930$  МПа – границя короткотривалої міцності оброблюваного матеріалу;

$n = 0,3$  – показник степені при фрезеруванні.

$$K_{mp} = \left( \frac{930}{750} \right)^{0,3} = 1,06$$

Оберти шпинделю верстату розраховуємо за формулою:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} \quad (3.11)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 100}{3,14 \cdot 10} = 3185 \text{ об/хв}$$

За формулою (3.12) розраховуємо окружну силу різання:

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 0,4^{0,86} \cdot 0,4^{0,72} \cdot 30^1 \cdot 4}{10^{0,86} \cdot 3200^0} \cdot 1,06 = 2815 \text{ Н}$$

Розраховуємо крутний момент на шпинделі верстату:

$$M_{кр} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100} \quad (3.12)$$

$$M_{кр} = \frac{2815 \cdot 10}{2 \cdot 100} = 140,75 \text{ Нм}$$

Визначаємо потужність різання:

					КНУ.КМР.131.24.1-01.03.ТПВВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3.32



$$N_e = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60} \quad (3.13)$$

$$N_e = \frac{2815 \cdot 100}{1020 \cdot 60} = 4,599 \text{ кВт}$$

$$4,599 < 20 \text{ кВт}$$

За даними розрахунку можна визначити що обробка можлива. Розраховуємо мінімальній діаметр поперечного перерізу фрези:

$$d = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot P_z \cdot l}{\sigma_{u.d.}}} \quad (3.14)$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot 2815 \cdot 75}{3200}} = 7,34 \text{ мм}$$

$$7,34 < 10 \text{ мм.}$$

### 3.2.6.1 Вибір режимів різання, нормування технологічних операцій

Обрані та розраховані режими різання заносимо до таблиці 3.8 [17].

Таблиця 3.8 – Збірна таблиця режимів різання

№ ОП	Модель обладнання	№ Ескізу	Інструмент	Режими			
				t	S	V	N
1	2	3	4	5	6	7	8
030	163	2	AWLNL2525M08-A	1,5	0,25	240	-
035	16K30Ф3	3	AWLNL2525M08-A	5	0,25	140	
			GHAPR 32-8+ GAFG 80R-8	8	0,1	100	
040	16K30Ф3	4	AWLNL2525M08-A	5	0,25	140	
			GHAPR 32-8+ GAFG 80R-8	8	0,1	100	
045	FSS-400	5	Фреза 80	-	600		600
050	CTX510	6	AWLNL2525M08-A	1,5	0,25	140	
			AVJNL2525M16-A		0,1	140	
			GHAPR 32-8+ GAFG 80R-8	8	0,1	100	
			Свердло 6,3		0,05	60	
055	CTX510	7	AWLNL2525M08-A	1,5	0,25	140	
			AVJNL2525M16-A	-	0,1	140	
			GHAPR 32-8+ GAFG 80R-8	8	0,1	120	
			Свердло 6,3		0,05	60	

Продовження таблиці 3.8

1	2	3	4	5	6	7	8
060	CTX510	8	AWLNL2525M08-A	1,5	0,2	140	
			AVJNL2525M16-A	-	0,1	140	
			GHAPR 32-8+ GAFG 80R-8	8	0,1	120	
065	F11H500	9	Шліфувальне коло				600
070	DMU 70	10	PM-4H-D10.0 R2.0 KMG405	0,4	5200	100	
			PM-4H-D6.0 R1.0 KMG405	0,15	5200	100	
			PM-4B-R2.0 KMG405	0,2	3200	100	
120	F11H500	17	Шліфувальне коло				
125	16K20	18	-				
135	F11H500	19	Шліфувальне коло				600
140	CTX510	20	AWLNL2525M08-A	1,5	0,2	140	
			AVJNL2525M16-A	-	0,1	140	
			GHAPR 32-8+ GAFG 80R-8	8	0,1	120	
145	CTX510	21	AWLNL2525M08-A	1,5	0,25	140	
			AVJNL2525M16-A	-	0,1	140	
			GHAPR 32-8+ GAFG 80R-8	8	0,1	120	
150	F11H500	22	Шліфувальне коло				600
155	53A50H	23	Черв'ячна фреза				
170	DMU 70	24	PM-4B-R2.0 KMG405	0,2	3200	100	
205	F11H500	25	Шліфувальне коло				600
210	CTX510	26	AVJNL2525M16-A	-	0,1	140	
215	Spinner VC-860	27	Свердло 5		0,05	60	
220	F11H500	28	Шліфувальне коло				600

Висновок: Виконавши аналіз заводського технологічного процесу, були розроблені рекомендації до виконання певних операцій. Було обрано два варіанта заготовок, які можуть використовуватися для виготовлення деталі. Обрані режимі різання для виконання операцій на верстаті з ЧПК.

## 4 МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ ОПЕРАЦІЙ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

### 4.1 Розробка верстатно-інструментального налагодження та розрахунково-технологічної карти для операції на верстатах з ЧПК

Для фрезерної обробки обираємо фрезерний верстат DMG DMU 70 EVO (рис. 4.1) який має середню займану площу, але надає велику робочу зону. Для збільшення робочих показників верстата, в ньому встановлено дві додаткові вісі С та В, що необхідно для виконання деталі «Шестерня» модернізованого технологічного процесу обробки деталі. Технічна характеристика верстату наведена у таблиці 4.1.



Рисунок 4.1 – Загальний вигляд верстату DMG DMU 70 EVO

					<i>КНУ.МВР.131.24.1-01.04.МПОМО</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Бабій</i>			<i>Лит.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Рязанцев</i>			Н	1	
<i>Н. Контр.</i>		<i>Рязанцев</i>			<i>Каф. ТМ гр. ПМ-23м</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Нечаев</i>					

Таблиця 4.1 – Технічна характеристика верстату DMG DMU 70 EVO

Параметр	Значення
Висота верстат, мм	2861
Ширина верстату з транспортером для стружки та системою управління, мм	5470
Довжина верстату з системою охолодження, мм	4133
Кількість інструменту, шт	60
Максимальні оберти шпинделю, об/хв	18000
Бак МОР, л	600
Ширина столу, мм	700
Довжина столу, мм	500
Тримач інструмента	HSK-A63
Лінійних привід	X
Сервомотори	C, B, Y, Z
Швидкість переміщення осей:	
X, мм/хв	До 80 000
Y, Z, мм/хв	До 50 000
B, об/хв	40
C, об/хв	50
Дискретність переміщень:	
X, Y, Z, мкм	0,1
C, B, градусів	0,00001
Діапазони переміщень:	
X, мм	750
Y, мм	600
Z, мм	520
C, градусів	0-161,955°
B, градусів	n x 360°

Розміри робочої зони при столі в горизонтальному положенні наведені на рисунку 4.2, під кутом -12 на рисунку 4.3, під кутом 0 градусів на рисунку 4.4, під кутом 45 градусів на рисунку 4.5, під кутом 90 градусів на рисунку 4.6, під кутом 102 градуса на рисунку 4.7.

					<i>КНУ.МВР.131.24.1-01.04.МПМО</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.ум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		4.2

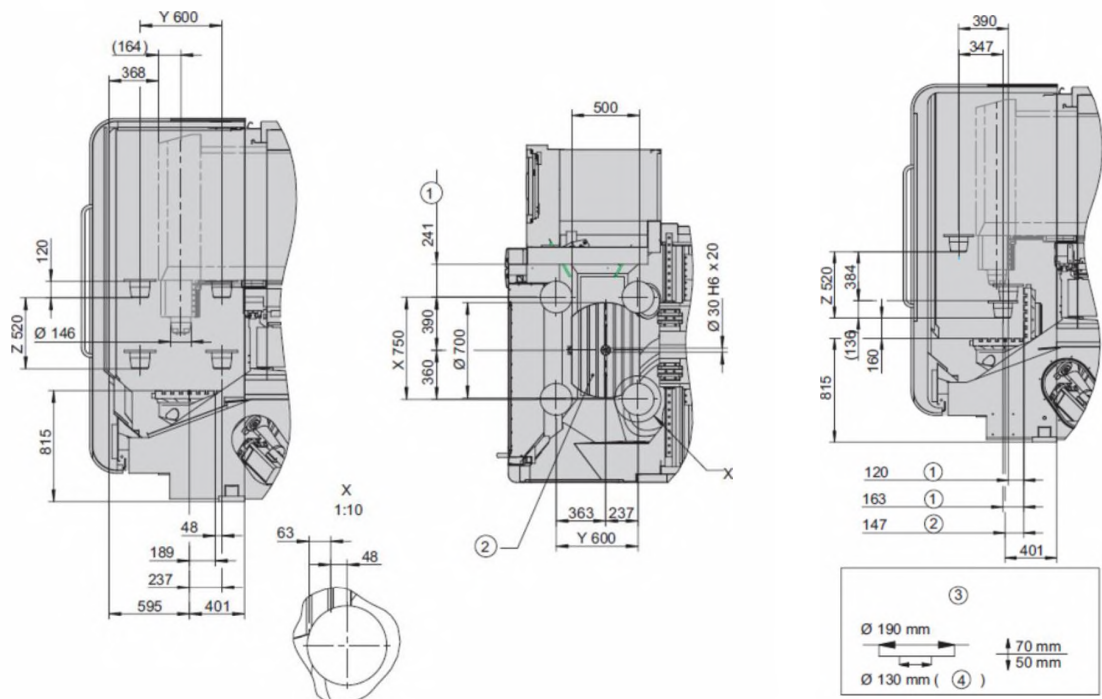


Рисунок 4.2 – Розміри робочої зони DMG DMU 70 EVO

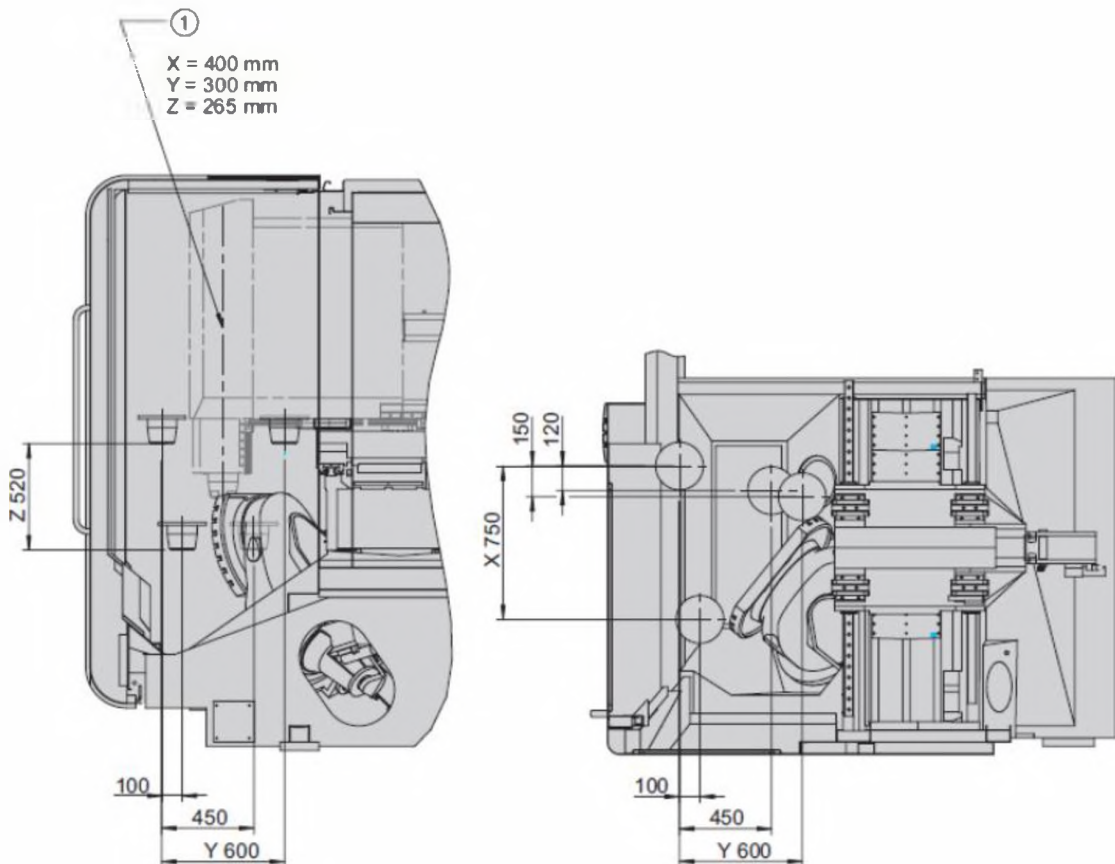


Рисунок 4.3 – Розміри робочої зони під кутом -12 градусів

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.МВР.131.24.1-01.04.МПОМО

Арк.

4.3

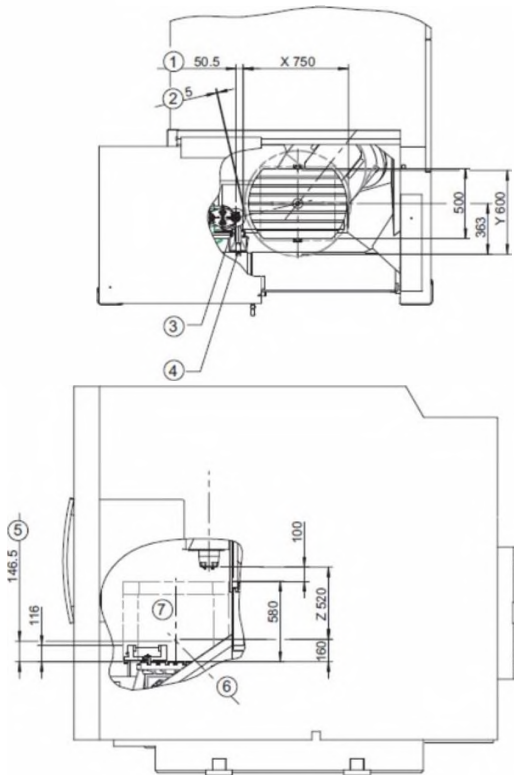


Рисунок 4.4 – Розміри робочої зони під кутом 0 градусів

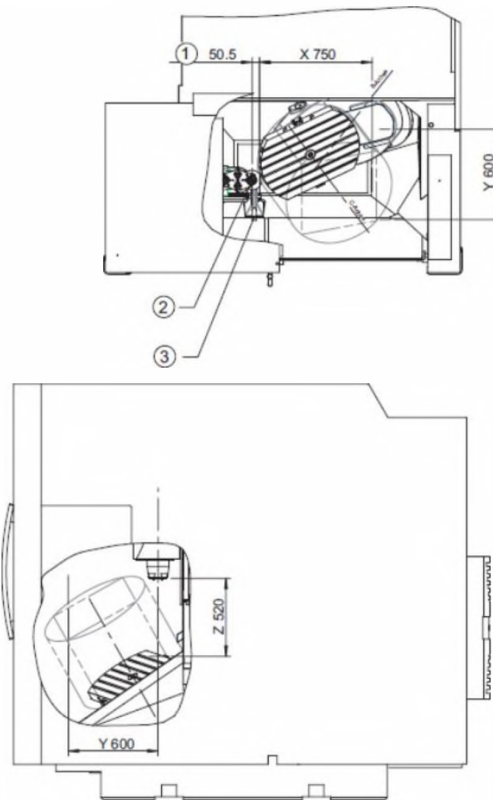


Рисунок 4.5 – Розміри робочої зони під кутом 45 градусів

					<i>КНУ.МВР.131.24.1-01.04.МПОМО</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		4.4

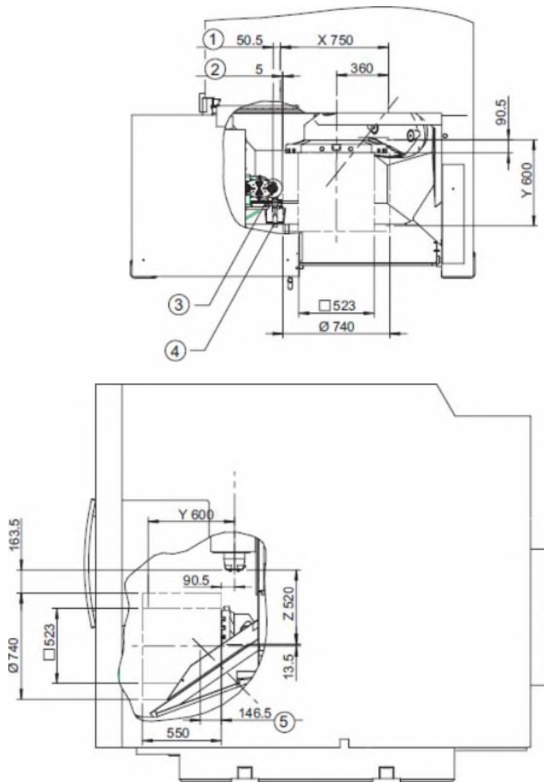


Рисунок 4.6 – Розміри робочої зони під кутом 90 градусів

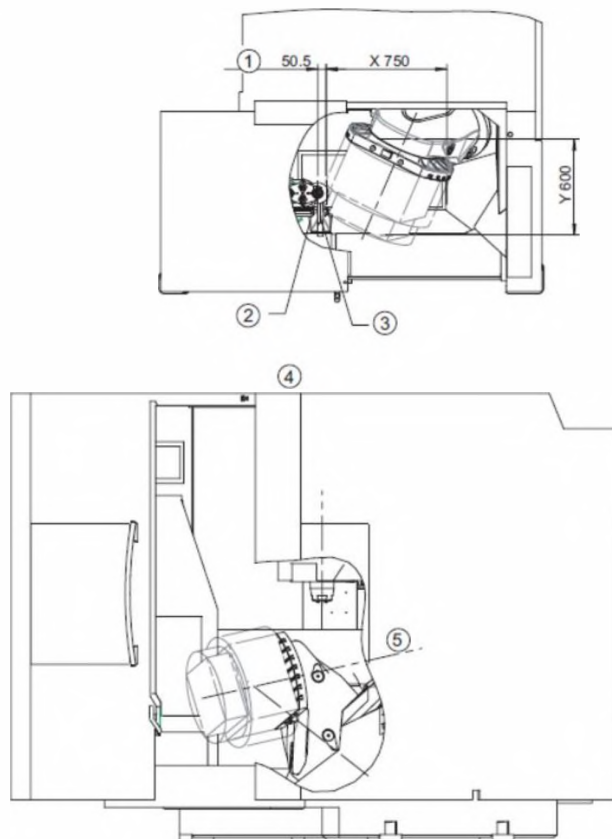


Рисунок 4.7 – Розміри робочої зони під кутом 102 градусів

					<i>КНУ.МВР.131.24.1-01.04.МПОМО</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		4.5

Максимальні розміри деталі при різних положення столу верстату  
рисунки 4.8-4.11 та таблиці 4.2

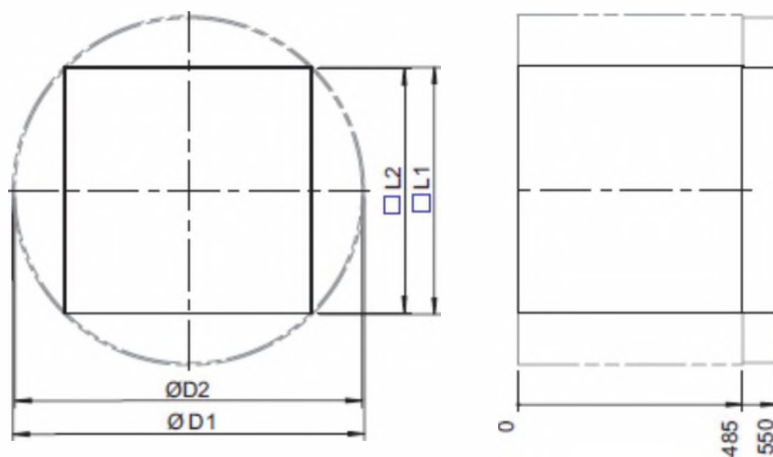


Рисунок 4.8 – Габаритні розміри деталі при положенні столу 0°

Таблиця 4.2 – Дані переміщень при позиції столу 0°

Діаметр інструменту	60	80	100	130
Діаметр деталі D1	830	810	790	760
Діаметр деталі D2	750	750	750	750
Прямокутна деталь L1	586	572	558	530
Прямокутна деталь L2	530	530	530	530

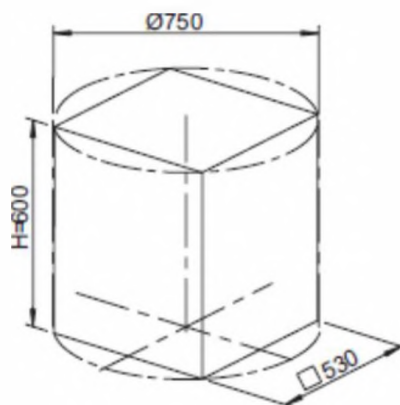


Рисунок 4.8 – Габаритні розміри деталі при положенні столу 45°

Таблиця 4.3 – Дані переміщень при позиції столу 45°

Діаметр інструмента	Діаметр деталі	Прямокутна деталь
60	785	555
80	785	555
100	780	551
130	750	530

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

КНУ.МВР.131.24.1-01.04.МПОМО

Арк.

4.6



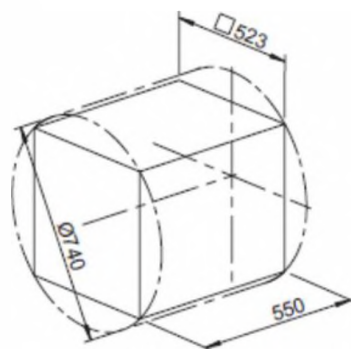


Рисунок 4.9 – Габаритні розміри деталі при положенні столу 90°

Таблиця 4.3 – Дані переміщень при позиції столу 90°

Діаметр інструмента	Діаметр деталі	Прямокутна деталь
60	790	558
80	790	558
100	770	544
130	750	523

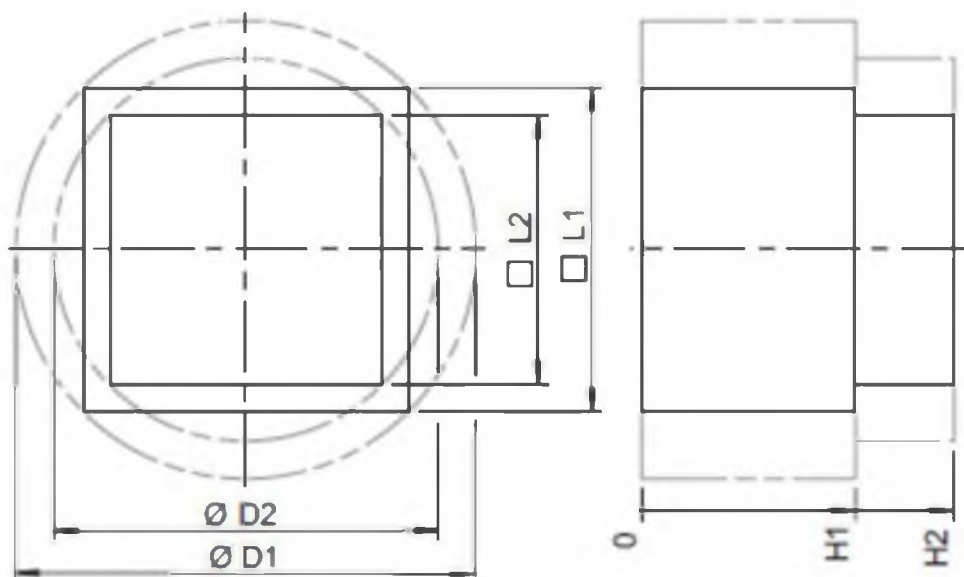


Рисунок 4.10 – Габаритні розміри деталі при положенні столу 102°

Таблиця 4.4 – Дані переміщень при позиції столу 102°

Діаметр інструменту	60	80	100	130
Діаметр деталі D1	740	740	720	700
Діаметр деталі D2	585	585	575	560
Прямокутна деталь L1	523	523	509	495
Прямокутна деталь L2	413	413	406	395
Висота деталі H1	335	335	335	335
Висота деталі H1	475	475	475	475

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.МВР.131.24.1-01.04.МПОМО

Арк.

4.7

На верстаті встановлений шпиндель на 18 000 об/хв з конусом під оправки HSK A 63 (рис. 4.11), параметри шпинделю наведені в таблиці 4.5. Діаграма крутного моменту зображена на рисунку 4.12.



Рисунок 4.11 – Графічне зображення шпинделю

Таблиця 4.5 – Параметри шпинделю

Параметр	Значення
Кількість обертів, об/хв	20-18000
Потужність приводу, кВт	35
Максимальний крутний момент, Нм	130
Номінальний крутний момент, Нм	87
Конус шпинделю	HSK A 63
Зусилля затиску інструменту, кН	25

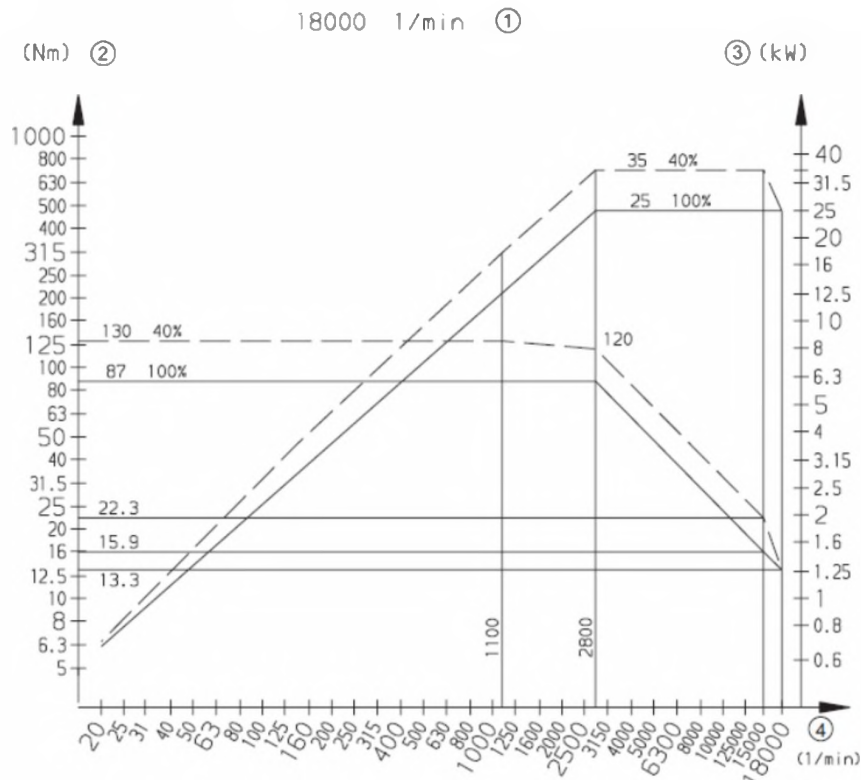
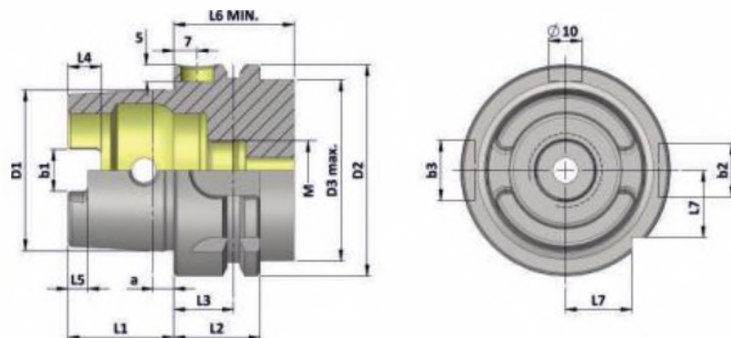


Рисунок 4.12 – Діаграма крутного моменту

Тримач інструмента HSK-A63 (рис.4.13) має стандарт DIN 69893, літера «А» вказує на поперечний паз для високого числа обертів і автоматичної зміни інструмента



HSK-A	D1	D2	D3	a	b1	b2	b3	M	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7
63	48	63	53	6.30	12.54	16	18	M18X1	32	26	18	10	6	42	20

Рисунок 4.13 – HSK-A63

Похило-поворотний стіл (рис 4.14) забезпечують обробку деталей складної форми, це саме те що нам потрібно, адже впадина та профіль зуба має складну форму, ця перевага дозволить нам швидко та якісно обробити дані поверхні, параметри вісі В та С, наведені в таблиці 4.6

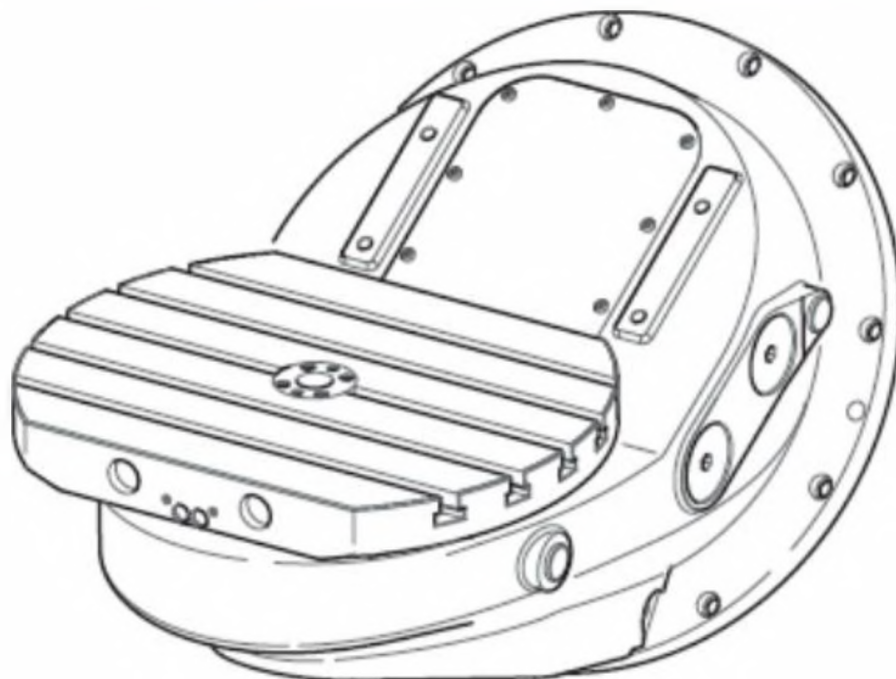


Рисунок 4.14 – Похило-поворотний стіл

					<i>КНУ.МВР.131.24.1-01.04.МПОМО</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4.9

Таблиця 4.6 – Параметри похило-поворотного столу

Параметр	Значення
<b>Вісь С</b>	
Поверхня зажиму, мм	700x500
Відстань між Т-подібними пазами, мм	63/14H7
Центральний отвір, мм	30 H6
Максимально крутний момент, Нм	2021
Максимальні оберти, об/хв	50
<b>Вісь В</b>	
Максимальний момент качання, Нм	1864
Максимальні оберти, об/хв	40
Діапазон качання	0-161,955
Дискретність індикації	0,001
Вага, кг	420
Максимальне навантаження, кг	350

Номінальні та граничні положення похило-поворотного столу зображені на рисунку 4.15 та 4.16.

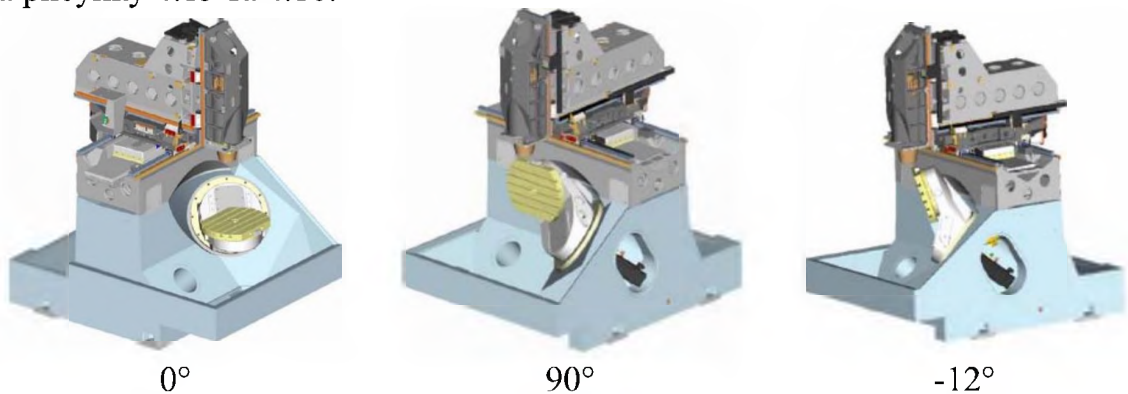


Рисунок 4.15 – Граничні положення похило-поворотного столу

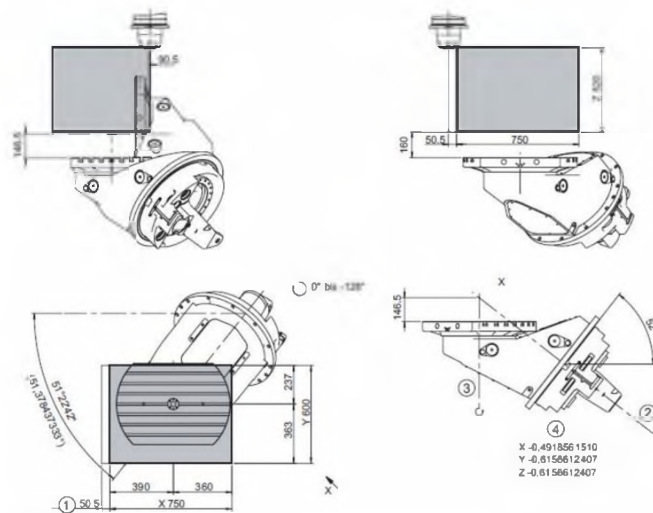


Рисунок 4.16 – Геометричні параметри похило-поворотного столу

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ.МВР.131.24.1-01.04.МПОМО	Арк.
						4.10

Отже, даний верстат задовольняє технічними параметрами для обробки деталі «Шестерня».

#### 4.1.1 Ескіз заготовки та карта ескізу обробки

Для виконання операції №070 (рис. 4.17) заготовка (рис. 4.18) згідно технологічного процесу буде після виконання робіт операції №065.

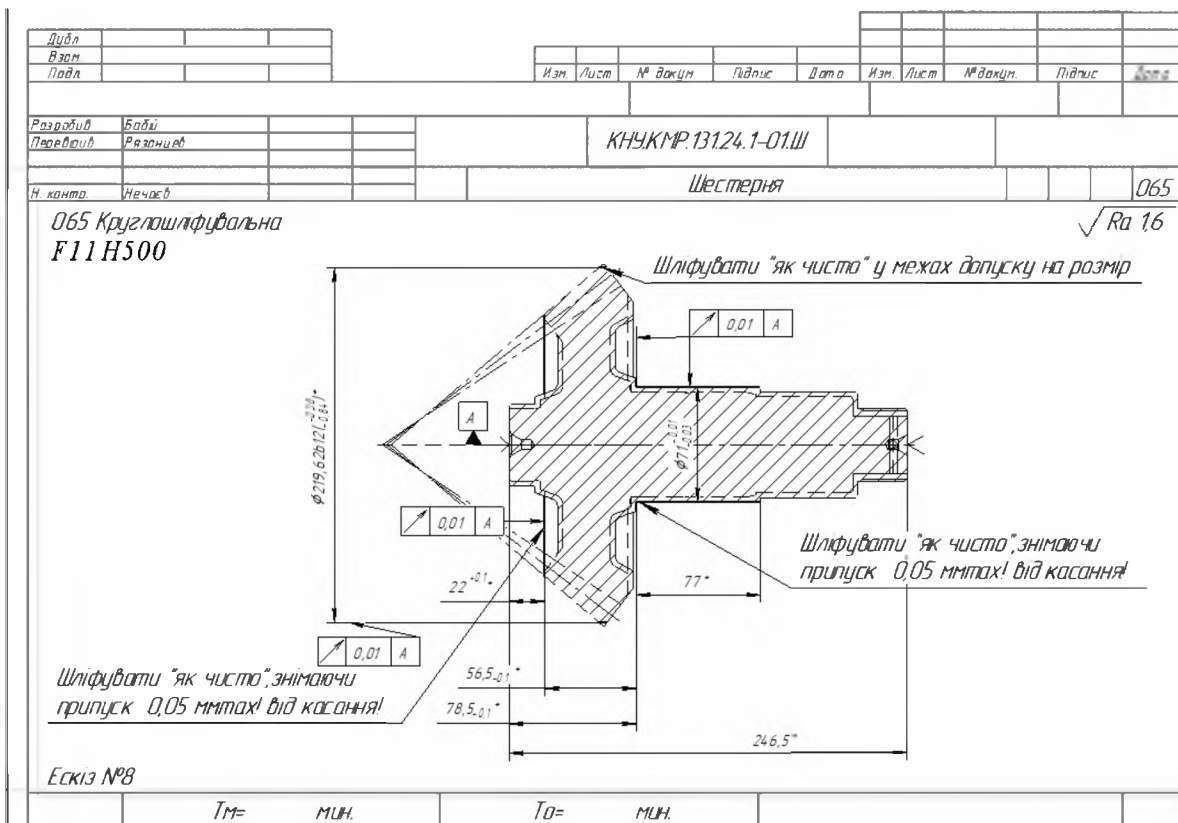


Рисунок 4.17 – Вихідна заготовка для операції 065

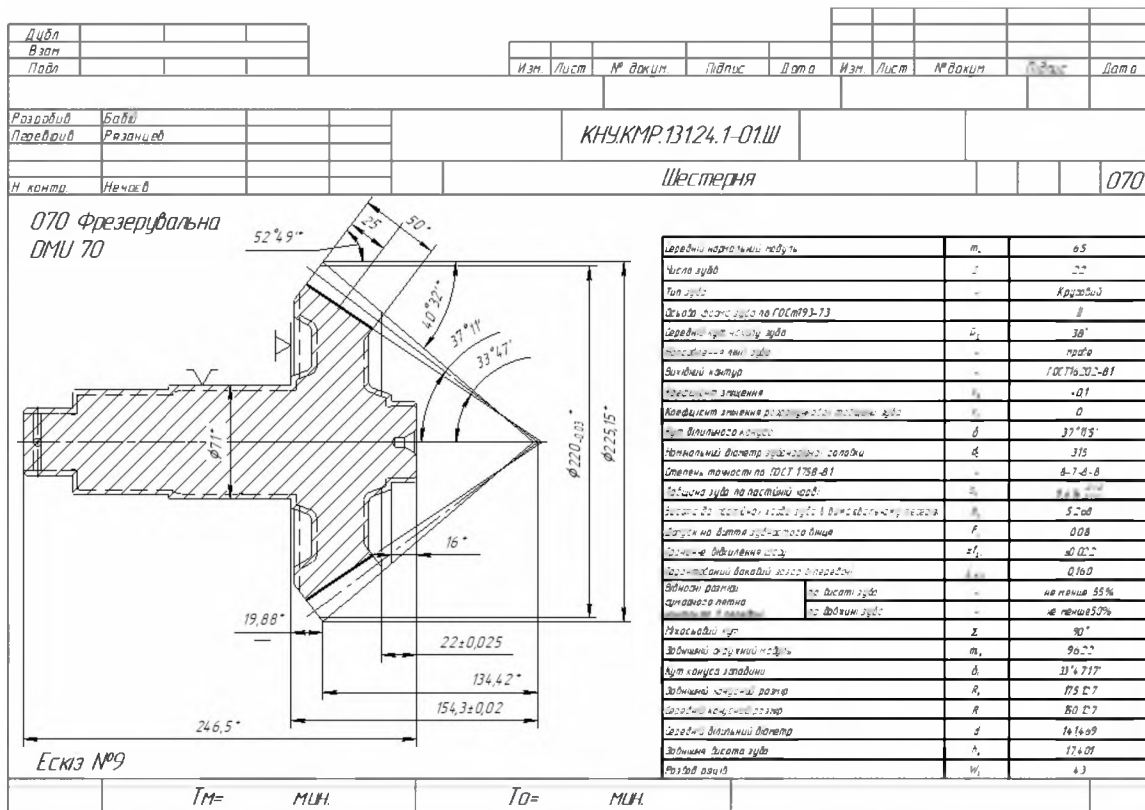


Рисунок 4.18 – Операція 070

Верстат моделі DMG DMU 70 EVO має систему програмного керування “SIMENS 840D”, яка дозволяє по записаній програмі проводити всі види фрезерної обробки. Система ПК дозволяє програмувати п’ять координат з дискретністю завдання та відпрацювання; одночасно можуть оброблюватися 5 координати. Система верстатів DMG має власний постпроцесор, на це слід звернути увагу для створення програми.

В даному проекті будемо розглядати чорнову та чистову обробку зубів разом [18].

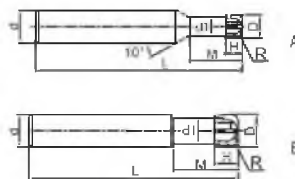
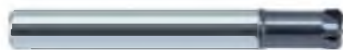
### 4.1.2 Відомості про використаний інструмент

Для чорнової обробки використовуємо наступний інструмент:

- Фреза для висок. подач Ø10 R2: PM-4H-D10.0 R2.0 KMG405
- Фреза для висок. подач Ø 6 R1: PM-4H-D6.0 R1.0 KMG405
- Фреза чистова Ø 4 R2: PM-4B-R2.0 KMG405 (уживаний)

Параметри та зображення інструменту наведені на рисунках 4.19–4.20. Фреза для високих подач Ø10 R2: PM-4H-D10.0 R2.0 KMG405 та фреза для висок. подач Ø6 R1: PM-4H-D6.0 R1.0 KMG405 відносяться до групи з радіусним округленням кромки та високою міцністю, призначена для напівчистої обробки з високою швидкістю подачі та має наступні

конструктивні особливості: циліндричний хвостовик, чотири ріжучих зуба, кут нахилу спіралі 0 градусів.



Artikel	Abmessungen [mm]								Zähne	Geometrie	Sorte
	R	D	d (h6)	d <sub>1</sub>	H	M	L				
PM-4H-D3.0R0.8	0,8	3	6	2,7	1,2	8	50	4	A	●	
PM-4H-D4.0R1.0	1	4	6	3,6	1,6	10	50	4	A	●	
PM-4H-D5.0R1.2	1,2	5	6	4,5	2	12,5	50	4	A	●	
PM-4H-D6.0R1.0	1	6	6	5,4	2,5	12	50	4	B	●	
PM-4H-D6.0R1.5	1,5	6	6	5,4	2,5	12	50	4	B	●	
PM-4H-D6.0R2.0	2	6	6	5,4	2,5	12	50	4	B	●	
PM-4H-D8.0R1.0	1	8	8	7	3,5	16	60	4	B	●	
PM-4H-D8.0R2.0	2	8	8	7	3,5	16	60	4	B	●	
PM-4H-D10.0R1.0	1	10	10	9	4	20	75	4	B	●	
PM-4H-D10.0R2.0	2	10	10	9	4	20	75	4	B	●	
PM-4H-D10.0R3.0	3	10	10	9	4	20	75	4	B	●	
PM-4H-D12.0R2.0	2	12	12	11	5	24	75	4	B	●	
PM-4H-D12.0R3.0	3	12	12	11	5	24	75	4	B	●	

■ Ab Lager □ Auf Anfrage

⊛ Mit Innenkühlung

Рисунок 4.19 – Геометричні параметри фрез PM-4H

Розшифровка маркування фрези PM-4H-D10.0 R2.0 KMG405:

PM – Високопродуктивна механічна обробка

4 – Кількість зубів фрези

H – Високошвидкісна обробка

D10 – Основний діаметр інструмента

R2.0 – Радіус кромки інструмента

KMG405 – Твердий сплав KMG405 з покриттям PVD для високопродуктивного фрезерування сталі до 55 HRC, нержавіючої сталі, важких матеріалів, чавуну. Оптимальна зносостійкість та міцність для широкого спектру застосування.

PVD покриття – це техніка вакуумного (вакуумно-конденсаційного) способу нанесення покриття передбачає використання корпускулярного потоку речовини на рівні атомів, молекул, іонів і взаємодії цього потоку з поверхнею твердого тіла. Наслідком такої взаємодії є конденсація — осадження речовини на поверхню нанесення покриття, або насичення речовиною поверхневого шару — модифікування поверхневого шару легуванням чи імплантацією. Усі процеси відбуваються в умовах вакууму.

В англomовній літературі процеси, які використовують такі фізичні явища, як випаровування металевих матеріалів або катодне їх розпилення у вакуумі, іонізацію пари металів, фізичне осадження корпускулярного потоку речовини на поверхню холодної або дещо підігрітої основи, називаються PVD-процесами.

## Розшифровка маркування фрези:

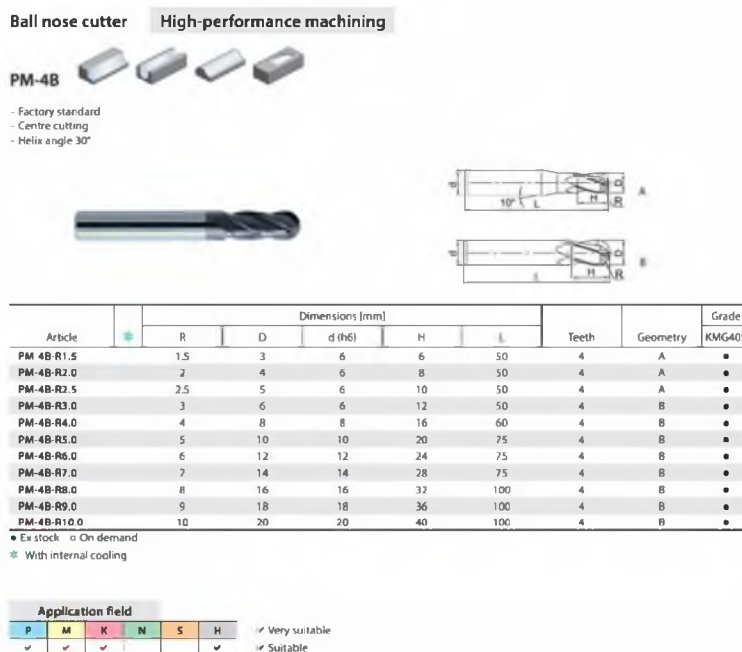


Рисунок 4.20 – Геометричні параметри фрез PM-4B

## Розшифровка маркування фрези PM-4B-R2.0 KMG405:

PM – Високопродуктивна механічна обробка

4 – Кількість зубів фрези

B – Сферична фреза

R2.0 – Радіус кромки інструмента 1

KMG405 – Твердий сплав KMG405 з покриттям PVD для високопродуктивного фрезерування сталі до 55 HRC, нержавіючої сталі, важких матеріалів, чавуну. Оптимальна зносостійкість та міцність для широкого спектру застосування.

### 4.1.3 Допоміжний інструмент

Оскільки в обраному верстаті конус шпинделя HSK-A63 то обираємо оправки для закріплення інструменти з таким конусом для всіх обраних інструментів використовуємо оправку SCHUNK-0263363 ER25 HSK-A63x100 (рис. 4.21 ). Геометричні параметри наведені в таблиці 4.7.



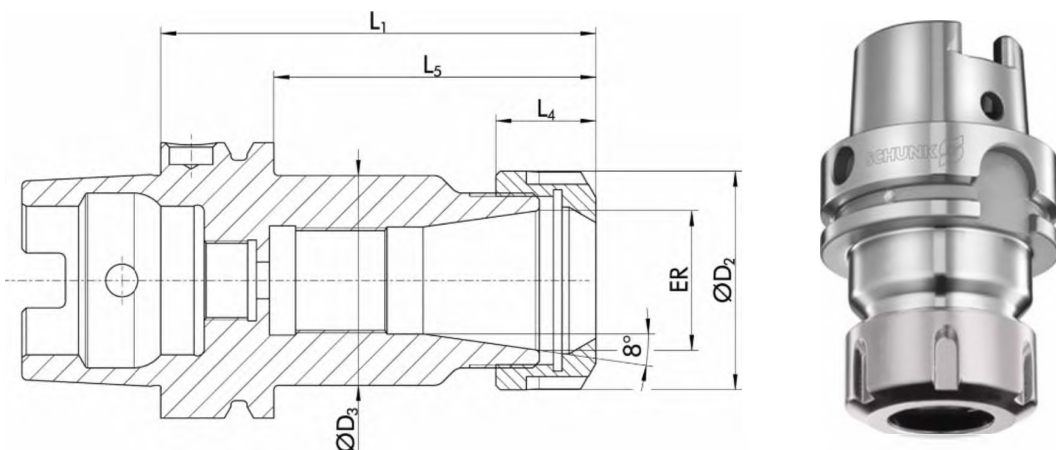


Рисунок 4.21– SCHUNK-0263363 ER25 HSK-A63x100

Таблиця 4.7– Параметри оправки SCHUNK-0263363 ER25 HSK-A63x100

Параметр	Значення
Конус шпинделя	HSK-A 63
Стандарт	DIN ISO 12164-1
Розмір	ER 25
Діаметри інструмента, мм	1-16
D2, мм	42
D3, мм	42
L1, мм	100
L4, мм	20
L5, мм	74
G	M18x1.5
Маса, кг	1,27

Для оправки потрібен комплект цанг ER 25 та відповідний ключ (рис. 4.22).



Рисунок 4.22 – Комплект цанг ER 25 та ключ

#### 4.1.4 Вимірювальний інструмент

Для контролю биття інструменти для виставлення оснащення використовуємо індикатор ИЧ-05 0-5 мм (рис. 4.23 ), який встановлюємо в гідравлічний магнітний вимірювальний стенд НГ (з основою) з механічним тонким регулюванням (рис. )



Рисунок 4.23 – Індикатор ИЧ-05 та гідравлічний магнітний вимірювальний стенд НГ

Таблиця 4.8 – Технічні параметри індикатора ИЧ-05 0-5 мм

Країна виробник	Україна
Діапазон вимірювання ,мм	0-5
Дискретність відліку ,мм	0.01
Похибка КТ 1, мм	$\pm 0,015$
Похибка КТ 0, мм	$\pm 0,012$
Зусилля, Н	1,5

#### 4.1.5 Результати встанови різального та допоміжного інструментів

Процес налагодження деталі являється важливим процесом, від цього залежить якість кінцевого продукту.

Похибки руху лінійних і поворотних осей верстатів можуть стати великими через силу тяжіння та теплове зміщення, викликане змінами температури, тому похибки потрібно виміряти та компенсувати перед обробкою. На відміну від 3-осьової обробки, для якої зсуваються лише лінійні осі, для 5-осьової обробки, яка вимагає високої точності, необхідно визначити центр поворотного столу, щоб отримати помилки зміщення. Оскільки це завдання займає багато часу, було практично важко проводити вимірювання похибок більше ніж один раз на день, незважаючи на попит з боку клієнтів. Тому DMG MORI розробила 3D quickSET, який легко вимірює та зміщує геометричні допуски за короткий час.

Першим що потрібно зробити це скорегувати кінематику верстату за допомогою технології 3D quickSET який легко вимірює та зсуває геометричні

					КНУ.МВР.131.24.1-01.04.МПОМО	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		4.16

допуски поворотних осей на 5-осьовому верстаті за допомогою сенсорного щупа та калібрувальної сфери. Він дозволяє автоматично вимірювати геометричні допуски, які можуть призвести до неякісних форм заготовки, і автоматично відображає результат вимірювання в параметрах для компенсації допуску.



Рисунок 4.24 – Каліброва верстату «3D quickSET»

Після встановлення каліброваної кульки, потрібно запустити процес сам процес автоматичного калібрування, цикл зображено на рисунку 4.24.

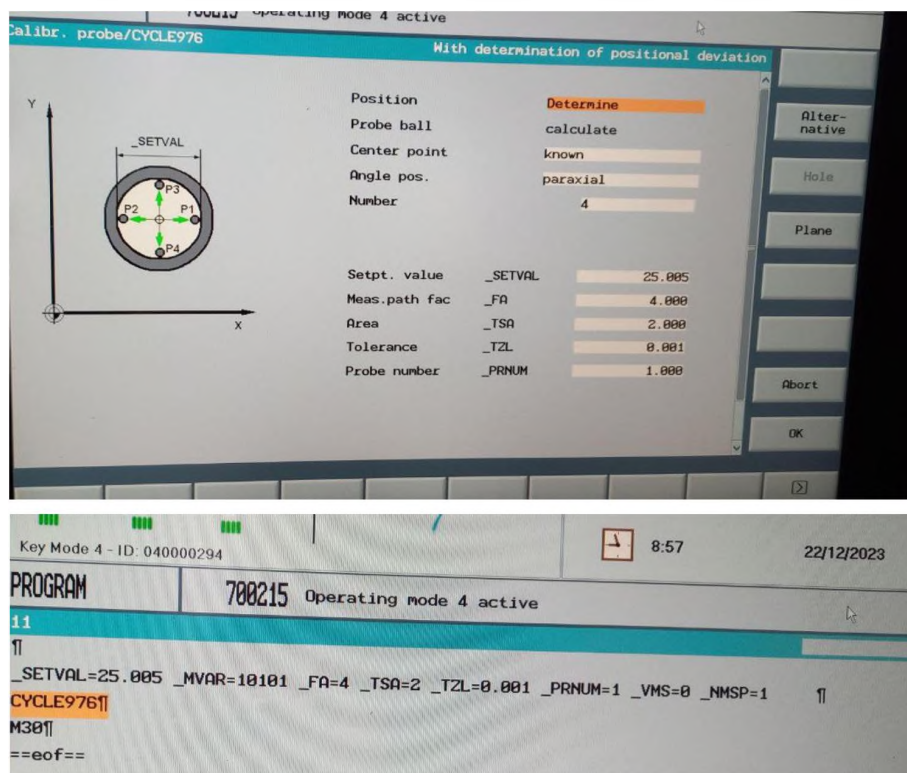


Рисунок 4.25 – Цикл «3D quickSET»

Процес проходить в різних кутах похило-поворотного столу. Отримані значення потрібно записати до таблиці кінематичних даних та зберегти. Результат зображено на рисунку 4.26.

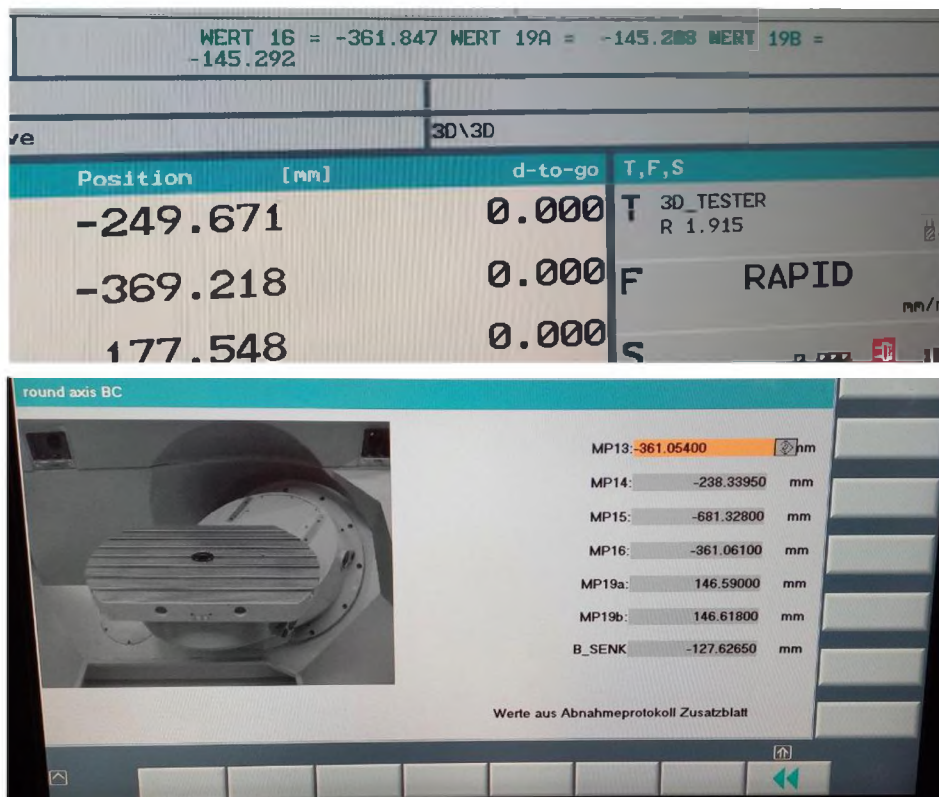


Рисунок 4.26– Збереження даних «3D quickSET»

Після цього потрібно закріпити та вивірити пристосування для обробки деталі «Шестерня». Наступний етап полягає в виставленню даної оснастки, по всім осям, особливу увагу потрібно зосередити на центральному отворі, та сумістити його з геометричним центром столу (рис. 4.27).



Рисунок 4.27– Виставлення по площинах осей «X Y Z B» та во осі «C»

Встановлюємо адаптер для чорнової обробки зуба, який являє собою перехідник між корпусом тумби та установчим діаметром деталі.

Далі потрібно підготувати інструмент, встановити потрібні вильоти, потрібні оправки, та забезпечити подачу МОР через оправку, для більш точного потрапляння рідини в зону різання. Потрібно встановити цанги на фрези та закріпити, та обов'язково перевірити биття на ріжучих кромках так як фрези працюють на великих подачах, це впливає на стійкість інструменту. (рис. 4.28).

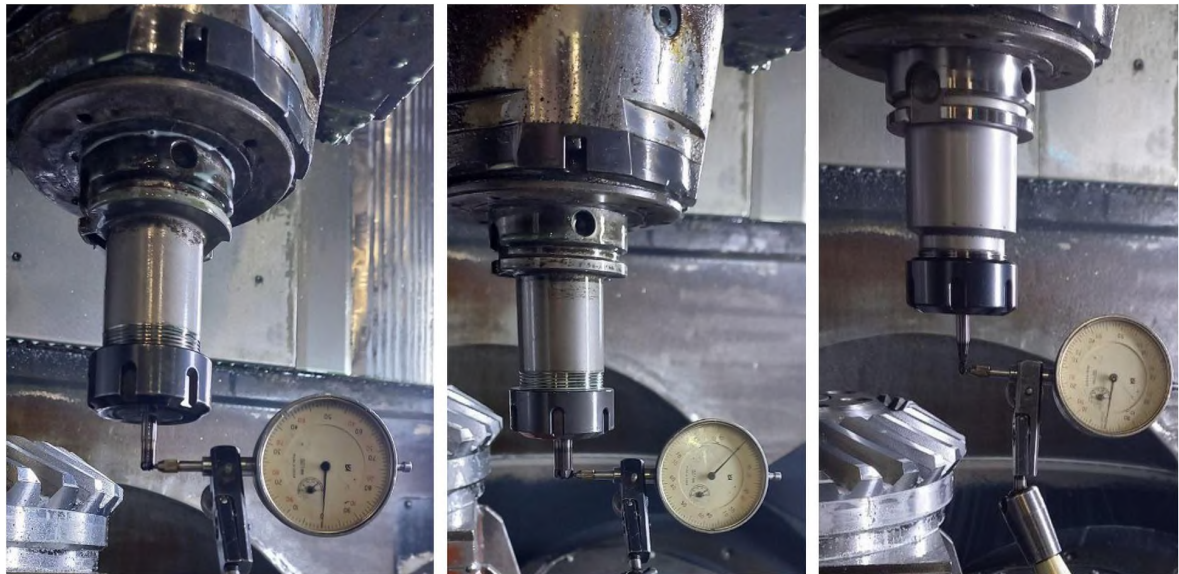


Рисунок 4.28 – Перевірка биття фрез

#### 4.2 Робота з проміжними файлами, вибір системи ЧПК, постпроцесора та отримання керуючих програм

Для створення програми потрібно мати наступні речі:

- Модель заготовки
- Модель готової деталі
- Модель оснащення
- Модель верстату
- Точні параметри осново інструменту
- Точні параметри допоміжного інструменту
- Постпроцесор для генерації програмного коду

Модель заготовки, являє собою операція №065 та модель готової деталі зображено на рисунку 4.29.

					<i>КНУ.МВР.131.24.1-01.04.МПОМО</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.м.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		4.19

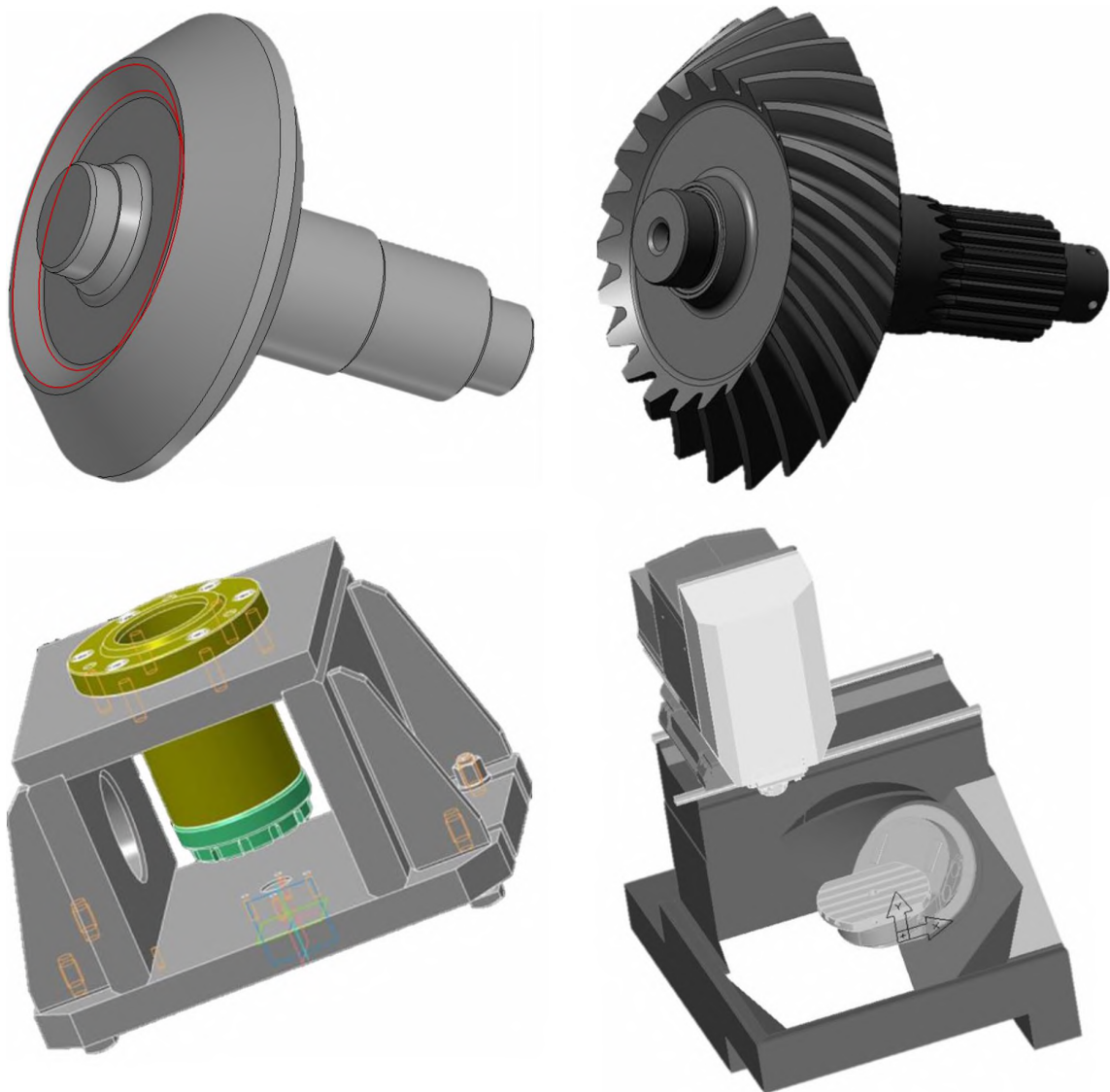


Рисунок 4.29 – Модель заготовки, готової деталі, оснащення та верстату

Основний та допоміжний інструмент стандартизований геометричні параметри який будемо використовувати в САМ системі.

Постпроцесор – це спеціальний програмний модуль, який призначений для перетворення траєкторії, що управляє. У програму, що управляє, дана траєкторія формується безпосередньо – САМ-системою виключно для конкретного верстата з числовим програмним управлінням (тобто з ЧПК) з обов'язковим урахуванням особливостей його кінематики.

Для отримання програми обробки вихідною інформацією на верстаті з ЧПК є точна геометрія деталі, визначена ще на проектно-конструкторському етапі. Технолог-програміст для створення програми для верстата, обладнаного ЧПК, користується саме САМ-системою. Дана система генерує файл, який містить інформацію про траєкторію, положення інструменту, режими різання та інші необхідні технологічні параметри. Далі в роботу вступає безпосередньо і сам постпроцесор, який точно обробляє отримані технологічні дані і формує керуючу програму для якогось конкретного верстата.

						КНУ.МВР.131.24.1-01.04.МПМО	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата			4.20

Постпроцесор у простому його поданні – це елементарний транслятор, що перетворює технологічну інформацію з одного формату на інший. Постпроцесор зазвичай не інтерактивний, тому працює в режимі транслятора. Однак при цьому постпроцесор не варто сприймати як звичайний конвертор, тому що він завжди наповнений технологічною логікою, а також безліччю спеціальних функцій.

На написання програми будемо використовувати САМ систему «FeatureCAM»

FeatureCAM – система CAD/CAM, заснована на принципах раціональної обробки елементів. FeatureCAM дозволяє автоматично або вручну ідентифікувати елементи у твердотільній моделі: технолог-програміст вказує, які елементи він хоче обробити і система сама готує програму для обробки цих елементів.

Технологія роботи FeatureCAM побудована на базі знань, що дозволяє поєднувати автоматизований підхід з повним контролем параметрів, що задаються. Система FeatureCAM генерує траєкторії на основі елементів обробки та автоматично призначає відповідний інструмент, чернові/чистові проходи, розраховує подачі та швидкості. При цьому користувач має можливість редагувати налаштування та параметри відповідно до вимог виробництва чи конкретної технології.

Простота та зручність використання є основними принципами розробки FeatureCAM. Графічні підказки, покрокові інструкції та пояснювальна анімація відображаються прямо у діалогах програми.

Система FeatureCAM є єдиним та повноцінним рішенням для фрезерної, токарної, токарно-фрезерної та електроерозійної обробки.

Імпорт моделей в проект зображено на рисунку 4.30.

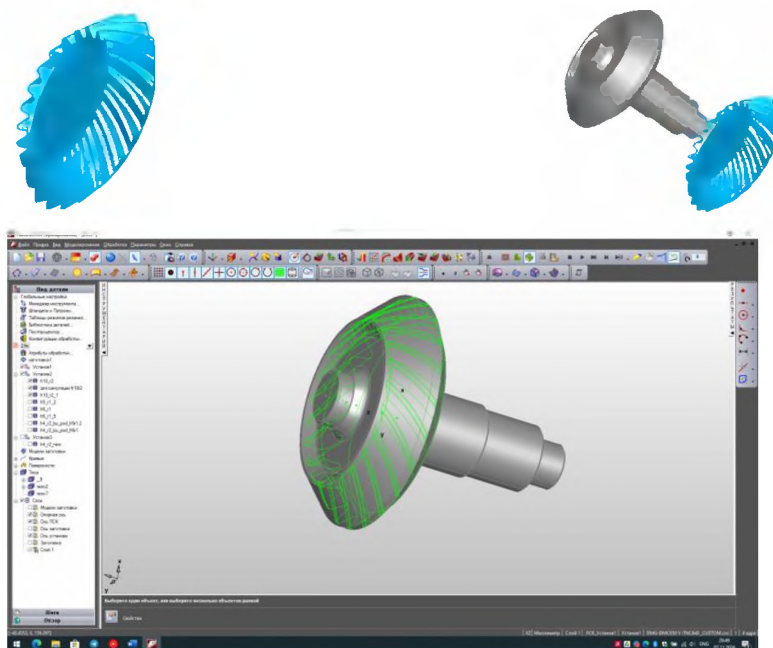


Рисунок 4.30 – Імпорт моделей

					КНУ.МВР.131.24.1-01.04.МПОМО	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		4.21

Для максимальної обробки заготовки потрібно виставити деталь таким чином щоб забезпечити прохід фрези якомога більшу зону обробки.

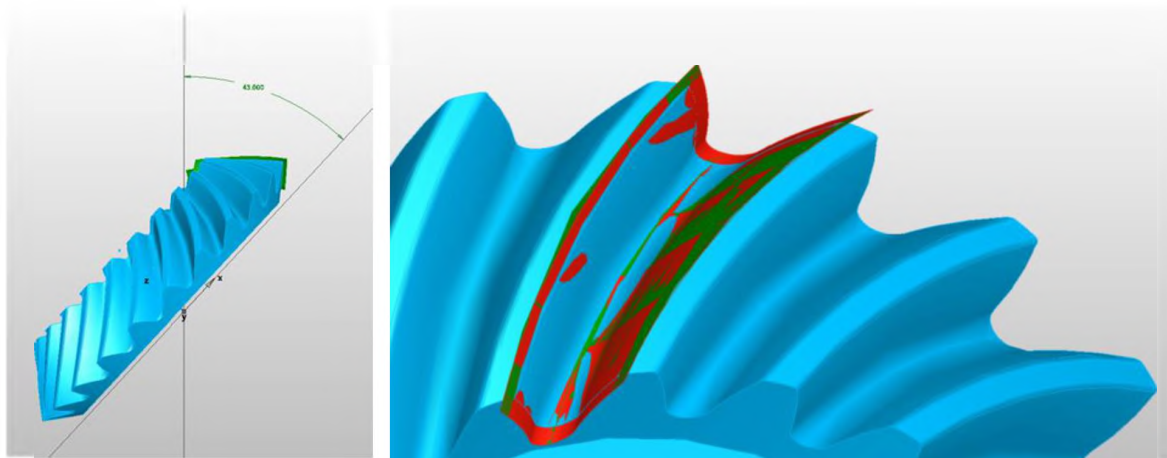


Рисунок 4.31 – Кут обробки деталі та вибір поверхні

Наступний етап це творення оправки

Свойства патронов ×

Имя патрона:  OK

Соотв. шпиндель:  Отмена

Измерение  Дюймы Справка

Тип патрона  Концевая фреза Просмотр

Цанговый

Специальная державка

Параметры Кривая/тело:

Кривая вращения

Твердотельная модель

Вставить копию патрона в графическое окно

Длина фланца  мм Диаметр ступени  мм

Длина  мм Наружный диаметр  мм

Диаметр  мм  На основе диаметра инструмента

Длина кромки  мм Диаметр под инструмент  Соответствует инструменту

Фаска Мин.  мм

Конус от кромки Макс.  мм




Рисунок 4.32 – Створення оправки

					<i>КНУ.МВР.131.24.1-01.04.МПОМО</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		4.22



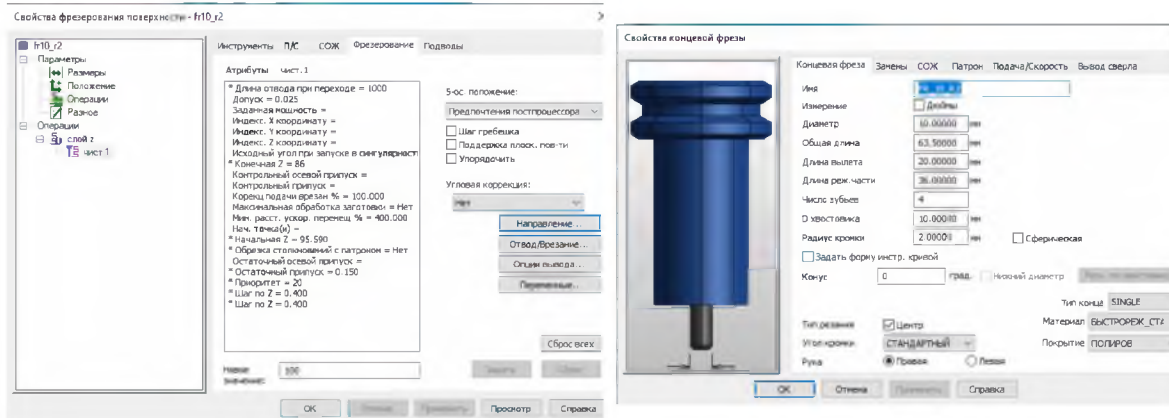


Рисунок 4.33 – Параметры фрезерования фрезы Ø10  
 Результат обработки показано на рисунку 4.34.

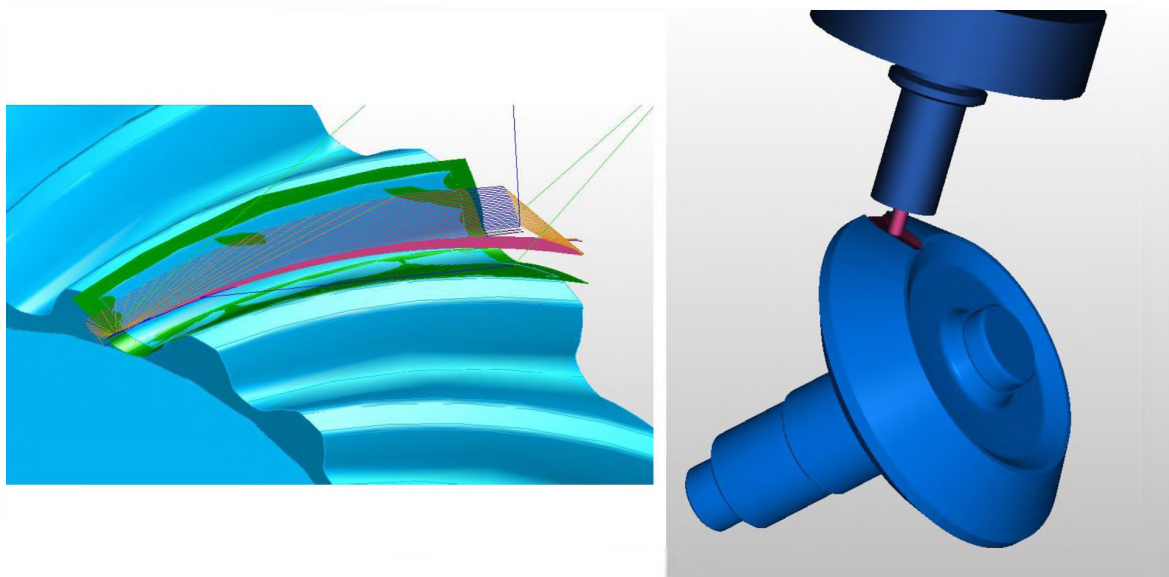


Рисунок 4.34 – Симуляция обработки фрезы Ø10

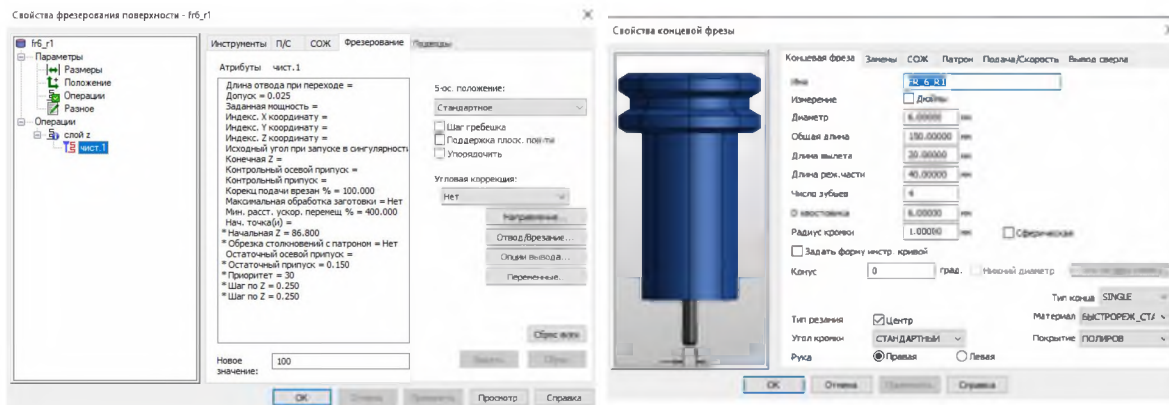


Рисунок 4.35 – Параметры фрезерования фрезы Ø6

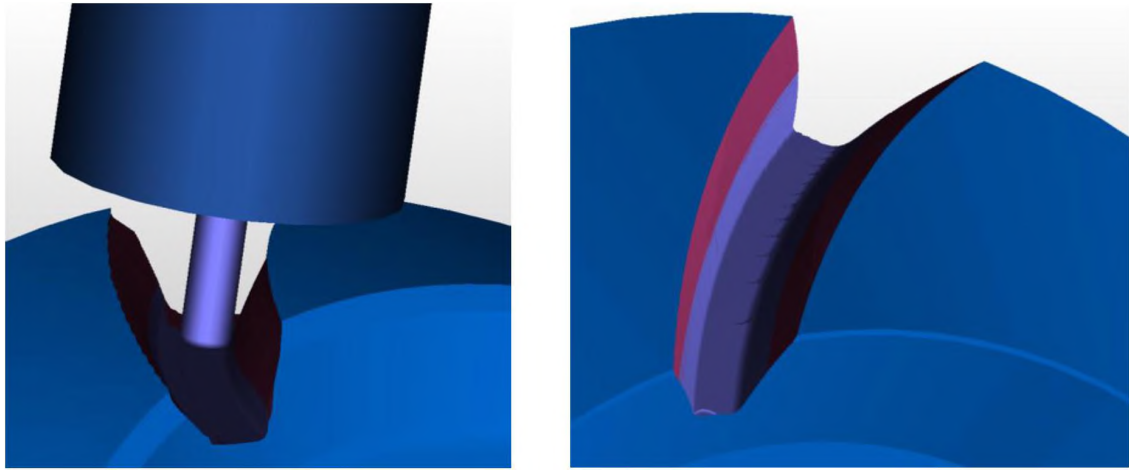


Рисунок 4.36 – Симуляція обробки фрези Ø6

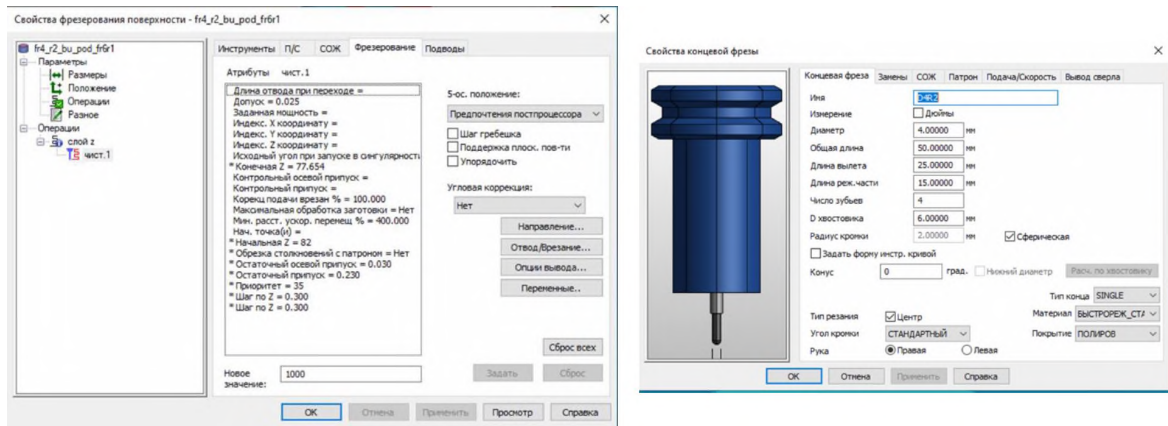


Рисунок 4.37 – Параметри фрезерування фрези Ø4

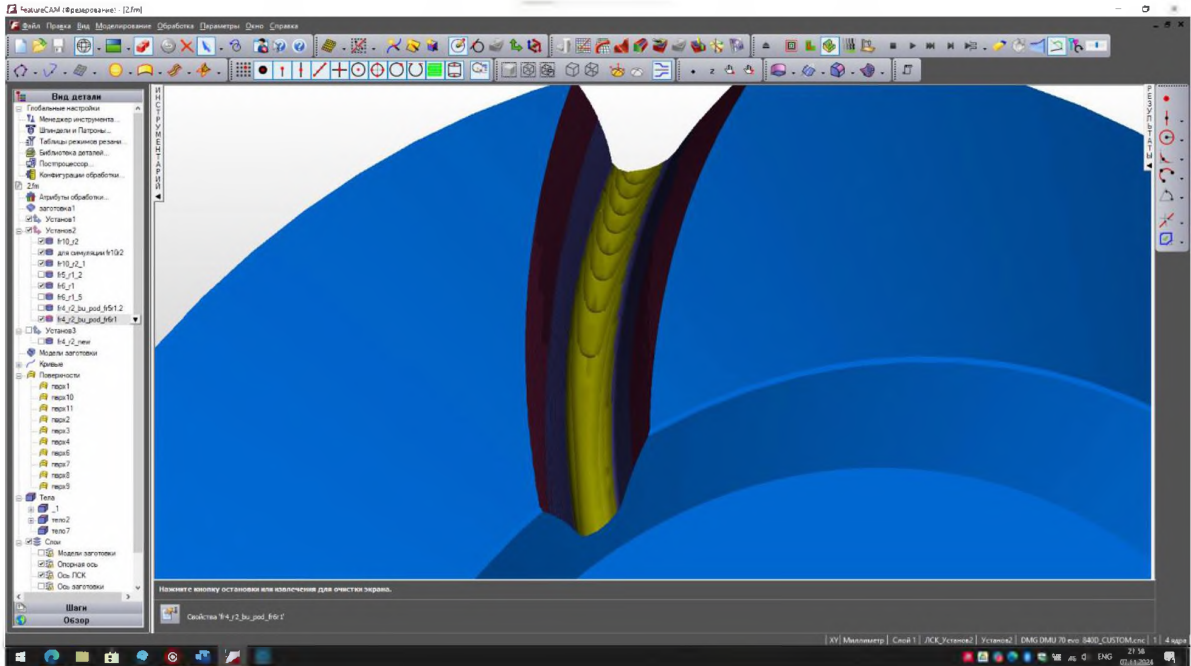


Рисунок 4.38 – Симуляція обробки фрези Ø4

					<i>КНУ.МВР.131.24.1-01.04.МПОМО</i>	Арк. 4.24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Далі обираємо постпроцесор для генерації коду програми для обраного верстату.

Робимо остаточну симуляцію з повними трьох вимірними моделями заготовки, оснащення та оправками з інструментом, результати зображено на рисунку 4.39.

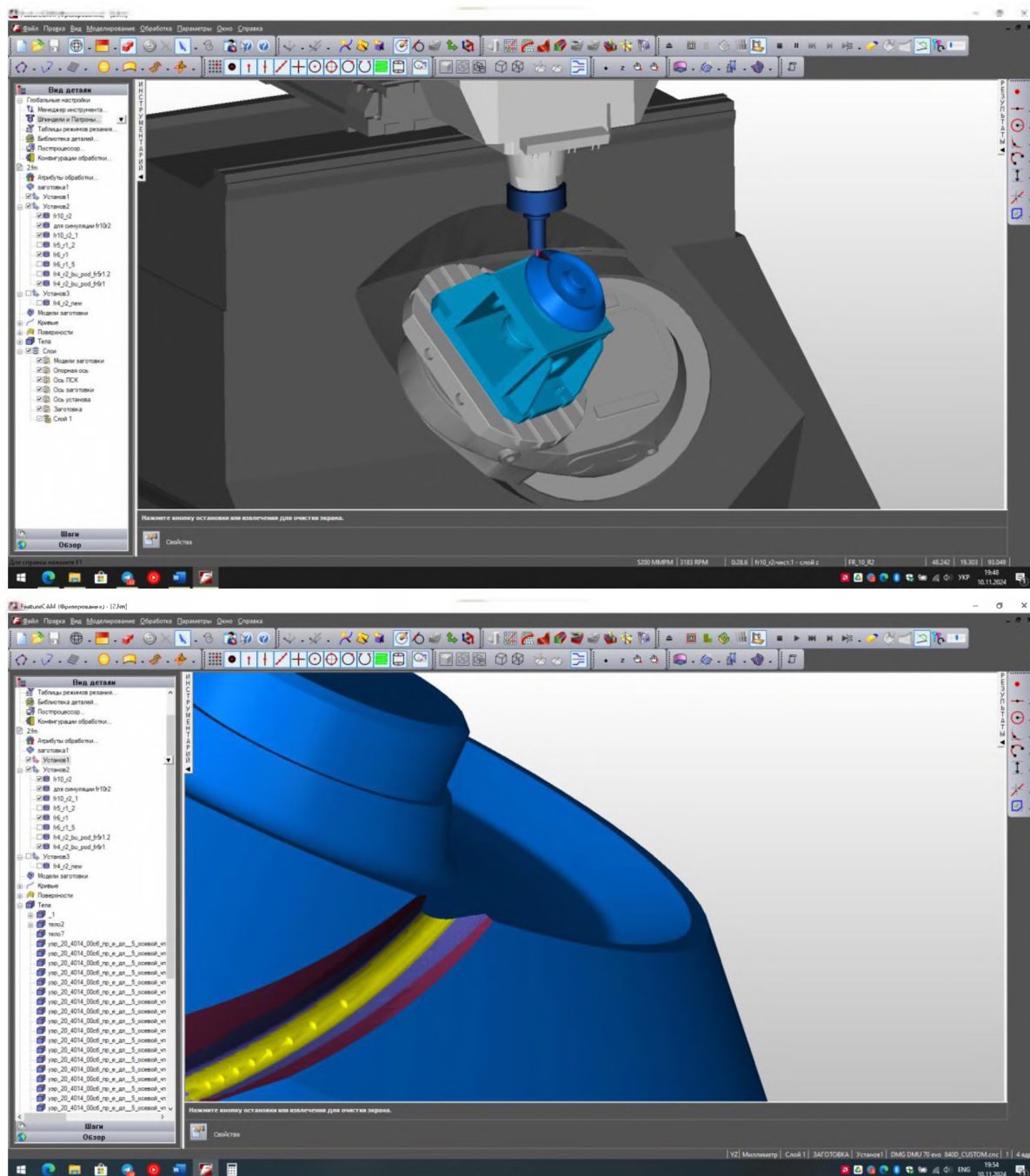


Рисунок 4.39 – Симуляція на верстаті

					<i>КНУ.МВР.131.24.1-01.04.МПОМО</i>	Арк. 4.25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 4.3 Візуалізація та перевірка керуючих програм

При генерації пересвідчуємося що все відпрацьовується як потрібно і подальших корегувань не потрібно, та виводимо код і перевіряємо його в програмному забезпеченні «CIMCO Edit 8»

CIMCO Edit – повнофункціональний редактор керуючих програм, що став стандартом для технологів-програмістів у світі, що потребують надійного, зручного і недорогого інструменту для редагування УП і передачі даних на верстати з ЧПК.

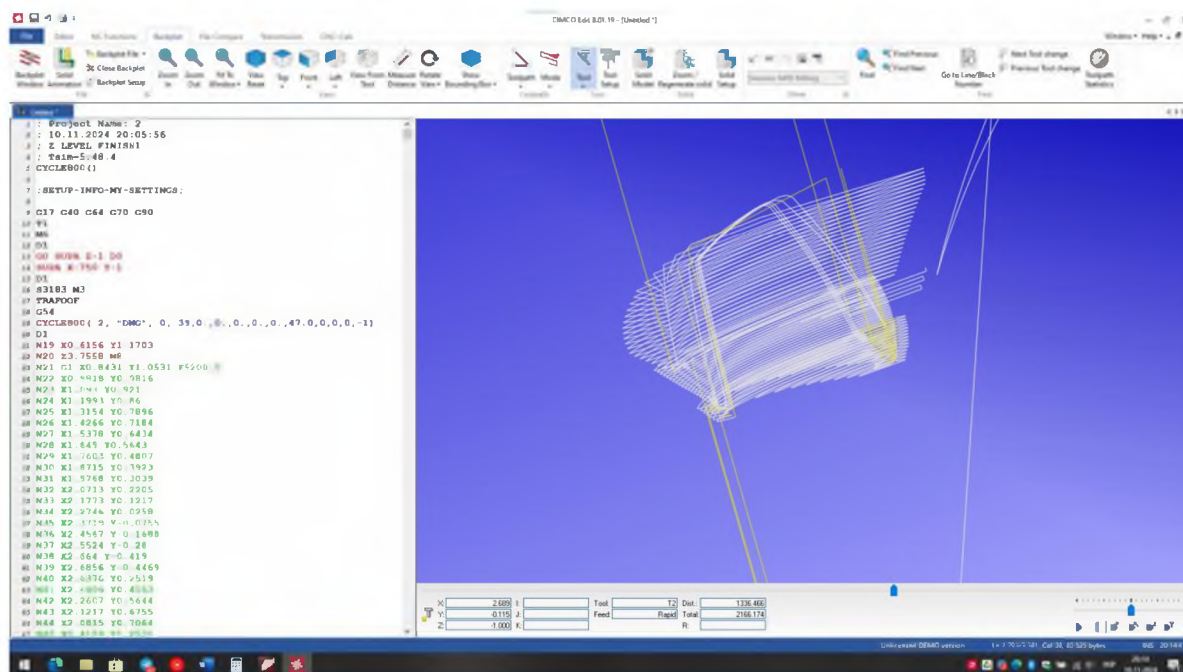


Рисунок 4.40 – Симуляція в «CIMCO Edit 8»

Код керуючої програми:  
 ; Project Name: 1  
 ; 10.11.2024 20:15:48  
 ; Z LEVEL FINISH1  
 CYCLE800()

G17 G40 G64 G71 G90  
 T1  
 M6  
 D1  
 G0 SUPA Z-1 D0  
 SUPA X-750 Y-1  
 D1  
 S3183 M3  
 TRAFOOF  
 G54  
 CYCLE800( 2, "DMG", 0, 39,0.,0.,0.,0.,0.,47.0,0,0,0,-1)

					<i>КНУ.МВР.131.24.1-01.04.МПОМО</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4.26

D1  
 N19 X15.636 Y29.725  
 N20 Z95.398 M8  
 N21 G1 X21.414 Y26.748 F5200.  
 N22 X24.937 Y24.933  
 N23 X27.761 Y23.393  
 N24 X30.462 Y21.843  
 ...  
 N1257 G0 Z100  
 CYCLE800()  
 N1259 M01  
 ;  
 N1261 ; Z LEVEL FINISH1 FR6\_R1  
 N1262 G17 G40 G64 G71 G90  
 N1263 G0 SUPA Z-1.0 D0  
 N1264 T2  
 N1265 M6  
 N1266 D1  
 N1267 S6366 M3  
 TRAFOOF  
 G54  
 CYCLE800( 2, "DMG", 0, 39,0.,0.,0.,0.,0.,47.0,0,0,0,-1)  
 D1  
 N1272 X5.2 Y33.647  
 N1273 Z86.675 M8  
 N1274 G3 X6.902 Y32.106 I=AC(7.912) J=AC(34.931)  
 N1275 G1 X12.078 Y30.256 F5200.  
 N1276 X14.264 Y29.423  
 N1277 X16.997 Y28.326  
 ...  
 N2781 G1 X67.391 Y-0.48 Z77.679  
 N2782 G3 X66.151 Y-0.212 I=AC(66.151) J=AC(-3.212)  
 N2783 X65.096 Y-0.403 I=AC(66.151) J=AC(-3.212)  
 N2784 G1 X65.0 Y-0.44  
 N2785 X66.245 Y-1.883  
 N2786 G3 X68.296 Y-2.915 I=AC(68.516) J=AC(0.077)  
 N2787 G0 Z100  
 CYCLE800()  
 N2789 M01  
 ;  
 N2791 ; Z LEVEL FINISH1 FR4\_R2\_BU\_POD\_FR6R1  
 N2792 G17 G40 G64 G71 G90  
 N2793 G0 SUPA Z-1.0 D0  
 N2794 T40

					<i>КНУ.МВР.131.24.1-01.04.МПОМО</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		4.27

N2795 M6  
 N2796 D1  
 N2797 S11500 M3  
 TRAFOOF  
 G54  
 CYCLE800( 2, "DMG", 0, 39,0.,0.,0.,0.,0.,47.0,0,0,0,-1)  
 D1  
 N2802 X4.102 Y33.821  
 N2803 Z81.85 M8  
 N2804 G3 X4.067 Y33.447 I=AC(6.067) J=AC(33.447)  
 N2805 X5.693 Y31.483 I=AC(6.067) J=AC(33.447)  
 N2806 G1 X6.199 Y31.386 F3200.  
 N2807 X11.685 Y29.484  
 N2808 X14.224 Y28.542  
 N2809 X17.511 Y27.255  
 N2810 X20.911 Y25.839  
 ...  
 N3360 X61.879 Y2.289  
 N3361 X61.034 Y2.753  
 N3362 X60.402 Y3.028  
 N3363 X60.207 Y3.068  
 N3364 X60.348 Y2.735  
 N3365 X60.637 Y2.289  
 N3366 X61.328 Y1.398  
 N3367 X62.084 Y0.506  
 N3368 X64.506 Y-2.169  
 N3369 X65.332 Y-3.037  
 N3370 G3 X66.781 Y-3.657 I=AC(66.781) J=AC(-1.657)  
 N3371 X68.16 Y-3.106 I=AC(66.781) J=AC(-1.657)  
 N3372 G0 Z100  
 ;  
 CYCLE800()  
 G0 SUPA Z-1 D0 M9  
 SUPA X-750 Y-1  
 D1  
 M30

Траекторія згенерована вірно, передаємо файл керуючої програми на верстат та відпрацьовуємо. Результат зображено на рисунку 4.41.

					<i>КНУ.МВР.131.24.1-01.04.МПОМО</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		4.28

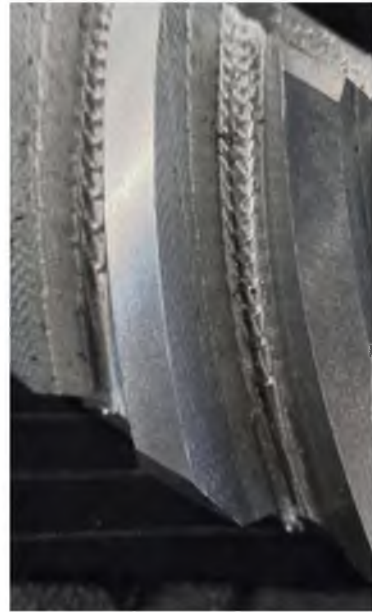


Рисунок 4.41 – Відпрацювання програми на верстаті

Після завершення червової обробки зубів шестерні, вона йде на подальше термічну обробку згідно маршруту обробку.

Для чистової обробки зуба встановлюємо новий адаптер в оснащення, для позиціонування деталі. Далі потрібно сумістити обробку чорнового зуба з обробкою чистового з урахуванням підрізаного базового торця деталі. Потрібно точно виставити та зафіксувати деталь (рис. 4.42), для цього використовуємо сферичний ролик.



Рисунок 4.42 – Виставлення деталі для чистової обробки

Змн.	Арж.	№ док.ум.	Підпис	Дата

КНУ.МВР.131.24.1-01.04.МПОМО

Арж.

4.29

Написання програм для чистової обробки буде відрізнятися від червової. В чистовій буде використовуватися активна 5осьова обробки, це забезпечить велику швидкість обробки та парильний кут атаки і нахилу інструмента.

Створення чистової керуючої програми зображено на рисунках 4.43.

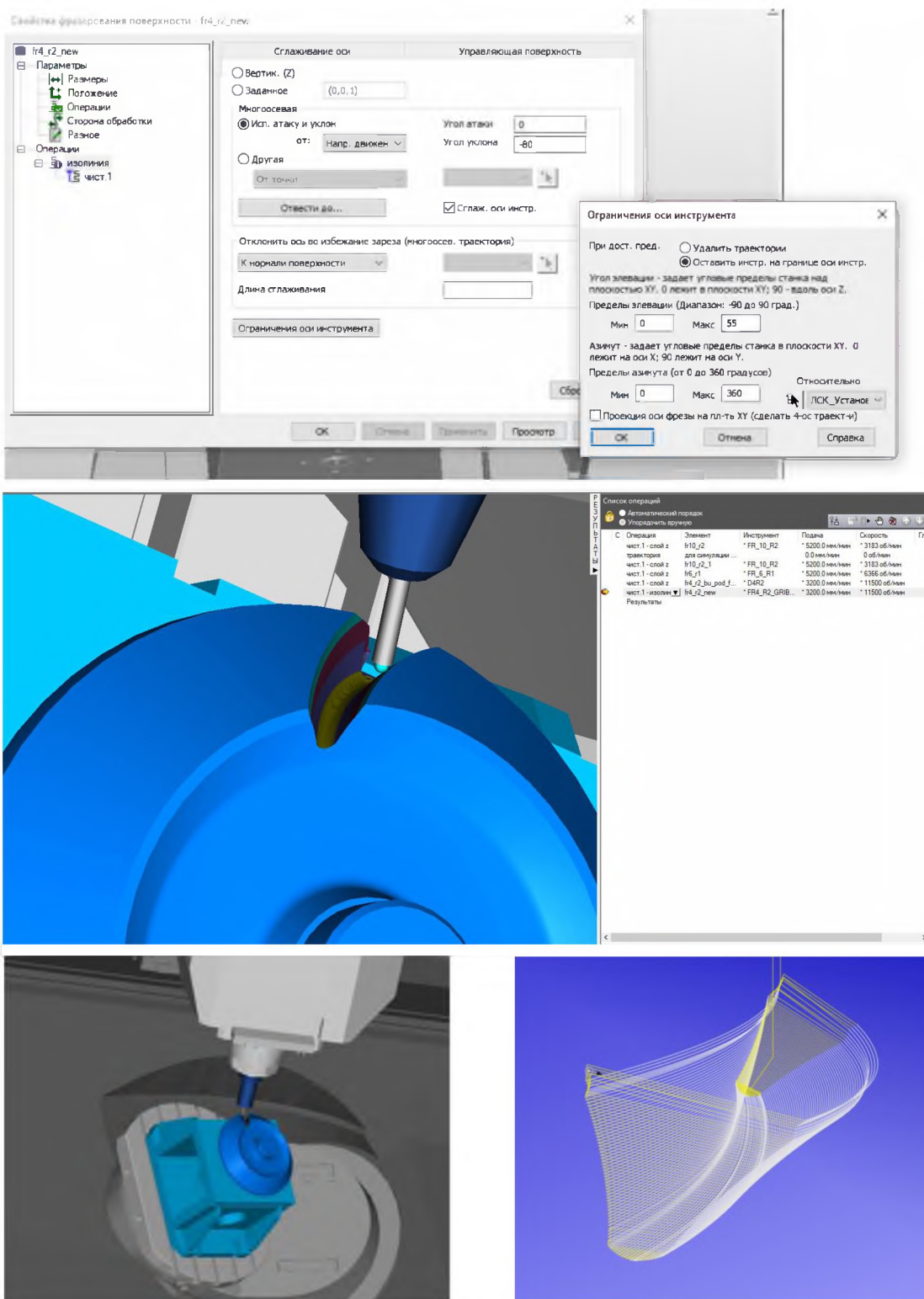


Рисунок 4.43 – Генерація та симуляція чистової обробки

Змн.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.МВР.131.24.1-01.04.МПОМО

Арх.

4.30



; PROJECT NAME: 2  
; 11.11.2024 22:03:44  
; ISOLINE FINISH1  
; TSIM=5:06.0  
CYCLE800()

; TOOL LIST ;  
; NUM TOOL NAME LEN ;  
; 4 FR4\_R2\_GRIBOK 30,00 ;

G17 G40 G64 G71 G90

T4

M6

D1

G0 SUPA Z-1 D0

SUPA X-750 Y-1

D1

S11500 M3

CYCLE800()

N16 G54

N17 X74.511 Y29.276

N18 Z60.068

N19 TRAORI

N20 G0 G54 X74.511 Y29.276 Z60.068 A3=0.6798855 B3=0.0674732  
C3=0.7302075 F3200.

N21 X74.511 Y29.276 Z58.068 A3=0.6798855 B3=0.0674732 C3=0.7302075

N22 G1 X76.575 Y28.108 Z56.259 A3=0.6800117 B3=0.065315 C3=0.7302863

N23 X76.947 Y27.9 Z55.935 A3=0.6800773 B3=0.0641375 C3=0.7303296

N24 X77.361 Y27.666 Z55.574 A3=0.6801495 B3=0.0627839 C3=0.73038

...

N12474 X64.014 Y30.823 Z48.713 A3=0.7615287 B3=0.247861 C3=0.5988648

N12475 X63.595 Y31.007 Z49.156 A3=0.7612317 B3=0.2484595 C3=0.5989943

N12476 X63.185 Y31.186 Z49.587 A3=0.7611656 B3=0.2482672 C3=0.599158

N12477 X61.601 Y31.86 Z51.261 A3=0.7629412 B3=0.2403308 C3=0.6001349

N12478 X61.199 Y32.034 Z51.684 A3=0.7638719 B3=0.2365112 C3=0.6004683

N12479 G0 X65.019 Y33.216 Z54.686 A3=0.7638719 B3=0.2365112  
C3=0.6004683

N12480 X65.019 Y33.216 Z98.5 A3=0. B3=0. C3=1.0

;

TRAFOOF

G0 SUPA Z-1 D0 M9

SUPA X-750 Y-1

D1

M30

					КНУ.МВР.131.24.1-01.04.МПМО	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4.31

Після запуску програми робимо декілька проходів фрези для візуального контролю припуску який знімається на поверхні зуба, цей шар матеріалу повинен становити не більше 0,15 мм (рис. 4.44). Та результат на рисунку 4.45.



Рисунок 4.44 – Контроль чистового проходу



Рисунок 4.45 – Результат чистового фрезування зуба

Висновок: В даному розділі було розроблене верстатно – інструментальне налагодження на операцію. Керуюча програма була створена за допомогою FeatureCAM для верстата DMG DMU 70 evo.

					<i>КНУ.МВР.131.24.1-01.04.МПОМО</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4.32

## 5 КОНСТРУКТОРСЬКА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА

Роль верстатних пристосувань в здійсненні технологічних процесів механічної обробки достатньо велика. Використання верстатних пристосувань дозволяє надійно базувати та закріплювати оброблювану деталь зі збереженням її жорсткості в процесі обробки, стабільно забезпечувати високу якість оброблених деталей при мінімальній залежності якості від кваліфікації робітника, підвищити продуктивність та полегшити умови праці робочого в результаті механізації пристосувань, а також розширити технологічні можливості обладнання, що використовується.

### 5.1 Проектування верстатного оснащення.

Для деталі «Шестерня» необхідно розробити верстатне пристосування. Розробка спеціального верстатного пристосування для фрезерної операції №040. Визначаємо найбільш навантажену ділянку обробки при виконанні даної операції. Це буде обробка поверхні зубчатого вінця.

Вихідними даними для створення оснащення буде модель верстату, геометричні параметри пазів (рис. 5.1) верстату та його робоча область та розміри заготовки.

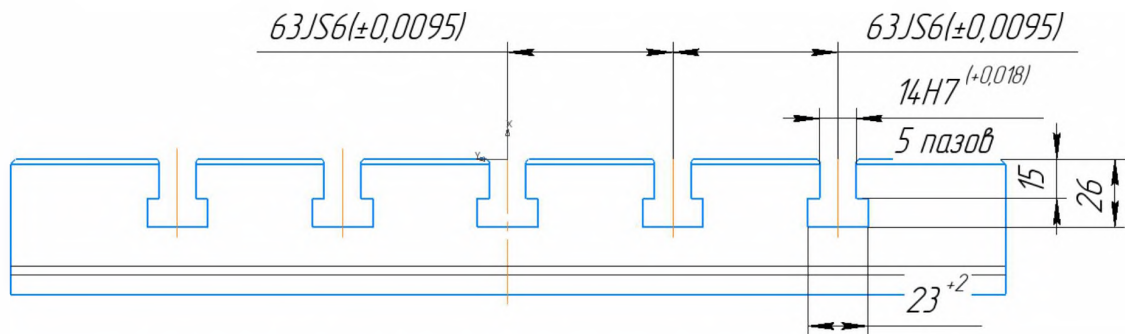


Рисунок 5.1 – Геометричні параметри пазів верстату

Також в центрі обертання осі «С» розташований прецензійний отвір діаметром 30 мм, то ж для базування оснащення обираємо отвір для центрування заготовки відносно центру осі «С» та один із пазів для запобігання прокручуванню оснащення по осі.

Деталь має габаритні розміри  $\varnothing 220 \times 244,5$  мм, це потрібно для визначення висоти оснащення. За базову поверхню обираємо діаметр 71 відстань до опорного торцю 169 мм. Фіксація деталі буде відбуватися за технологічне різьблення. Теоретичне базування заготовки зображено на рисунку 5.2.

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-01.05.КПВ</i>		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Бабій				Лит.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Рязанцев				Н	1	
Н. Контр.	Рязанцев				Каф. ТМ		
Затверд.	Нечаев				гр. ПМ-23м		
<i>Конструкторська підготовка виробництва</i>							

Входячи з робочої області верстату маємо можливість дещо підняти заготовку над поверхнею столу, для забезпечення зручної роботи з оснащенням. Результат зображено на рисунку. Пристосування розроблення з урахуванням можливості зміни адаптеру (рис. 5.3) для виконання чистовою та чорнової обробок, та також дає можливість зробити лану пристосування універсальним, для інших деталей. Результат зображено на рисунку 5.4.

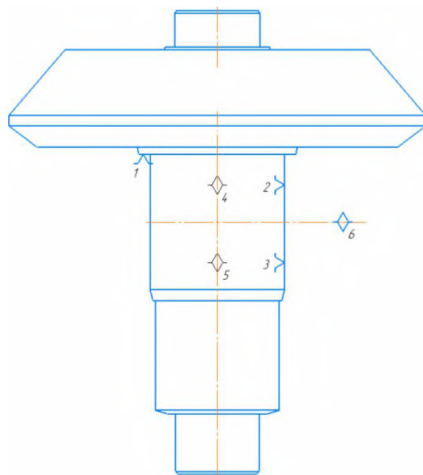


Рисунок 5.2 – Теоретична схема базування деталі

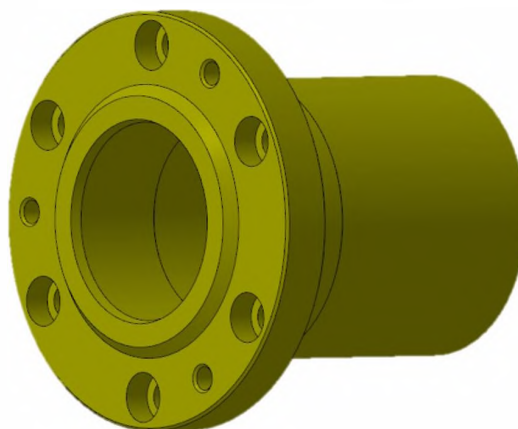


Рисунок 5.3 – Адаптери

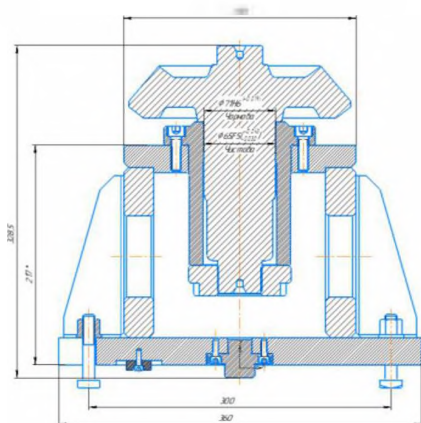


Рисунок 5.4 – Оснащення для фрезерування зуба

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-01.05.КПВ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		5.2

## 5.2 Проектування контрольного оснащення.

Для деталі «Шестерня» необхідно розробити верстатне пристосування. Розробка спеціального контрольного пристосування для фрезерної операції. Визначаємо ділянку обробки на якій потрібно виконувати контроль поверхні. Це буде чорнова та чистова обробка зубчатого вінця шестерні. Контрольне оснащення буде забезпечувати повторюваність зубчатого вінця та також контроль ріжучої крайки інструменту, оскільки час виконання програми чистової обробки сягає 100 хвилин, слід перевіряти робочу поверхню зуба і знос інструмента має критичні значення для досягання якісного результату.

Для контролю зносу інструмента, та гарантування якості прив'язки ріжучого інструмента використовуємо сканер інструмента TT130

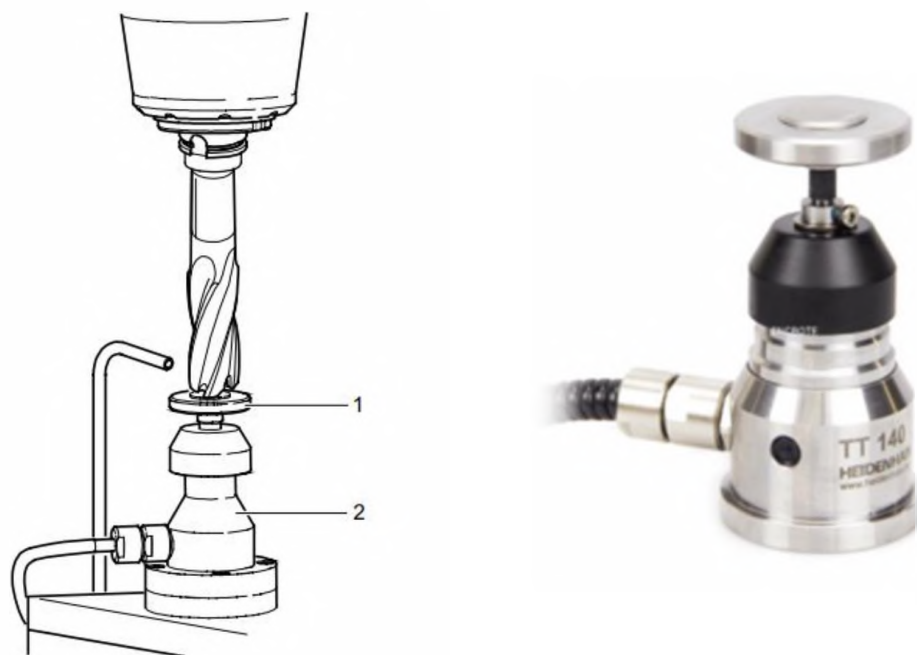


Рисунок 5.5 – Оснащення для фрезерування зуба

1 – Контактний щуп 2 – Вимірювальний прилад

Таблиця 5.1 – Технічні параметри TT130

Параметр	Значення
Точність дотику	15, мкм
Макс. управління сенсорним елементом	5, мм
Сили осевого відхилення	3
Сили радіального відхилення	1, N
Швидкість дотику	3, N
Ступінь захисту (EN 60529)	IP67
Робоча температура	+10...+40, C

Даний пристрій гарантує точність прив'язки інструмента, з задовільною точністю.

Наступний етап це контроль поверхні зуба та визначення биття зубчастого вінця, конструкцію та принцип дії зображено на рисунку 5.6.

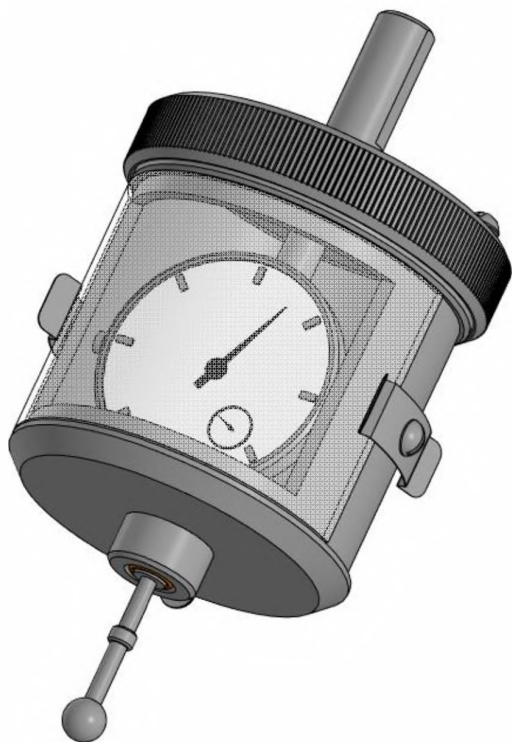


Рисунок 5.6 – Контрольне пристосування

Дане пристосування необхідно встановити у стандартну оправку та закріпити

Контроль відбувається шляхом опускання ролика у відомі розрахункові координати з урахуванням розміру сферичного ролика, якщо відхилення вінця перевищує 0,05 мм, змінюємо фрезу на нову та виконуємо доопрацювання потрібних зубів деталі. Таким чином дане пристосування дає змогу значно підвищити якість деталі, та королювати зубчатий вінець не знімаючи деталь з верстату, та вразі необхідності поверхню. Результат контрольної перевірки плями дотику зображено на рисунку 5.7.

					КНУ.КМР.131.24.1-01.05.КПВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		5.4



Рисунок 5.7 – Перевірка п'ятна контакту

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-01.05.КПВ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		55

## 6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА

### 6.1 Реконструкція механоскладального цеху/дільниці

#### 6.1.1 Вихідні дані для реконструкції

Проектування механоскладальних цехів повинно вестись на основі максимального урахування новітніх досягнень науки та техніки в даній галузі виробництва, використовуючи в цеху, що проектується, або на дільниці найбільш прогресивні технологічні процеси, високопродуктивного обладнання, засобів механізації та автоматизації виробничих процесів, а також передових форм організації виробництва та управління з використанням автоматизованих систем [20-21].

Річна програма в складальних одиницях 500

Вага виробу 13,3 кг

Затрати часу на металообробку виробу, год:

Найменування деталі Шестерня

Тип виробництва: середньосерійне

Дані заносимо до таблиці 6.1

Таблиця 6.1 – Вихідні дані

Найменування вузла	Річна програма випуску, шт	$T_{шт.к.}$ , хв	Вага виробу, кг	Найменування виробу
1	2	3	4	5
Головна передача	500	390	13,3	Шестерня

Розподілення трудових затрат деталі «Шестерня» по операціям у % наведено у таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Операції та трудові затрати

№	Назва операції	$T_{шт.к}$
1	2	3
030	Токарна	0.17
035	Токарна з ЧПК	0.50
040	Токарна з ЧПК	0.17
045	Фрезерувальна	0.05
050	Токарна з ЧПК	0.17
055	Токарна з ЧПК	0.08
060	Токарна з ЧПК	0.17
065	Круглошліфувальна	0.12

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-01.06.0ЕПВ</i>		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Бабій				Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Рязанцев					1	
Н. Контр.	Нечасів				Каф. ТМ гр. ТМ-18-1м		
Затверд.	Рязанцев						
<i>Організаційно-економічна підготовка виробництва</i>							



Продовження таблиці 6.2

1	2	3
070	Фрезерувальна	1.83
120	Круглошліфувальна	0.12
125	Токарна	0.08
135	Круглошліфувальна	0.08
140	Токарна з ЧПК	0.08
145	Токарна з ЧПК	0.25
150	Круглошліфувальна	0.17
155	Зубофрезерна	0.67
170	Фрезерувальна	1.67
205	Круглошліфувальна	0.08
210	Токарна з ЧПК	0.05
215	Фрезерувальна	0.08
220	Круглошліфувальна	0.08

Таблиця 6.3 – Відомості про основне технологічне обладнання

Модель верстата	Габаритні розміри верстата $L \times B \times H$ , мм	Вага верстата, кг	Енергоємність верстата, кВт
1	2	3	4
163	3000x1780x1550	4200	15
16K20	2800x3200x1325	3000	11
16K30Ф	4975x2400x1500	7800	30
СТХ510	4400x5300x2100	8100	33
Spinner VC-860	3000x2800x2800	7500	22
F11H500	2500x2800x2500	2800	7.5
FSS-400	2700x2350x200	4000	14.5
DMU 70	3800x4800x2800	8700	60
53A50H	2670x1810x2250	10000	17

Розрахунок трудомісткості виготовлення деталі

$$T_P = T_{шт.к.} \cdot N \quad (6.1)$$

де:  $T_{шт.к.}$  – штучно-калькуляційний час операції, (хв),

$N$  – програма випуску, (шт).

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-01.06.0ЕПВ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6.2

Розрахунки визначення трудомісткості виготовлення деталей зводяться в таблицю 6.4.

Таблиця 6.4 – Розрахунки трудомісткості виготовлення деталей

Розрахунки трудомісткості виготовлення деталей				
ОП	%	<i>T. шт.к</i>	<i>Tr(хв)</i>	<i>Tr(год)</i>
030	0.17	1.083	32500	541.67
035	0.50	3.250	97500	1625.00
040	0.17	1.083	32500	541.67
045	0.05	0.325	9750	162.50
050	0.17	1.083	32500	541.67
055	0.08	0.542	16250	270.83
060	0.17	1.083	32500	541.67
065	0.12	0.758	22750	379.17
070	1.83	11.917	357500	5958.33
120	0.12	0.758	22750	379.17
125	0.08	0.542	16250	270.83
135	0.08	0.542	16250	270.83
140	0.08	0.542	16250	270.83
145	0.25	1.625	48750	812.50
150	0.17	1.083	32500	541.67
155	0.67	4.333	130000	2166.67
170	1.67	10.833	325000	5416.67
205	0.08	0.542	16250	270.83
210	0.05	0.325	9750	162.50
215	0.08	0.542	16250	270.83
220	0.08	0.542	16250	270.83

6.1.2 Визначення складу і кількості основного технологічного устаткування

Розрахунок кількості основного технологічного устаткування виконується за формулою:

$$S_p = \frac{T_p}{F_{\partial} \cdot m \cdot \eta_3} \quad (6.2)$$

де  $F_{\partial}$  — річний дійсний фонд роботи обладнання, г

$m$  — кількість змін;

$\eta_3$  — нормований коефіцієнт навантаження,  $\eta_3 = 0,8$ .

					<i>КНУКМР.131.24.1-01.06.0ЕПВ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6.3

Якщо розрахункова кількість верстатів дробове число, то прийнята кількість верстатів - це найближче більше ціле число  $S_{II}$ .

Визначення коефіцієнта завантаження верстатів:

$$\eta = \frac{S_P}{S_{II}} \cdot 100\% \quad (6.3)$$

Результати розрахунків зводяться в таблицю 6.5.

Таблиця 6.5 – Кількість та коефіцієнт завантаження основного технологічного обладнання

Кількість та коефіцієнт завантаження основного технологічного обладнання			
$S_p$	$S_n$	п завантаженості %	середнє значення
0.17	1	17	23
0.50	1	50	23
0.17	1	17	23
0.05	1	5	23
0.17	1	17	23
0.08	1	8	23
0.17	1	17	23
0.12	1	12	23
1.83	2	92	23
0.12	1	12	23
0.08	1	8	23
0.08	1	8	23
0.08	1	8	23
0.25	1	25	23
0.17	1	17	23
0.67	1	67	23
1.67	2	83	23
0.08	1	8	23
0.05	1	5	23
0.08	1	8	23
0.08	1	8	23

Виходячи з завантаженості верстатів, робимо висновок, що механічна обробка проходить за довгий термін, тому кількість верстатів приймаємо в залежності від можливостей та площі підприємства, це дозволить

використовувати обладнання паралельно для механічної обробки інших деталей які виготовляються на підприємстві.

Виконуємо розрахунок кількості основних працівників для виконання операція для виготовлення деталі «Шестерня».

Розрахунок кількості верстатників даної професії виконується за формулою:

$$R_o = \frac{T_P}{F_r \cdot k_M}, \quad (6.4)$$

де,  $T_P$  – річна трудомісткість робіт для даного типу устаткування;

$F_r$  – дійсний річний фонд часу робітника

$k_M$  – коефіцієнт багатостатності

Число основних працівників на одну зміну приймається найближчим більшим цілим числом. Результати розрахунку зводяться у таблицю 6.7.

Таблиця 6.7 – Необхідна кількість верстатників

Верстат	Тр (год)	Км	Кількість працюючих		
			Розрахункова	Прийнята	Професія
1	2	3	4	5	6
163	541.67	1	0.30	1	Токар
16К30Ф3	1625.00	2	0.45	1	Оператор ЧПК
16К30Ф3	541.67	2	0.15	1	Оператор ЧПК
FSS-400	162.50	1	0.09	1	Фрезерувальник
СТХ510	541.67	2	0.15	1	Оператор ЧПК
СТХ510	270.83	2	0.07	1	Оператор ЧПК
СТХ510	541.67	2	0.15	1	Оператор ЧПК
DMU 70	379.17	2	0.10	1	Оператор ЧПК
F11H500	5958.33	1	3.27	4	Шліфувальник
16К20	379.17	1	0.21	1	Токар
F11H500	270.83	1	0.15	1	Шліфувальник
СТХ510	270.83	2	0.07	1	Оператор ЧПК
СТХ510	270.83	2	0.07	1	Оператор ЧПК
F11H500	812.50	1	0.45	1	Шліфувальник
53A50H	541.67	4	0.07	1	Фрезерувальник
DMU 70	2166.67	2	0.60	1	Оператор ЧПК
F11H500	5416.67	1	2.98	3	Шліфувальник
СТХ510	270.83	2	0.07	1	Оператор ЧПК
DMU 70	162.50	2	0.04	1	Оператор ЧПК
F11H500	270.83	1	0.15	1	Шліфувальник

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.КМР.131.24.1-01.06.0ЕПВ

Арк.

6.5

### 6.1.3 Компонування і планування виробничих площ цеху

Попередні розміри площин визначаються розрахунком, а кінцеві – заміром промислової будівлі цеху.

Загальна площа цеху складається із основної виробничої площі (площа, яку займають у цеху верстати), допоміжної та підсобної. До загальної площі також ураховується площа складальної ділянки, якщо вона передбачається у механічному цеху.

Допоміжна площа необхідна для здійснення допоміжних та обслуговуючих процесів виробництва. До них відносяться інструментальне забезпечення виробництва, видалення і переробка стружки, приготування і регенерація МОР, складська система (матеріалів, заготовок і готових деталей, мастил), контроль продукції.

До підсобної площі відносяться магістральні проїзди та проходи.

Визначення основної виробничої площі:

Площа, займана верстатами, укрупнено визначається, виходячи з кількості основного устаткування і його габаритів, у плані:

$$S = n \cdot S_c \quad (6.5)$$

де,  $n$  – кількість верстатів, шт;

$S_c$  – площина, зайнята верстатом,  $m^2$ ; (питома площина для верстата та для його обслуговування, що складає для мілких верстатів 10...15  $m^2$ , для середніх верстатів 15...25  $m^2$ ; для крупних 30...45  $m^2$  на один верстат).

унікальних, для них норми встановлюються для конкретних умов виробництва.

$$S = 23 \cdot 45 = 1035 m^2 \quad (6.6)$$

### 6.1.4 Визначення допоміжних площ

Проектування інструментального забезпечення цеху

Інструментальне господарство цеху організовується з метою керування і проведення робіт із забезпечення виробництва інструментом та технологічним оснащенням, його збереження, експлуатації і ремонту.

До складу інструментального господарства цеху входять: інструментально-роздавальна комора (ІРК), комора пристосувань і абразивів, заточувальне відділення. Площа визначається за формулою:

$$S_{ipk} = n \cdot H, m^2 \quad (6.7)$$

де  $n$  – кількість верстатів;

$H$  – норма площі на верстат 0.2-0.3.

$$S_{ipk} = 23 \cdot 0,25 = 5,75 m^2$$

Визначення площі для комор пристроїв

$$S_{kn} = n \cdot H_{kn}, m^2 \quad (6.8)$$

де  $H_{kn} = 0,2$  норма площі  
 $kn$

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-01.06.0ЕПВ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6.6

$$S_{кп} = 23 \cdot 0,2 = 4,6 \text{ м}^2$$

Визначення кількості заточного відділення

$$S_{зат.від} = n_{зпр} \cdot S_n, \text{ м}^2 \quad (6.9)$$

де  $S_n$  – питома площа 10-12  $\text{м}^2$

$n_{зпр}$  – прийнята кількість заточних верстатів:

$$n_{зпр} = n \cdot 0,04$$

де  $n$  – загальна кількість верстатів

$$n_{зпр} = 23 \cdot 0,04 = 0,92$$

Приймаємо 1 заточних верстата

Таким чином згідно формули 6.9:

$$S_{зат.від} = 1 \cdot 12 = 12 \text{ м}^2$$

Проектування системи видалення і переробки стружки

Збирання та переробка стружки на машинобудівних підприємствах є дуже важливим питанням – не менше 15 – 20% металу, який оброблюється, переходить у стружку. Переробка стружки провадиться у відділеннях, які створюються при крупних механічних (механоскладальних) цехах та розташовуються на площі цеху. У невеликих цехах такі відділення не створюються, а переробка стружки провадиться в заводському утильному цеху.

Відділення збирання та переробки стружки складається із системи транспортування стружки від робочих місць до місця переробки і комплекту обладнання для дроблення, промивки, знежирення, сушки та брикетування або пакетування стружки. В нашому випадку визначаємо площу на якій буде тимчасове зберігання стружки для подальшої перевезення переробки. Дана площа визначається в залежності від кількості верстатів.

$$S_{стр} = 70 \text{ м}^2$$

Проектування відділення для приготування і регенерації МОР

Відділенні МОР призначено для постачання верстатам змащувально-охолоджуючої рідини. Це емульсійна станція.

У відділенні повинно бути передбачено підведення води, пару для нагрівання та стерилізації, а також стиснене повітря для змішування розчинів.

Відділення для приготування і роздачі мастильно-охолоджуючої рідини (МОР) проектується при розробці енергетичної частини, на етапі технологічного проектування визначається лише система постачання МОР і передбачається місце для розміщення установки для її готування. Дана площа визначається в залежності від кількості верстатів.

$$S_{мор} = 40 \text{ м}^2$$

Проектування цехових складів матеріалів, заготовок і готових деталей

					КНУ.КМР.131.24.1-01.06.0ЕПВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6.7

Складів заготовок та складів готової продукції:

$$S_{ск} = (0,1 \div 0,15) \cdot S, \quad (6.10)$$

$$S_{ск} = 0,15 \cdot 1035 = 155,25 \text{ м}^2$$

де,  $S$  – виробнича площа цеху.

Контрольне відділення та пункти є частиною контрольного відділу заводу і розташовуються на площині цеху поруч з дільницями, які обслуговуються ним по ходу технологічного процесу.

У залежності від організації робіт, виду та характеру контрольних операцій, контроль може виконуватися на робочому місці на верстаті або біля верстата, на контрольних пунктах та в контрольному відділенні цеху. Найбільш точно площу для контрольного відділення та пунктів можливо визначити шляхом планування усіх робочих місць контролерів, обладнання та інвентарю.

$$S_{отк} = (0,03 \dots 0,05) \cdot S, \text{ м}^2 \quad (6.11)$$

$$S_{отк} = 0,05 \cdot 1035 = 51,75 \text{ м}^2$$

Магістральні проїзди та проходи становить 10 – 15% від площі верстатного відділення.

$$S_{магістралі} = (0,1 \dots 0,15) \cdot S, \text{ м}^2 \quad (6.12)$$

$$S_{магістралі} = 0,15 \cdot 1035 = 155,25 \text{ м}^2$$

Площа персоналу

$$\text{Площа майстра } S_{майстра} = 15 \text{ м}^2$$

$$\text{Площа механіка } S_{механіка} = 22 \text{ м}^2$$

$$\text{Площа енергетика } S_{енергетика} = 22 \text{ м}^2$$

Розрахунок загальної площі цеху

Отже, робимо розрахунок загальної площі дільниці, при цьому допоміжна площа становить:

$$S_{\partial} = S_{ірк} + S_{кп} + S_{зат} + S_{стр} + S_{мор} + S_{скл.заг} + S_{скл.гот.дет} + S_{втк} + S_{магістралі} + S_{майстра} + S_{мех} + S_{енерг}, \text{ м}^2 \quad (6.13)$$

$$S_{\partial} = 5,75 + 4,6 + 4 + 12 + 70 + 40 + 155,25 + 155,25 + 51,75 + 155,25 + 15 + 22 + 22 = 712,85 \text{ м}^2$$

Загальна площа:

$$S_o + S_{\partial}, \text{ м}^2 \quad (6.14)$$

$$1035 + 712,85 = 1747,85 \text{ м}^2$$

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-01.06.0ЕПВ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6.8

## 6.2 Охорона праці та екологія виробництва

### 6.2.1 Аналіз умов праці

Вихідні дані: дільниця механічного цеху розміром: довжиною  $L = 48$  м, шириною  $B = 36$  м, висотою  $H = 12,5$  м, призначена для виготовлення деталей вагою 13,3 кг 12ХНЗА.

При виробництві деталей за допомогою обробки матеріалів різанням шкідливими та небезпечними факторами є:

#### 1. Фізичні:

частини виробничого устаткування, що рухаються, вироби і заготовки, що пересуваються; стружка оброблюваних матеріалів, осколки інструментів, висока температура поверхні оброблюваних деталей і інструмента; підвищена напруга в електричному ланцюзі чи наявність статичної електрики, при якому може відбутися замикання через тіло людини. Фізичними шкідливими виробничими факторами, характерними для процесу різання, є також підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони; високий рівень шуму і вібрації; недостатня освітленість робочої зони; наявність прямого і відбитих відблисків; підвищена пульсація світлового потоку;

#### 2. Хімічні:

у повітря робочої зони надходить складна суміш пару, газів і аерозолів, що є продуктами термоокислюючої деструкції (граничні і неграничні вуглеводні, а також ароматичні вуглеводні);

#### 3. Психофізіологічні:

фізичні перевантаження при установці, закріпленні і зніманні великогабаритних деталей, перенапруга зору, монотонність праці;

#### 4. Біологічні:

хвороботворні мікроорганізми і бактерії, що виявляються при роботі із ЗОР.

Згідно за визначеними небезпеками та шкідливими факторами (табл. 6.8) складемо «Карту умов праці» (табл.6.9) та розробимо заходи, спрямовані на забезпечення безпечних і здорових умов праці, безаварійної роботи виробничого устаткування, пожежної безпеки.

Таблиця 6.8 – Визначення небезпечних та шкідливих факторів

№ п/п	Фактори виробничого середовища	ГДК (ГДР)	Факт. знач.
1	2	3	4
1	Шкідливі хімічні речовини	30	25
2	Пил з вмістом двоокису кремнію	11	8,5
3	Вібрація: Допустима коливальна швидкість при середньо геометричній частоті октавної смуги 1000 Гц	$0,62 \cdot 10^{-2}$ або 102 дБ	В межах норми завдяки засобам віброзахисту
4	Еквівалентний рівень шуму, дБ А	79	

					КНУ.КМР.131.24.1-01.06.0ЕПВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6.9



Продовження таблиці 6.8

1	2	3	4
5	Мікроклімат у приміщенні: температура повітря, °С швидкість руху повітря, м/с відносна вологість повітря, %	20°±2° 0,1 40-60	В межах норми завдяки засобам аерації
6	Важкість праці: динамічна робота: зусилля на рукоятках, маховиках; переміщення задньої бабка в момент зрушування статичне навантаження, кгс	40Н 320Н 50000-90000	В межах норми завдяки інженерним засобам захисту
7	Робоча поза	стояча	
8	Напруженість праці: увага	100%	100%
	Тривалість дії	100%	
9	Змінність	2	
	Характер праці	26	

Таблиця 6.9 – Карта умов праці на робочому місці

Підприємство		Машинобудівне	
Дільниця	Механообробна	Категорія приміщення	Д
кількість верстатів	23	Чисельність працівників	47

Таким чином, в процесі виготовлення деталі працівники виконують фізичні роботи середньої тяжкості з енерговитратами від 200 до 250 ккал/год.

Заходи щодо покращення умов праці, їх обґрунтування:

1. Технічні:

1.1. Модернізація, розміщення та перепланування технологічного обладнання.

1.2. Впровадження автоматичного та дистанційного керування виробничим обладнанням.

2. Організаційні:

2.1. Усі працюючі повинні проходити інструктаж і навчання безпечним прийомом та правилам виконання робіт відповідно до вимог ДСТУ 12.0.004—79 «ССБТ. Організація навчання працюючих безпеки праці. Загальні положення».

2.2. Робота щодо професійного відбору.

2.3. Здійснення контролю за дотриманням працівниками вимог інструкцій з охорони праці.

3. Санітарно-виробничі:

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-01.06.0ЕПВ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6.10

3.1. Придбання пристроїв, які захищають працюючих від дії частин виробничого устаткування, що рухаються, виробів і заготовок, що пересуваються; стружки оброблюваних матеріалів, осколків інструментів, пилу, газів, шуму, вібрації тощо.

3.2. Улаштування нових та реконструкція діючих вентиляційних систем, систем опалення, кондиціонування.

3.3. Реконструкція та переобладнання душових, гардеробних. Облаштування кімнат відпочинку.

4. Медико-профілактичні:

4.1. Організація профілактичних медичних оглядів.

4.2. Придбання молока, миючих та знешкоджуючих засобів.

6.2.2 Інженерні засоби захисту

6.2.2.1 Розрахунок аерації в будівлі (цеху) в теплий період року

Розрахунок аерації в будівлі (цеху) в теплий період року, зводиться до визначення площі аераційних отворів для таких даних: кількість повітря, яке повинно надходити в приміщення  $O_{прин} = 50000$  кг/год, та яке видаляється з приміщення  $O_{вит} = 35000$  кг/год.; відстань між осями отворів  $H = 10$  м, температура зовнішнього повітря  $t_{зовн} = 20^\circ\text{C}$ , температура внутрішнього повітря  $t_{вн} = 25^\circ\text{C}$ . Коефіцієнт виробничого приміщення за умови подачі повітря в робочу зону та видалення його з верхніх зон  $\tau = 0,4$ . Конструкція стулки віконного отвору – одинарна верхньопідвісна з кутом відкривання отвору  $\alpha = 45^\circ$ . Ліхтар П - подібний з фрамугами на вертикальній осі з вітрозахисними панелями, які знаходяться на відносній відстані 1,5 м, з кутом відкривання  $\alpha = 90^\circ$  (рис. 6.1).

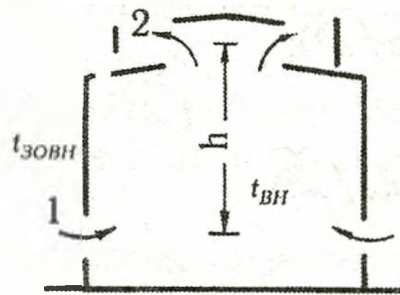


Рисунок 6.1 – Схема аерації цеху:

1,2 – номери вентиляційних отворів

Визначаємо температуру повітря, яке видаляється з верхньої зони приміщення за формулою:

$$t_{вид} = t_{зовн} + (t_{вн} - t_{прз}) / \tau, \quad (6.14)$$

де  $t_{прз}$  – температура повітря, яка надійшла в робочу зону (в теплий період року  $t_{прз} = t_{зовн}$ )

$$t_{вид} = 20 + (25 - 20) / 0,4 = 32,2^\circ\text{C}$$

					КНУ.КМР.131.24.1-01.06.0ЕПВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6.11

Визначаємо питому вагу повітря за формулою:

$$\gamma = \frac{353}{t + 273} \quad (6.15)$$

де  $\gamma_{\text{зовн}} = 353 / (20 + 273) = 1,205$  (кг/м<sup>3</sup>);

$\gamma_{\text{внд}} = 353 / (32,2 + 273) = 1,157$  (кг/м<sup>3</sup>).

Розподілений тиск визначиться за формулою (6.16):

$$\Delta p_{1,2} = h (\gamma_{\text{зовн}} - \gamma_{\text{внд}}), \quad (6.16)$$

де  $\Delta p_{1,2} = 10 (1,205 - 1,157) = 0,48$  (кг/м<sup>2</sup>)

Втрати тиску на прохід повітря через припливні отвори можна визначити за формулою (6.17):

$$\Delta p_1 = \beta \Delta p, \quad (6.17)$$

де  $\Delta p_1 = 0,2 \times 0,48 = 0,096$  кг/м<sup>2</sup>.

Втрати тиску на прохід повітря через ліхтар можна визначити за формулою (6.18):

$$\Delta p_2 = \Delta p_{1,2} - \Delta p_1, \quad (6.18)$$

де  $\Delta p_2 = 0,48 - 0,096 = 0,384$  кг/м<sup>2</sup>.

Визначаємо площу отворів у стіні  $F_{\text{прип}}$  і площу отворів ліхтаря  $F_{\text{ліхт}}$  за формулами (6.19-6.20):

$$F_{\text{прип}} = \frac{G_{\text{прип}}}{3600 \sqrt{\Delta p_1 \times \frac{2g\gamma_{\text{зовн}}}{\xi_1}}} = \frac{50000}{3600 \sqrt{0,096 \times \frac{2 \cdot 9,8 \cdot 1,205}{3,7}}} = \frac{50000}{2818} = 17,7 \text{ м}^2; \quad (6.19)$$

$$F_{\text{ліхт}} = \frac{G_{\text{внд}}}{3600 \sqrt{\Delta p_2 \times \frac{2g\gamma_{\text{внд}}}{\xi_2}}} = \frac{35000}{3600 \sqrt{0,384 \times \frac{2 \cdot 9,8 \cdot 1,157}{4,1}}} = \frac{35000}{5246} = 6,7 \text{ м}^2. \quad (6.20)$$

### 6.2.2.2 Розрахунок природного та штучного освітлення

Розрахунок природного освітлення

Вихідні данні:  $h_p = 0,7$  м висота робочої поверхні. Будівля знаходиться в м. Кривий Ріг, напроти вікон дільниці, що зорієнтована на захід, немає об'єктів, що затіняють.

Необхідна площа вікон:

$$S_B = \frac{e_n \cdot K_3 \cdot \eta_B \cdot S_{\Pi}}{\tau_3 \cdot r_1 \cdot 100}, \quad (6.21)$$

де  $e_n$  – нормоване значення коефіцієнту природного освітлення (КПО)

$K_3$  – коефіцієнт запасу,  $K_3 = 1,3$ ;

$\eta_B$  – коефіцієнт використання світлового потоку;

$\tau_3$  – коефіцієнт світло пропускання вікон;

$r_1$  – коефіцієнт, що враховує підвищення КПО при боковому освітленні завдяки світлу, яке відбивається від поверхонь приміщення

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-01.06.0ЕПВ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6.12

Для будівель, що розташовані в IV світловому поясі

$$e_n = e_n^{\text{III}} \cdot m \cdot C, \quad (6.22)$$

де  $e_n^{\text{III}}$  – норма природного або штучного освітлення приміщень в залежності від характеристики зорових робіт. Верстатник повинен постійно спостерігати за ходом виробничого процесу, що відповідає характеристиці зорових робіт VIIa розряду зорових робіт та при природному боковому освітленні нормі природного освітлення  $e_n^{\text{III}} = 0,3$ ;

$m$  – коефіцієнт світлового клімату; для IV поясу світлового клімату  $m = 0,9$ ;

$C$  – коефіцієнт сонячного клімату;

Тоді за формулою (6.22):

$$e_1 = 1,1 \times 0,9 \times 0,8 = 0,8$$

Відношення довжини приміщення ( $L$ ) до його глибини ( $B$ ):

$$\frac{L}{B} = \frac{48}{36} = 1,34 \quad (6.23)$$

Відношення глибини приміщення  $B$  до висоти від рівня робочої поверхні  $h_p$  до верхнього краю вікна, що складатиметься з висоти підвіконня  $H_{\text{підв.}} = 1,4$  м та висоти самого вікна  $H_v = 5,5$  м:

$$\frac{B}{(H_{\text{підв.}} + H_v) - h_p} = \frac{36}{(1,4 + 5,5) - 0,9} = \frac{36}{6} = 6. \quad (6.24)$$

Загальний коефіцієнт пропускання світла визначається за формулою:

$$\tau_3 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5 \quad (6.25)$$

де  $\tau_1 = 0,8$ ; коефіцієнт світло пропускання матеріалу;

$\tau_2$  – коефіцієнт, що враховує втрати світла у віконній рамі; для віконних дерев'яних рам подвійних окремих  $\tau_2 = 0,6$ ;

$\tau_3$  – коефіцієнт, що враховує втрати світла у несучих конструкціях; при боковому освітленні  $\tau_3 = 1$ ;

$\tau_4$  – коефіцієнт, що враховує втрати світла у сонцезахисних пристроях; при відсутності останніх  $\tau_4 = 1$ ;

$\tau_5$  – коефіцієнт, що враховує втрати світла у захисній сітці, яка встановлюється під ліхтарями; при відсутності останньої  $\tau_5 = 1$ .

Тоді за формулою (6.25):

$$\tau_3 = 0,8 \times 0,6 \times 1 \times 1 \times 1 = 0,48$$

Значення коефіцієнта  $\tau_1$  визначається залежно від параметрів приміщення та середнього коефіцієнта відбиття  $\rho_{\text{ср}}$  стелі, стін, підлоги, який визначається за формулою:

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{P_{\text{стелі}} \cdot S_{\text{стелі}} + P_{\text{стін}} \cdot S_{\text{стін}} + P_{\text{підлоги}} \cdot S_{\text{підлоги}}}{S_{\text{стелі}} + P_{\text{стін}} + S_{\text{підлоги}}} \quad (6.26)$$

де  $P_{\text{стелі}}$ ,  $P_{\text{стін}}$ ,  $P_{\text{підлоги}}$  – відповідні коефіцієнти відбиття;

$S_{\text{стелі}}$ ,  $S_{\text{стін}}$ ,  $S_{\text{підлоги}}$  – відповідні площі поверхонь;

					КНУКМР.131.24.1-01.06.0ЕПВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6.13

$$S_{\text{стелі}} = S_{\text{підлоги}} = L \times B = 48 \times 36 = 1728 \text{ м}^2; S_{\text{стіни}} = 2000$$

Приймаємо в середньому  $P_{\text{стелі}} = 0,7$ ;  $P_{\text{стіни}} = 0,5$ ;  $P_{\text{підлоги}} = 0,1$ . Тоді за формулою (6.26) середнього коефіцієнта відбиття  $\rho_{\text{ср}}$ :

$$P_{\text{ср}} = \frac{0,7 \times 1728 + 0,5 \times 2000 + 0,1 \times 1728}{1728 + 2000 + 1728} = 0,43.$$

Розрахункову точку вибираємо на відстані  $l = 24$  м від зовнішньої стіни. Тоді:

$$\frac{l}{B} = \frac{24}{36} = 0,7 \quad (6.27)$$

Для  $B/(H_{\text{підв.}} + H_{\text{в.}} - h_{\text{р}}) = 6$ ;  $l/B = 0,7$ ;  $L/B = 1,5$  та  $P_{\text{ср}} = 0,42$   $r_l = 3,5$ . Тоді необхідна площа вікон за формулою складе:

$$S_B = \frac{0,8 \cdot 1,3 \cdot 8 \cdot 1728}{0,48 \cdot 3,5 \cdot 100} = 85,6 \text{ м}^2$$

Загальна схема проектування системи штучного освітлення проводиться за коефіцієнтом використання світлового потоку.

Приміщення має світлу побілку: коефіцієнт відбиття  $P_{\text{стелі}} = 0,7$ ;  $P_{\text{стіни}} = 0,5$ . Висота робочих поверхонь верстатів:  $h_{\text{р}} = 0,9$  м.

Мінімальна освітленість за нормами  $E = 100$  лк для зорових робіт класу VIIa.

Висота виробничого приміщення  $H = 12,5$  м

Обираємо світильник типу ПВЛМ-Р з лампами ДРЛ

Світловий потік лампи світильника розраховується за формулою:

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{E S K_3 Z}{N n \eta}, \quad (6.28)$$

де  $E$  – нормована освітленість згідно з класом зорових робіт;

$S$  – освітлювана площа приміщення,  $\text{м}^2$ ;

$K_3$  – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в результаті забруднення та старіння ламп;  $K_3 = 1,3$

$Z$  – коефіцієнт нерівномірності освітлення ( $Z = 1,15$  для ламп розжарювання та ДРЛ;  $Z = 1,1$  для люмінесцентних ламп, якщо відношення  $L/h$  не перевищує встановлених значень);

$N$  – кількість світильників;

$n$  – кількість ламп у світильнику;

$\eta$  – коефіцієнт використання світлового потоку. Визначається за світлотехнічними таблицями залежно від показника приміщення  $i$ :

Показник приміщення  $i$  становить:

$$i = \frac{L \cdot B}{h \cdot (L + B)} = \frac{48 \cdot 36}{4,6 \cdot (48 + 36)} = 4,47, \quad (6.29)$$

де  $h$  – висота підвісу світильників над робочою поверхнею,  $h = 4,6$  м

$h_{\text{с}}$  – висота підвісу світильника,  $12,7$  м.

					<i>КНУКМР.131.24.1-01.06.0ЕПВ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6.14

При  $i = 5,47$ ;  $P_{стелі} = 0,7$ ;  $P_{стін} = 0,5$  коефіцієнт використання світильника ПВЛМ-Р  $\eta = 65\%$ .

Визначимо необхідну кількість світильників для забезпечення необхідної нормованої освітленості робочих поверхонь, якщо відомо, що в кожному світильнику встановлено по дві лампи ДРЛ 250, а світловий потік однієї такої лампи становить  $\Phi_{л} = 11000$  лм. З формули (6.28):

$$N = \frac{100 \cdot 1728 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{11000 \cdot 2 \cdot 0,65} = 18,06 \text{ шт}$$

Приймаємо 20 світильників ПВЛМ-Р з двома лампами ДРЛ 250 кожен. Потужність однієї лампи  $P_{CB} = 250$ Вт. Тоді сумарна електрична потужність усіх ламп, встановлених у приміщенні становить:

$$\sum P_{CB} = P_{CB} \cdot N \cdot n = 250 \cdot 20 \cdot 2 = 10000 \text{ Вт} \quad (6.30)$$

Схема розташування світильників у приміщенні надана на рисунку 6.2.

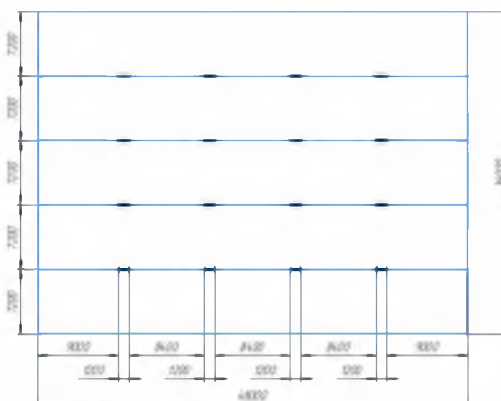


Рисунок 6.2 – Схема розташування світильників у приміщенні

6.2.2.3 Часткові методи інженерної безпеки, що застосовуються на виробництві

Таблиця 6.10 – Методи захисту

Метод	Застосовується для захисту
Герметизація	Від витoku газів и забруднення ними атмосфери, від проникнення повітря всередині газових приладів
Екранування	Від випромінювань (теплових, іонізуючих, тощо) та від полів (електромагнітних, та інш.)
Теплоізоляція	Від надлишкового тепла
Звукоізоляція	Від шуму
Амортизація	Від вібрації
Іонізація повітря	Від статичної електрики
Заземлення, занулення	Від впливу електричного струму
Огородження	Від рухомих частин обладнання

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

КНУ.КМР.131.24.1-01.06.0ЕПВ

Арк.

6.15

#### 6.2.2.4 Розрахунок величини звукопоглинання в приміщеннях після акустичної обробки

В приміщенні довжиною  $L = 48$  м, шириною  $B = 36$  м, висотою  $H = 12,5$  м на підлозі встановлені 23 джерел шуму із заданим рівнем звукової потужності. Об'єм цеху –  $19000 \text{ м}^3$ . Площа стелі –  $1728 \text{ м}^2$ , підлоги –  $1728 \text{ м}^2$ , стін –  $2000 \text{ м}^2$ .

Головна задача санітарних служб машинобудівного підприємства – спостереження за тим, щоб рівень шуму не перевищував гранично припустимий рівень, тобто був не більш максимально припустимого. За максимально припустимий рівень приймається, відповідно до санітарних норм, шум 80 дБ при одночасній роботі усіх верстатів цеху.

Для зниження рівня шумності в цеху стіни покривають звукопоглинаючою штукатуркою.

Розрахункова точка знаходиться на віддалі  $r > r_{гр}$  від найближчого верстата ( $r_{гр} = 2$  м).

Тому для личкування дільниці вибираємо конструкцію плити ПА мінераловатні офактурені. Знаходимо значення постійної  $V_{1000}$  для приміщення об'ємом  $19000 \text{ м}^3$ .

$$V_{1000} = 4 \times 10^3.$$

Визначаємо величину очікуваного зниження рівнів звукового тиску в цій точці після личкування ( $S_{личк} = 860 \text{ м}^2$ ). Результати розрахунку заносимо до таблиці 6.11

Таблиця 6.11 – Розрахункові величини очікуваного зниження рівнів звукового тиску

Величина, що визначається	Од. Виміру	Середньо геометрична частота октавної смуги, Гц							
		65	138	250	500	1000	2000	4000	8000
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$L_{доп.}$	дБ	94	87	82	78	80	73	71	70
L	дБ	74	79	82	84	89	82	77	72
$\Delta L_H$	дБ	-	-	-	6	10	9	6	2
$V_{1000}$	$\text{м}^2$	-	-	-	-	4000	-	-	-
$\mu$	-	0,5	0,5	0,55	0,7	1	1,6	3	6
$B = \mu \times V_{1000}$	$\text{м}^2$	2000	2000	2200	2800	4000	6400	12000	24000
S	$\text{м}^2$	5088	5088	5088	5088	5088	5588	5088	5088
$B / S$	-	0,39	0,39	0,43	0,55	0,79	1,25	2,35	4,7
$B / S + 1$	-	1,39	1,39	1,43	1,55	1,79	2,25	3,35	5,7
$A = B S / (B + S)$	$\text{м}^2$	1453	1453	1536	1806	2239	2834	3573	4598
$\alpha = A / S$	-	0,28	0,28	0,3	0,35	0,44	0,65	0,7	0,82
$\alpha_{лич.}$	-	0,5	0,7	0,85	0,93	0,98	0,95	0,84	0,8

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

КНУ.КМР.131.24.1-01.06.0ЕПВ

Арк.

6.16

Продовження таблиці 6.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\Delta A = \alpha_{\text{лич.}} \times S_{\text{лич.}}$	м <sup>2</sup>	972	1361	1652	1808	1890	1847	1633	1555
$A_1 = \alpha \times (S - S_{\text{лич.}})$	м <sup>2</sup>	880	880	943	1100	1383	1761	2200	2578
$\alpha_1 = (A_1 + \Delta A) / S$	–	0,36	0,44	0,51	0,63	0,64	0,71	0,75	0,81
$1 - \alpha_1$	–	0,64	0,56	0,49	0,43	0,36	0,29	0,25	0,19
$B_1 = (A_1 + \Delta A) / (1 - \alpha_1)$	м <sup>2</sup>	3024	4302	5196	6763	9133	12841	17332	21653
$B_1 / B$	–	1,5	2,1	2,4	2,42	2,9	1,94	1,3	1,1
$\Delta L = 10 \lg \frac{B_1}{B}$	дБ	4,0	7,4	8,7	8,8	10,6	6,6	2,6	1,0

6.2.2.5 Первинні засоби пожежогасіння.

Визначаємо категорію приміщення та будівлі за ДНАОП 1.9.40-1.01.96 шляхом послідовної перевірки належності до категорії починаючи з найвищої (табл. 6.12)

Таблиця 6.12 – Визначення категорії приміщення

№	Приміщення	Категорія приміщення	Площа приміщення
1.	Механооброблююча дільниця	Д: Стіни – залізобетонні, перекриття – залізобетонні плити	1728 м <sup>2</sup>

Для ліквідації невеликих пожеж за умовами даного виробництва використовують пожежний немеханізований інвентар, інструмент, вогнегасники. Перелік засобів пожежогасіння для одного протипожежного щита наведений в табл. 6.13. Кількість щитів у цеху – 2.

Таблиця 6.13 – Первинні засоби пожежогасіння

№	Первинні засоби пожежогасіння	Вид	Кількість, шт.
1	2	3	4
1.	Внутрішній кран з пожежними рукавами	ПГ	2
2.	Вогнегасники:	ВВП-10	1
		ВВ-8	1
		ВП-2	1



### Продовження таблиці 6.13

1	2	3	4
3.	Ящик з піском	1 м <sup>3</sup>	1
4.	Простирадла азбестові, повстяні, брезентові	2×2(м <sup>2</sup> )	1
5.	Ручний пожежний інвентар	Гаки, сокири, лопати, відра	По 2

#### 6.2.2.6 Пожежна сигналізація

Проектуємо встановлення системи пожежної сигналізації променевого типу з не адресованими сповіщувачами, яка складається зі сповіщувачів димового типу РИД-6 (площа обслуговування 150м<sup>2</sup>) в кількості  $1728/150 = 12$ .  
Схема розташування зображено на рисунку 6.3.

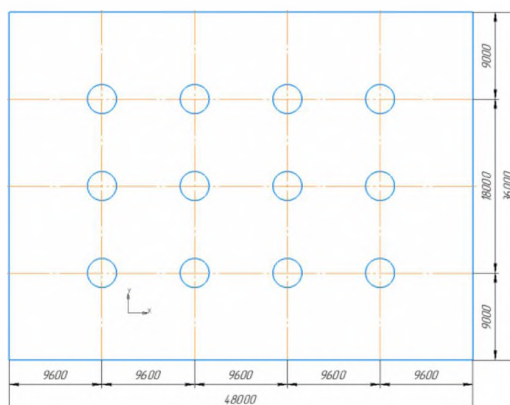


Рисунок 6.3 – Схема розташування пожежних сповіщувачів у приміщенні

#### 6.2.2.7 Засоби індивідуального захисту

Для роботи в механічних цехах робочому необхідні: спеціальний одяг, спеціальне взуття, засоби для захисту рук, засоби для захисту очей, та захисні дерматологічні засоби.

1. Спеціальний одяг: Чоловічий костюм для захисту від нетоксичних речовин і забруднень ДСТУ 12.4.086-80, жіночий костюм для захисту від нетоксичних речовин і забруднень ДСТУ 12.4.085-80
2. Спеціальне взуття: Спеціальне взуття для захисту від механічних впливів ДСТУ 12.4.072-79
3. Засоби захисту рук: Спеціальні рукавиці типу М – ДСТУ 12.4.010-75
4. Засоби захисту очей: Захисні окуляри з безкольоровим склом, яке має підвищену стійкість до ударів ДСТУ 12.4.003-80
5. Захисні дерматологічні засоби: «Захисний засіб для рук» від ЗОР по ДСТУ 12.4.068-79

Висновок: В даному підрозділі було проведено аналіз умов праці в механообробного цеху та розроблені заходи для зменшення гучності в приміщенні за допомогою личкування.

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-01.06.0ЕПВ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6.18

### 6.3 Розрахунки ключових техніко-економічних показників

#### 6.3.1 Техніко-економічне обґрунтування варіантів маршруту технологічного процесу

Основною метою виконання є отримання розрахунків з економіки, організації та планування машинобудівного виробництва, у техніко-економічному обґрунтуванні проекту з виготовлення деталі.

##### 6.3.1.1 Виробничий план

Вихідні дані:

1. Найменування деталей: Шестрєня;
2. Річна програма випуску: 500 штук;
3. Марка матеріалу: 12ХН3А;
4. Маса деталі: 13,3 кг;
5. Маса заготовки: 25,8 кг;
6. Ціна 1кг матеріалу – 100 грн/кг;
7. Ціна 1кг відходів – 0,80 грн/кг.

Таблиця 6.14 – Технологічний процес виготовлення деталі

№	Назва операції	Т. шт.к
030	Токарна	0.17
035	Токарна з ЧПК	0.50
040	Токарна з ЧПК	0.17
045	Фрезерувальна	0.05
050	Токарна з ЧПК	0.17
055	Токарна з ЧПК	0.08
060	Токарна з ЧПК	0.17
065	Круглошліфувальна	0.12
070	Фрезерувальна	1.83
120	Круглошліфувальна	0.12
125	Токарна	0.08
135	Круглошліфувальна	0.08
140	Токарна з ЧПК	0.08
145	Токарна з ЧПК	0.25
150	Круглошліфувальна	0.17
155	Зубофрезерна	0.67
170	Фрезерувальна	1.67
205	Круглошліфувальна	0.08
210	Токарна з ЧПК	0.05
215	Фрезерувальна	0.08
220	Круглошліфувальна	0.08

### 6.3.1.2 Вибір і розрахунок потреби в підйомно-транспортних засобах

Відповідно до особливостей деталі, характеру міжопераційних зв'язків і форм організації виробничого процесу вибирати підйомно-транспортні засоби і розраховуємо потребу в них.

Визначену кількість верстатів розраховану заносимо до таблиці 6.15 зазначивши всі необхідні параметри для розрахунку.

Як транспортний засіб використовуємо електрокари. Дані про транспортне устаткування заносимо в таблицю 6.16.

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-01.06.0ЕПВ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6.20

Знач. АДк № докум. Підпис Дато КНУДКМР.13.124.1-01.06.0ЕПВ 6.21 АДк

Таблиця 6.15 – Інформація про верстатне устаткування

п/п	Устаткування						Норматив, м <sup>2</sup>		Ціна, тис.грн.		Потужність електродвигуна, кВт	
	Тип	Модель	Габаритні розміри	маса	Кількість	коефіцієнт завантаження, %	на одиницю	на усе	одиниці	усього	одиниці	усього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1		163	3000x1780x1550	4200	1	1	45	45	50	50	15	15
2		16K20	2800x3200x1325	3000	1	1		45	50	50	11	11
3		16K30Ф3	4975x2400x1500	7800	2	1		90	500	1000	30	60
4		СТХ510	4400x5300x2100	8100	6	1		270	3000	18000	33	198
5		Spinner VC-860	3000x2800x2800	7500	1	1		45	1000	1000	22	22
6		F11H500	2500x2800x2500	2800	5	1		225	150	750	7,5	37,5
7		FSS-400	2700x2350x200	4000	1	1		45	300	300	14,5	14,5
8		DMU 70	3800x4800x2800	8700	4	1		180	5500	22000	60	240
9		53A50H	2670x1810x2250	10000	2	1		90	150	300	17	34
								1035		43461		645

Таблиця 6.16 – Інформація про транспортне устаткування

Операція	Устаткування	Модель	Габаритні розміри	Маса	Потужність електродвигуна, кВт	Ціна, тис.грн.
1	2	3	4	5	6	7
Транспортування	Електрокар	ЕК1.00-1	3315x1300x2200	3750	4	50

### 6.3.1.3 Визначення потрібної виробничої площі ділянки

До складу виробничої площі входить площа, яку займають робочі місця (устаткування), транспортне та інше обладнання, проходи і проїзди між робочими місцями.

Розмір виробничої площі визначимо методом збільшеного планування, при якому розмір виробничої площі механічної ділянки визначається за середнім наділом площі, що припадає на один верстат.

Середній наділ площі на один верстат ураховує наділ площі разом із проходами і проїздами.

Розмір площі допоміжних і санітарно - побутових приміщень ділянки визначається розрахунковим шляхом та заноситься до таблиці 6.16, результат розрахунку вартості будівлі приведений в таблиці 6.17.

Таблиця 6.17 – Розмір площі ділянки

№ п/п	Службове призначення площі	Розмір, м <sup>2</sup>
1	Основна виробнича	1035
2	Допоміжна	597
3	Санітарно-побутова і адміністративно-господарська	116

Таблиця 6.17 – Вартість будівлі

№ п/п	Елементи розрахунку	Виробнича	Санітарно - побутова
1	Витрати на 1м <sup>3</sup>	250	500
2	Площа, м <sup>2</sup>	1035	116
3	Висота, м	10.8	2.6
4	Об'єм, м <sup>3</sup>	11178	301.6
5	Вартість, грн.	258750	58000

### 6.3.1.4 Визначення вартості основних виробничих фондів ділянки і величини амортизаційних відрахувань

Вартість основних виробничих фондів складається з вартості:

- 1) будівель, споруд і передатних пристроїв;
- 2) робочих машин;
- 3) силових машин і обладнання;
- 4) вимірювальних і регулюючих приладів і пристроїв;
- 5) інструменту;
- 6) виробничого і господарського інвентарю.

					КНУ.КМР.131.24.1-01.06.0ЕПВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6.22

Вартість будівлі визначається збільшено в тій частці, яку становить проєктована ділянка:

$$\Phi_6 = S \cdot H \cdot B \quad (6.30)$$

де  $S$  - площа ділянки  $\text{м}^2$ ;

$H$  - висота будівлі, м;

$B$  - вартість  $1 \text{ м}^3$  виробничого об'єму, грн.

$$\Phi_6 = 1748 \cdot 10,8 \cdot 250 = 4719600 \text{ грн.}$$

Вартість групи основних фондів (робочі машини) становить сумарну вартість усіх одиниць устаткування (в тому числі підйомно-транспортного), використаного на ділянці, за їхньою первісною вартістю:

$$\Phi_6 = \text{Ц} \cdot (1 + \alpha_T + \alpha_M) \quad (6.31)$$

де  $\text{Ц}$  – ціна верстата, підйомно-транспортного устаткування, грн.

$\alpha_T$  – коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати; для верстатів

$\alpha_T = 0,04$ , для підйомно-транспортного устаткування  $\alpha_T = 0,05$ ,

$\alpha_M$  – коефіцієнт, що враховує витрати на монтаж, для верстатів  $\alpha_M = 0,05$ , для підйомно-транспортного устаткування  $\alpha_T = 0,07$ .

$$\Phi_6 = 43461000 \cdot (1 + 0,04 + 0,05) = 47372490 \text{ грн,}$$

$$\Phi_{\text{тр}} = 50000 \cdot (1 + 0,05 + 0,07) = 56000 \text{ грн.}$$

Вартість споруди дорівнює:

$$\Phi_c = \Phi_6 \cdot 0,35 \quad (6.32)$$

$$\Phi_c = 4719600 \cdot 0,35 = 1651860 \text{ грн.}$$

Вартість передатних пристроїв становить:

$$\Phi_{\text{н.п.}} = (\Phi_6 + \Phi_c) \cdot 0,15 \quad (6.32)$$

$$\Phi_{\text{н.п.}} = (4719600 + 1651860) \cdot 0,15 = 955719 \text{ грн}$$

Вартість групи основних фондів "силові машини і обладнання" можливо визначити збільшено:

$$\Phi_c = N \cdot \Phi_N \quad (6.33)$$

де  $N$  - загальна потужність усього устаткування, кВт,

$\Phi_N$  - норматив вартості  $1 \text{ кВт}$ , грн.,  $\Phi_N = 25$  грн.

$$\Phi_c = 645 \cdot 25 = 16125 \text{ грн}$$

Для визначення вартості вимірюючих і регулюючих приладів необхідно мати їх специфікацію і кількість, а також дані про оптові ціни. При наближених розрахунках вартість зазначених приладів може становити 8% загальної вартості виробничого і силового устаткування:

$$\Phi_{\text{прил}} = (\Phi_6 + \Phi_{\text{тр}} + \Phi_{\text{с.м.}}) \cdot 0,08 \quad (6.34)$$

$$\Phi_{\text{прил}} = (47372490 + 13440 + 16125) \cdot 0,08 = 3792164 \text{ грн.}$$

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-01.06.0ЕПВ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		6.23

Витрати на інструмент та пристрій, які належать до основних фондів, становлять приблизно 10-15% загальної вартості виробничого устаткування дільниці.

Витрати на інструмент і пристосування дорівнюють:

$$\Phi_{\text{інст}} = (\Phi_{\text{в}} + \Phi_{\text{тр}} + \Phi_{\text{см}} + \Phi_{\text{прил}}) \cdot [0,10 \dots 0,15] \quad (6.35)$$

$$\Phi_{\text{інст}} = (5880505 + 56000 + 16125 + 3792164) \cdot 0,12 = 1169375 \text{ грн.}$$

Витрати на виробничий інвентар, який належить до основних фондів, дорівнюють приблизно 1.0-0.5% загальної вартості всього устаткування дільниці.

Витрати на виробничий інвентар становлять:

$$\Phi_{\text{інв}} = (\Phi_{\text{в}} + \Phi_{\text{тр}} + \Phi_{\text{см}} + \Phi_{\text{прил}}) \cdot 0,005 \quad (6.36)$$

$$\Phi_{\text{інв}} = (47372490 + 56000 + 1651860 + 3792164) \cdot 0,005 = 264362,57 \text{ грн.}$$

Усі витрати заносимо до таблиці 6.18.

Таблиця 6.18 – Визначення вартості основних фондів та величини амортизаційних відрахувань

Найменування групи основних фондів	Первісна вартість, грн.	Залишкова вартість на кінець року, грн.	Річна норма амортизації, %	Величина амортизаційних відрахувань, грн.
1	2	4	5	6
1. Будівлі, споруди та передатні пристрої	4719600	4601610	2.5	117990
2. Верстатне устаткування	47372490	45477590.4	4	1894899.6
3. Підйомно-транспортне устаткування	56000	52080	7	3920
4. Силове електротехнічне обладнання	1651860	1569267	5	82593
5. Вимірюючі і регулюючі прилади, інструмент і пристрої	1169375	1052437.5	10	116937.5
6. Виробничий інвентар	264362.57	226558.7225	14.3	37803.84751
Загальна вартість ОПФ	55233687.57	52979543.62	-	2254143.948

Згідно з Законом України "Про оподаткування прибутку підприємств" амортизаційні відрахування визначаються за прямолінійним методом у відповідності до норм амортизації, що встановлені до кожної із груп основних фондів на кінець звітного періоду.

### 6.3.1.5 Визначення потреби в матеріалах

Матеріали, що використовуються на машинобудівних заводах, поділяються на основні і допоміжні. До основних належать такі, з яких виготовляються деталі, вузли, вироби.

Допоміжні матеріали використовуються для виробничого процесу, утримання устаткування, господарських і побутових потреб.

Потребу в основних матеріалах розраховують на основі виробничої програми і норм витрат на одиницю виробу.

Для спрощення розрахунків при визначенні вартості основних матеріалів  $G_M$  за норму витрат беруть масу заготовки.

Вартість основних матеріалів:

$$B_M = \sum_{i=1}^n (G_M \cdot C_M - G_B \cdot C_B) \cdot N \quad (6.37)$$

де  $G_M$  – норма витрат матеріалу на виготовлення виробу, кг;

$C_M$  – ціна за 1 кг матеріалу, грн.;

$G_B$  – маса реалізованих відходів, кг;

$C_B$  – ціна за 1 кг реалізованих відходів, грн.

У розрахунках приймається оптова ціна (з урахуванням заданого коригувального коефіцієнту) основних матеріалів, ураховуючи транспортно-заготівельні витрати з доставки даного матеріалу до складу підприємства-споживача:

$$C_M = C_{op} \cdot (1 + k_{m-z}) \quad (6.38)$$

де  $C_{op}$  – оптова ціна матеріалу (основного);

$k_{m-z}$  – коефіцієнт транспортно-заготівельних витрат.

Транспортно-заготівельні витрати в середньому складають 5-8% оптової ціни, тобто  $k_{m-z} = 0.05-0.08$ .

$$C_M = 100 \cdot (1 + 0,06) = 106 \text{ грн,}$$

$$B_M = \sum_{i=1}^1 (25,8 \cdot 106 - 12,5 \cdot 0,8) \cdot 500 = 1362400 \text{ грн}$$

Ціна реалізованих відходів приймається за діючими цінами вторинних матеріалів на базових підприємствах і становить 0,8 грн/кг.

Результати розрахунків зводяться до таблиці 6.19.

					КНУ.КМР.131.24.1-01.06.0ЕПВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6.25



Таблиця 6.19 – Розрахунок вартості основних матеріалів

Матеріал	Річна програма випуску,	Норма витрат матеріалу				Величина відходів				Вартість основних матеріалів, грн.	
		На одиницю, кг	На річну	Ціна 1кг, грн.	Загальна вартість, грн.	На одиницю, кг	На річну	Ціна 1кг, грн.	Загальна вартість, грн.	На програму	На одиницю
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
12ХНЗА	500	25,8	12900	100	1290000	12,5	6250	0,8	5000	1182275	2364,55

## 6.3.1.6 Визначення величини енергетичних витрат

Для виробничих цілей:

Річні втрати електроенергії для двигунів дільниці, кВт·год:

$$W = \frac{N_y \cdot F_0 \cdot k_3 \cdot k_0}{h_c \cdot h_m} \quad (6.39)$$

де  $N_y$  – встановлена потужність обладнання механоскладального цеху, кВт, $F_0$  – реальний річний фонд часу роботи обладнання; $k_3$  – коефіцієнт завантаження устаткування; нормативний = 0,75...0,85 $k_0$  – коефіцієнт одночасної роботи обладнання,  $k_0 = 0.06...0.07$ ; $h_c$  – коефіцієнт витрат електроенергії у мережі,  $h_c = 0.94...0.96$ ; $h_m$  – ККД моторів,  $h_m = 0.85...0.90$ .

$$W = \frac{645 \cdot 2030 \cdot 0,8 \cdot 0,065}{0,95 \cdot 0,87} = 82095 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Вартість електроенергії для виробничих потреб:

$$S_e = W \cdot S_k \quad (6.40)$$

де  $S_k$  – вартість 1 тис. кВт·год енергії, дорівнює 4 грн.

$$S_e = 82095 \cdot 4 = 328380 \text{ грн.}$$

При збільшених розрахунках витрати стислого повітря можуть бути прийняті за показниками витрат на один верстат.

На основі загального об'єму повітря, витраченого протягом року, і вартості 1 м<sup>3</sup> повітря визначають вартість річної витрати стисненого повітря.

											Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата	КНУ.КМР.131.24.1-01.06.0ЕПВ						6.26

$$Q = q \cdot c \cdot D \cdot \mu_{c.n.} \quad (6.42)$$

де  $q$  – витрати стиснутого повітря на один верстат у зміну, дорівнює  $0,18\text{м}^3$ .

$$Q = 0,18 \cdot 2 \cdot 252 \cdot 23 = 2086,56\text{м}^3$$

$$S_{c.n.} = Q \cdot S_M \quad (6.43)$$

де  $S_M$  – вартість 1 тис. куб. м. стиснутого повітря, дорівнює  $0,5\text{грн.}$

$$S_{c.n.} = 2086,56 \cdot 0,5 = 1043,28 \text{ грн.}$$

Для невиробничих цілей:

Витрата електроенергії для освітлення може бути визначена на основі її витрати на  $1\text{ м}^2$  площі будівлі.

Як середню витрату енергії освітлення при збільшених розрахунках беремо  $15\text{ Вт}\cdot\text{год}$  на  $1\text{ кв.м}$  площі дільниці. В останню включаємо службові та побутові приміщення.

$$S_{e.n.} = 0,015 \cdot S_{d.zag.} \cdot S_k \cdot D \quad (6.44)$$

$$S_{e.n.} = 0,015 \cdot 1748 \cdot 4 \cdot 252 = 26429,76 \text{ грн}$$

Потребу в парі для опалювання протягом року можна визначити за формулою, т:

$$Q_{II} = \frac{q \cdot H \cdot V}{540 \cdot 1000} \quad (6.45)$$

де  $q$  – річна витрата пари на  $1\text{ куб. м.}$  будівлі,  $\text{кКал.}$ ;

$H$  – кількість опалювальних годин за рік;

$V$  – об'єм будівлі,  $\text{куб.м}$   $540$  – теплота випарювання,  $\text{кКал/кг.}$

Вартість річної потреби пари,  $\text{грн.}$ :

$$S_{II} = Q_{II} \cdot S_T, \quad (6.46)$$

де  $S_T$  – вартість  $1\text{ т}$  пари, становить  $37\text{грн.}$

Опалювальний період береться рівним  $180$  дням. Для механообробних та інструментальних цехів річна витрата пари на  $1\text{ куб. м.}$  будови, якщо існує штучна вентиляція становить  $q = 25 \dots 35\text{ кКал/год.}$

$$Q_{II} = \frac{30 \cdot 4320 \cdot 301,6}{540 \cdot 1000} = 72,38\text{т.}$$

$$S_{II} = 72,38 \cdot 37 = 2678 \text{ грн.}$$

Результати розрахунків зводяться за формою у таблицю 6.20.

Таблиця 6.20 – Енергетичні витрати

Вид енергетичних витрат	Електроенергія	Стиснене повітря	Пара
Для виробничих цілей	328380	1043,28	-
Для невиробничих цілей	26429,76	-	2678

### 6.3.2. Організаційний план

#### 6.3.2.1 Визначення чисельності персоналу дільниці

Чисельності основних виробничих робітників визначається за формулою:

$$Ч_{в}^{осн} = \frac{T_{шт.к.} \cdot N}{F_{\partial} \cdot K_{\partial}} \quad (6.47)$$

де  $T_{шт.к.}$  – трудомісткість операцій, год;

$F_{\partial} = 1820$  – дійсний річний фонд часу роботи робітника, год;

$K_{\partial}$  – коефіцієнт багатостатності.

Розраховуємо чисельність основних робітників за операціями:

$$Ч_{в}^{осн} = \frac{541,67 \cdot 500}{1820 \cdot 1} = 0,3$$

Приймаємо  $Ч_{в}^{осн} = 1$ ;

$$Ч_{в}^{осн} = \frac{1625 \cdot 500}{1820 \cdot 2} = 0,45$$

Приймаємо  $Ч_{в}^{осн} = 1$ ;

$$Ч_{в}^{осн} = \frac{541,67 \cdot 500}{1820 \cdot 2} = 0,15$$

Приймаємо  $Ч_{в}^{осн} = 1$ ;

$$Ч_{в}^{осн} = \frac{162,5 \cdot 500}{1820 \cdot 1} = 0,09$$

Приймаємо  $Ч_{в}^{осн} = 1$ ;

$$Ч_{в}^{осн} = \frac{541,67 \cdot 500}{1820 \cdot 2} = 0,15$$

Приймаємо  $Ч_{в}^{осн} = 1$ ;

$$Ч_{в}^{осн} = \frac{270,83 \cdot 500}{1820 \cdot 2} = 0,07$$

Приймаємо  $Ч_{в}^{осн} = 1$ .

$$Ч_{в}^{осн} = \frac{541,67 \cdot 500}{1820 \cdot 2} = 0,15$$

Приймаємо  $Ч_{в}^{осн} = 1$ .

					КНУ.КМР.131.24.1-01.06.0ЕПВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6.28

$$q_{\text{в}}^{\text{осн}} = \frac{379,17 \cdot 500}{1820 \cdot 1} = 0,21$$

Приймаємо  $q_{\text{в}}^{\text{осн}} = 1$ .

$$q_{\text{в}}^{\text{осн}} = \frac{5958,33 \cdot 500}{1820 \cdot 2} = 1,64$$

Приймаємо  $q_{\text{в}}^{\text{осн}} = 1$ .

$$q_{\text{в}}^{\text{осн}} = \frac{379,17 \cdot 500}{1820 \cdot 1} = 0,21$$

Приймаємо  $q_{\text{в}}^{\text{осн}} = 1$ .

$$q_{\text{в}}^{\text{осн}} = \frac{270,83 \cdot 500}{1820 \cdot 1} = 0,15$$

Приймаємо  $q_{\text{в}}^{\text{осн}} = 1$ .

$$q_{\text{в}}^{\text{осн}} = \frac{270,83 \cdot 500}{1820 \cdot 1} = 0,15$$

Приймаємо  $q_{\text{в}}^{\text{осн}} = 1$ .

$$q_{\text{в}}^{\text{осн}} = \frac{270,83 \cdot 500}{1820 \cdot 2} = 0,07$$

Приймаємо  $q_{\text{в}}^{\text{осн}} = 1$ .

$$q_{\text{в}}^{\text{осн}} = \frac{812,5 \cdot 500}{1820 \cdot 2} = 0,22$$

Приймаємо  $q_{\text{в}}^{\text{осн}} = 1$ .

$$q_{\text{в}}^{\text{осн}} = \frac{541,67 \cdot 500}{1820 \cdot 1} = 0,3$$

Приймаємо  $q_{\text{в}}^{\text{осн}} = 1$ ;

$$q_{\text{в}}^{\text{осн}} = \frac{2166,67 \cdot 500}{1820 \cdot 4} = 0,3$$

Приймаємо  $q_{\text{в}}^{\text{осн}} = 1$ ;

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-01.06.0ЕПВ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		6.29

$$Ч_{в}^{осн} = \frac{5416,67 \cdot 500}{1820 \cdot 2} = 1,49$$

Приймаємо  $Ч_{в}^{осн} = 1$ ;

$$Ч_{в}^{осн} = \frac{270,83 \cdot 500}{1820 \cdot 1} = 0,15$$

Приймаємо  $Ч_{в}^{осн} = 1$ .

$$Ч_{в}^{осн} = \frac{162,5 \cdot 500}{1820 \cdot 2} = 0,04$$

Приймаємо  $Ч_{в}^{осн} = 1$ ;

$$Ч_{в}^{осн} = \frac{270,83 \cdot 500}{1820 \cdot 2} = 0,07$$

Приймаємо  $Ч_{в}^{осн} = 1$ .

$$Ч_{в}^{осн} = \frac{270,83 \cdot 500}{1820 \cdot 1} = 0,15$$

Приймаємо  $Ч_{в}^{осн} = 1$ .

Загальна чисельність основних робітників складає 23 чоловік.

Визначення чисельності основних виробничих робітників за технологічними операціями та інших категорій персоналу дільниці надається в таблицях 6.21 та 6.22.

Таблиця 6.21 – Визначення чисельності основних виробничих робітників

№	Тип, модель устаткування	Тшт.к. год/рік	Найменування професії	Кількість робітників	
				Розрахункова	Прийнята
1	2	3	4	5	6
030	163	0.17	Токар	0.30	1
035	16К30Ф3	0.50	Оператор ЧПК	0.45	1
040	16К30Ф3	0.17	Оператор ЧПК	0.15	1
045	FSS-400	0.05	Фрезерувальник	0.09	1
050	СТХ510	0.17	Оператор ЧПК	0.15	1
055	СТХ510	0.08	Оператор ЧПК	0.07	1
060	СТХ510	0.17	Оператор ЧПК	0.15	1

Продовження таблиці 6.21

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-01.06.0ЕПВ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>6.30</i>

1	2	3	4	5	6
065	F11H500	0.12	Шліфувальник	0.21	1
070	Spinner VC-860	1.83	Оператор ЧПК	1.64	2
120	F11H500	0.12	Шліфувальник	0.21	1
125	16K20	0.08	Токар	0.15	1
135	F11H500	0.08	Шліфувальник	0.15	1
140	CTX510	0.08	Оператор ЧПК	0.07	1
145	CTX510	0.25	Оператор ЧПК	0.22	1
150	F11H500	0.17	Шліфувальник	0.30	1
155	53A50H	0.67	Фрезерувальник	0.30	1
170	DMU 70	1.67	Оператор ЧПК	1.49	2
205	F11H500	0.08	Шліфувальник	0.15	1
210	CTX510	0.05	Оператор ЧПК	0.04	1
215	Spinner VC-860	0.08	Оператор ЧПК	0.07	1
220	F11H500	0.08	Шліфувальник	0.15	1

Таблиця 6.22– Загальні відомості щодо персоналу дільниці

Категорія службовців		Всього	У % відношенні від кількості основних працюючих
Виробничі працівники		23	
Допоміжні	Контролер	2	6
	Верстатник по ремонту обладнання	2	5
	Слюсар по ремонту обладнання	2	5
	Верстатник по ремонту пристроїв та інструментів	2	5
	Наладчик	3	10
	Електромонтер	1	1
	Мастильник	1	1
	Крановщик	0	
	Стропальник	0	
Транспортний робітник	0		
МОП		2	3
ІТР		5	11
РКП		4	10
Всього		47	

Рівень кваліфікації основних та допоміжних виробничих робітників надається в таблиці 6.23.

					КНУ.КМР.131.24.1-01.06.0ЕПВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6.31

Таблиця 6.23 – Розподіл робітників за розрядами

№	Професія робітників		Розподіл по розрядам				
	Найменування професії	В	2	3	4	5	6
1.	Оператор ЧПК					7	
2.	Фрезерувальник				3		
3.	Токар					2	
4.	Шліфувальник						4
5.	Зуборізчик					5	
	Допоміжні робітники по обслуговуванню устаткування.				6		3
	Допоміжні робітники, що не займаються обслуговуванням устаткування.			4			

6.3.2.2 Розрахунок планового фонду заробітної плати та визначення її за категоріями робітників

Заробітна плата основних робітників розраховується, як правило, за відрядною формою оплати праці, а допоміжних – за почасовою.

Фонд тарифної заробітної плати робітників – відрядників, грн.:

$$\Phi_B = \sum_{t=1}^n N_t \cdot T_t \cdot C_j \quad (6.48)$$

де  $n$  – кількість найменувань деталей, виготовлених на лінії, шт.;

$N_t$  – річна програма з  $m$  деталі, шт.;

$T_t$  – трудомісткість виготовлення  $i$ -ї деталі, год;

$C_j$  – погодинна тарифна ставка робітника-відрядника  $j$ -розряду, для верстатників 4-го розряду становить 160 грн/год.

$$\Phi_B = \sum_{t=1}^1 500 \cdot 6,5 \cdot 160 = 520000 \text{ грн}$$

Залежно від змісту доплат застосовується така класифікація.

1. Доплата незвільненим бригадирам. Сплачується за керівництво бригадою в таких розмірах: при кількості робочих у бригаді від 5 до 10 чоловік – 10%, більше 10 чоловік – 15% тарифної ставки.

Доплата незвільненим бригадирам визначається відповідно до їх розрядів:

$$Z_{д.бр} = S_{н.бр} \cdot Z_{н.бр} \cdot \frac{Д_{бр}}{100} \quad (6.49)$$

де  $S_{н.бр}$  – кількість незвільнених бригадирів певного розряду;  $Z_{н.бр}$  – заробітна плата бригадира по тарифній ставці, грн.  $Д_{бр}$  – доплата, %.

$$Z_{д.бр} = 1 \cdot 40000 \cdot \frac{15}{100} = 6000 \text{ грн.}$$

2. Доплата за навчання учнів. Визначається згідно з діючим нормативом відповідно складності виробництва і строку навчання. Сума доплат визначається диференційно в залежності від розміру оплати та кількості учнів шляхом множення розміру оплати на кількість учнів. За навчання учнів доплата становить 3000 грн. за учня. Приймаємо кількість учнів умовно 3. Тоді доплата становить:

$$Z_{д.у.} = 3000 \cdot 3 \cdot 12 = 108000 \text{ грн}$$

Річний фонд основної заробітної плати ІТП та службовців розраховуємо на основі місячних окладів, що передбачені штатним розкладом.

Оплата відпусток для основних виробничих робітників, допоміжних виробничих робітників та ІТП складає 10% від основної заробітної плати.

Розмір премій складає: для основних виробничих робітників 40% від основної заробітної плати, для допоміжних виробничих робітників 40% від основної заробітної плати, для ІТП 40% від основної заробітної плати;

Результати розрахунків вносимо до таблиць 6.24 – 6.25.

Таблиця 6.24 – Визначення величини доплат

Види доплат	Норматив	Розрахунок
1. Незвільненим бригадирам	15%	6000
2. За навчання учнів	3000 грн/учень	108000

Таблиця 6.25 – Відомості про оклади ІТП

Посада ІТП	Нормативна кількість	Місячний оклад, грн.
майстр	1	30000

Таблиця 6.26 – Розрахунок фонду заробітної плати працівників дільниці

Категорія працюючих		Основні виробничі робітники	Допоміжні виробничі робітники		ІТП
1		2	3		4
Основна заробітна плата, грн.		40000	25000	18000	25000
Додаткова заробітна плата, грн.	За керівництво бригадою (15%)	6000	-		-
	За навчання учнів	108000	-		-
	Оплата відпусток (10%)	4000	2500	1800	2500
	Премії (40%)	16000	10000	7200	10000
	Усього	170000	37500	27000	37500



Продовження таблиці 6.26

1	2	3	4
Загальний фонд заробітної плати, грн.	78500	50000	68350
Середньооблікова чисельність	5	2	1
Середньорічна заробітна плата одного працівника, грн.	20000	17652	18000

Висновок: Проведена реконструкція цеху та компонування виробничих площ. В ході виробництва були визначені шкідливі та небезпечні фактори. Були виконані розрахунки ключових техніко-економічних показників, була дана оцінка основних фондів та ефективності їх використання, спрацювання та амортизації основних фондів.

## 7 ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ВАРІАНТУ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ

7.1 Вибір та обґрунтування рекомендацій щодо використання термічної обробки базового технологічного процесу

7.1.1 Аналіз заводської термічної обробки

Під час виконання первинної термічної обробки заготовки деталі «Шестерня», виконується цементація, нормалізація та високий відпуск. По вимогам конструкторського креслення деталі «Шестерня» цементація виконується глибиною  $h$  1,55...1,7 мм. Режими виконати при  $t = 920^{\circ}\text{C}$ , витримка на режимі 14 годин.

Після подальших технічних операцій механічних обробок та остаточного фрезерування кругового зуба деталі, виконуємо термічну обробку загартуванням зберігаючи твердість цементуємого шару  $\geq 59\text{HRC}$ , та твердість серцевини 217...388 НВ.

Так як, під час звичайної термічної обробки в загартувальних печах є великий ризик поводок, виникають великі внутрішні напруження, які негативно впливають на відхилення від заданої геометричної форми деталі, та недосконала якість поверхні зуба та плям контакту зубчастого зачерплення.

Для поліпшення маю намір запропонувати вакуумну термічну обробку.

7.1.2 Вибір та обґрунтування альтернативного варіанту застосування термічної обробки деталі «Шестерня»

Вакуумна термічна обробка - це процес, при якому термообробка виконується в умовах зниженого тиску, як правило, нижче за атмосферний, а матеріали піддаються термічній обробці.

Під час звичайної термообробки металів між металевим матеріалом та навколишньою атмосферою відбуваються різні хімічні реакції, такі як окислення, випаровування та відновлення. Однак, контролюючи атмосферу та температуру під час термообробки, можна контролювати ці реакції. Перевага вакуумної атмосфери полягає в тому, що вона містить дуже мало кисню, що означає відсутність реакції між вуглецем, присутнім у металі, та киснем, що запобігає знеуглероженню. Крім того, процес термообробки також полегшує видалення органічних речовин і газів з поверхні металу, в результаті чого металевий матеріал набуває блискучого та яскравого зовнішнього вигляду, яким він спочатку володіє.

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-01.07.ВОАВТ</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>	<i>Бабій</i>				<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Рязанцев</i>				<i>Н</i>	<i>1</i>	
<i>Н. Контр.</i>	<i>Нечасів</i>				<i>Каф. ТМ</i>		
<i>Затверд.</i>	<i>Рязанцев</i>				<i>гр. ПМ-23м</i>		
<i>Вибір та обґрунтування альтернативного варіанту термічної обробки</i>							

Цей процес застосовується до різних процесів термічної обробки, таких як спікання, знежирення, загартування та відпустка. Вакуумна термічна обробка може широко використовуватися, оскільки вона не лише надає матеріалам певних властивостей під час кожної термічної обробки, але й сприяє покращенню їх загальної якості.

У порівнянні зі звичайним загартуванням, вакуумне загартування має перевагу в тому, що запобігає утворенню оксидного шару, зберігаючи при цьому твердість і зносостійкість. Це робить її більш затребованою для компонентів та виробів, які потребують бажаного зовнішнього вигляду.

Вакуумна термообробка може застосовуватися для різних цілей та підходить для широкого спектру процесів термообробки.

Переваги вакуумної термообробки: містить дуже мало кисню, що означає відсутність реакції між вуглецем, присутнім у металі, та киснем, що запобігає зневуглецюванню. Крім того, процес термічної обробки також сприяє видаленню органічних речовин і газів з поверхні металу, що призводить до блискучого та яскравого зовнішнього вигляду, який притаманний металевому матеріалу.

- Збереження вихідної поверхні виробів;
- зниження теплових втрат у 2-2,5 рази в порівнянні з нагріванням в ендогазі і в 3-3,5 рази - у водні;
- підвищення пожежо-безпеки та вибухобезпеки технологічних процесів;
- природоохоронні вимоги;
- у багатьох випадках підвищення якості виробів;
- підвищення рівня комфортності для обслуговуючого персоналу.

Вакуумна термічна обробка може застосовуватися для різних цілей і підходить для широкого спектру процесів термічної обробки.

### 7.1.3 Вибір обладнання для вакуумної термічної обробки

Для вакуумної термообробки деталі «Шестерня» зі сталі 12ХН3А важливо правильно вибрати вакуумну піч та насос, які забезпечать необхідні параметри вакууму та контроль температури.

Рекомендується застосовувати вакуумні печі з індукційним або резисторним нагрівом. Індукційні печі забезпечують швидке нагрівання та рівномірний розподіл температури. Особливу увагу треба звернути на печі, які можуть підтримувати температуру від 850 до 950°C, оскільки це температура загартування для сталі 12ХН3А. Піч повинна бути виготовлена із матеріалів, стійких до високих температур і корозій. Наявність програмованої системи контролю температури і вакууму є обов'язковою для забезпечення точності процесу.

Обираємо вакуумну піч, технологічно продвинутого рішення SECO/WARWICK, що дозволяє використовувати три процеси термообробки не трьома окремими печами, а однією піччю [23].

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-01.07.ВОАВТ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		7.2

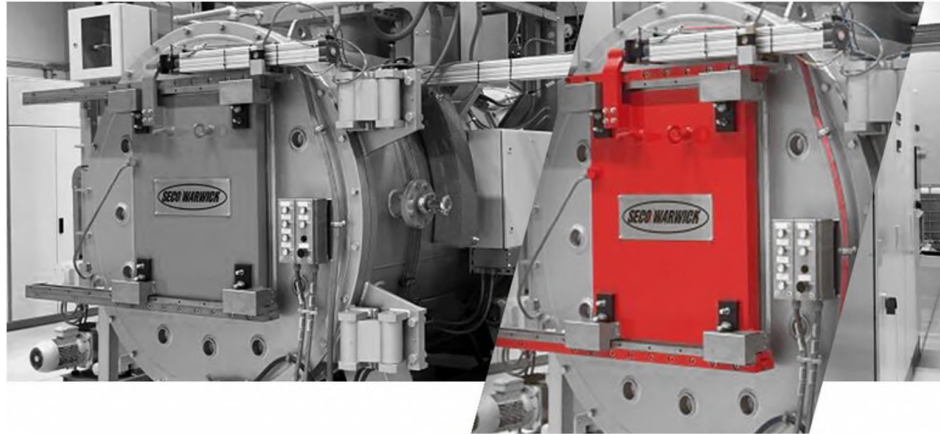


Рисунок 7.1 – Загальний вигляд вакуумної печі Case Master Evolution T

Case Master Evolution T-трикамерна вакуумна піч. Економічне високопродуктивне поверхневе зміцнення шляхом науглерожування під низьким тиском (LPC) та загартування газом високого тиску у трикамерній вакуумній печі.

CaseMaster Evolution T заміняє традиційні напівбезперервні процеси термообробки в захисних атмосферах з подальшим загартуванням в маслі і пропонує вакуумну термообробку з науглерожуванням під низьким тиском і загартуванням в азоті, що гарантує точність і відтворюваність результатів, а також відповідність вимогам.

CaseMaster Evolution T – це трикамерна вакуумна піч, розроблена для високопродуктивного поверхневого зміцнення, заснованого на вуглерожуванні під низьким тиском (LPC) та газовому загартуванні в напівбезперервному режимі. Піч складається з трьох окремих камер: камери завантаження та попереднього нагріву, робочої камери (LPC), камери газового загартування та розвантаження.

Вона призначена для термообробки різних деталей та сортів сталі, які зазвичай проходять обробку у традиційному обладнанні. Трикамерна піч забезпечує високу якість та продуктивність вакуумної термообробки та газового загартування.

Характеристики:

- Сучасна система поверхневого зміцнення, розроблена для галузей з виробництва механічних передач, підшипників та деталей машин;
- Звичайні сорти сталі для поверхневого та наскрізного зміцнення;
- Розміри робочої зони -610x750x1000 мм (ШxВxД);
- Маса брутто садки - 1000 кг;
- Температура - 1250 С;
- Газове загартування - 25 бар (абс.);
- Загартування в спеціальній камері для газового гарту високим тиском замінює гартування в олії та забезпечує високоефективне та рівномірне охолодження;
- Використання у поточному виробництві разом з іншим виробничим обладнанням;

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-01.07.ВОАВТ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7.3

Раціональна альтернатива:

- герметичним загартовим печам;
- безперервним лініям для обробки в атмосферах;
- багатокамерним печам для науглерожування під низьким тиском (LPC).

Переваги:

- Великосерійне напівбезперервне виробництво;
- Низькі технологічні витрати порівняно з традиційними технологіями;
- Швидкий та ефективний процес LPC;
- Універсальність експлуатації залежно від потреб;
- Повністю автоматизована, напівбезперервна робота;
- Незалежне обладнання, яке можна легко розширити (збільшити кількість використовуваних печей) з метою підвищення ефективності виробництва;

▪ Доступність;

▪ Мінімізує витрати на остаточну/машинну обробку деталей.

Чудова якість

▪ Точність та надійність результатів;

▪ Ідеальна поверхня;

▪ Відсутність окислення та міжкристалітного окислення (IGO).

Таке рішення визначає еволюційний напрямок, в якому змінюється та розвивається технологія та обладнання для термообробки і яке повністю відповідає поточним та наміченим новим вимогам сучасної промисловості.

У багатьох напрямках розвитку земної цивілізації необхідно вивчати середовище із позаземними параметрами тиску – вакуум.

З цією метою розроблено різні види насосів, які можна використовувати в залежності від глибини вакууму, необхідного для створення відповідних вакуумних електropечей (таблиця 7.1).

До такого відкачувального обладнання слід віднести:

1. Механічні (форвакуумні) насоси, що заповнюються вакуумним маслом, з граничним розрідженням 1 Па та продуктивністю Q від 0,1 до 500 л/с;

2. Безмасляні механічні двороторні насоси з розрідженням до  $10^{-1}$  Па та продуктивністю Q до 1500 л/с;

3. Пароструйні масляні насоси з розрідженням до  $10^{-1}$  Па і Q до 4500 л/с (бустерні) та для тисків  $10^{-2}$ - $10^{-5}$  Па – високовакуумні, Q до 20 тис. л/с;

4. Безмасляні електрофізичні насоси, у тому числа електророзрядні, гетероіонні, а також турбомолекулярні насоси для тисків до  $10^{-7}$  Па.

					КНУ.КМР.131.24.1-01.07.ВОАВТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7.4

Таблиця 7.1 – Основні типи вакуумних насосів

№ п/п	Типи насосів та основні представники	Інтервал робочих тисків, Па	Швидкість дії, м <sup>3</sup> /с	Основні призначення
1	Пластинчасто-роторні та золотникові: 2НВР-5ДМ; НВЗ-20; НВЗ-50; НВЗ-75; НВЗ-100; НВЗ-150; НВЗ-300; НВЗ-500; потужність від -0,55 до 55 кВт	0,1МПа-10	0,05-0,5	Використовуються для відкачування від атмосферного тиску до 10 Па, працюють у комплекті з паромасляними бустерними та дифузійними насосами
2	Двухроторні вакуумні насоси та агрегати: ДВН-50; ДВН-100; ДВН-500; ДВН-1500; агрегати: АВР-50; АВР-150	1-6,5	0,04-1,5	Найбільший вхідний тиск від 133 до 1330 Па; тому повинні працювати в комплекті з відповідними золотниковими насосами
3	Бустерні паромасляні насоси: НВ5М-0,5; НВ5М-2,5; НВ5М-5; НВ5М-1,5	1,3-0,1	0,7-15	Вимагають попереднього відкачування відповідними золотниковими насосами
4	Дифузійні паромасляні насоси: Н-100; Н-250;	10 <sup>-1</sup> -10 <sup>-3</sup>	0,3-15,5	Вимагають попереднього відкачування відповідними золотниковими або двома роторними насосами
5	Насоси електророзрядні, гетероіонні, турбомолекулярні	10 <sup>-4</sup> -10 <sup>-8</sup>	За особливим замовленням	Використовуються для надвисоковакуумних печей, що працюють при тиску. 10 <sup>-6</sup> -10 <sup>-8</sup> Па, та для дослідних установок

Вакуумні насоси зазвичай використовуються у вакуумному обладнанні, і їхня роль полягає у переміщенні атмосфери всередині печі для створення вакуумного середовища. Існують різні типи та характеристики вакуумних насосів, і важливо вибрати правильне обладнання, яке відповідає необхідному рівню вакууму.

Згідно з JIS (японськими промисловими стандартами), рівні вакууму класифікуються наступним чином, який наведено в таблиці 7.2

Таблиця 7.2 – Класифікація рівнів вакуума

Згідно з JIS	Рівень вакуума	Тиск
2.1.1.1	Низький вакуум	100кПа~100Па (10 <sup>5</sup> ~ 10 <sup>2</sup> Па)
2.1.1.2	Середній вакуум	100 Па ~ 0,1 Па (10 <sup>2</sup> ~ 10 <sup>-1</sup> Па)
2.1.1.3	Високий вакуум	0,1 Па~10 мкПа (10 <sup>-1</sup> ~10 <sup>-5</sup> Па)
2.1.1.4	Надвисокий вакуум	10 мкПа (10 <sup>-5</sup> Па або нижче)
-	Надвисокий вакуум	1нПа (10 <sup>-9</sup> Па або нижче)

При вакуумній термообробці зазвичай працюють у діапазоні від середнього до високого вакууму для необхідного рівня вакууму.

Надмірні рівні вакууму можуть викликати небажану дисперсію легуючих елементів у сталі, тому важливо виконувати обробку за відповідного рівня вакууму.

З іншого боку, якщо потрібна висока чистота, може знадобитися тип вакуумного насоса, здатного досягати високих рівнів вакууму.

Основні категорії вакуумних насосів та відповідні їм рівні вакууму:

- Масляний ротаційний вакуумний насос

Також відомий як ротаційний насос, це вакуумний насос, що найбільш часто використовується. Працює з використанням мастила для обертання та має чудову герметизуючу здатність. Підходить для перекачування від атмосферного тиску до кількох паскал (Па).

- Механічний бустерний насос

Використовує робоче колесо, що працює за принципом Рутса, із високошвидкісним синхронізованим обертанням ротора всередині корпусу. Забезпечує високу швидкість відкачування за компактного розміру. Не може використовуватися окремо і зазвичай використовується в поєднанні з масляним вакуумним роторним насосом. Може досягати рівнів вакууму приблизно від 10 до  $10^{-1}$  Па після початкового відкачування роторним кулачковим насосом.

- Масляний дифузійний насос

Використовує нагріті пари олії для створення високошвидкісного струменя, який стискає та виштовхує газу. Часто використовується як допоміжний насос після роторного масляного насоса або механічного насоса, що підкачує. Може досягати рівнів вакууму близько  $10^{-4}$  Па після початкового відкачування іншими насосами.

- Турбомолекулярний насос

Використовується після того, як масляний вакуумний роторний насос або аналогічний насос досяг певного рівня вакууму. Використовує лопаті, що швидко обертаються, для стиснення молекул газу для виштовхування. Переважний для чистих середовищ і не містить олії. Часто використовується у додатках, які потребують високого вакууму.

- Кріогенний насос (кріонасос)

Використовує поверхні із надзвичайно низькою температурою для заморожування та видалення газів із системи. Подібно до турбомолекулярного насосу, часто використовується в чистих середовищах. Досягає рівнів вакууму від 10 до  $10^{-8}$  Па.

- Іонний насос

Використовує напругу, що прикладається між анодом і катодом, для створення розряду електронів. Деякі електрони стикаються із молекулами газу, створюючи іони. Використовує хімічні реакції з титаном підвищення рівня вакууму. Підходить для досягнення високого рівня вакууму близько  $10^{-8}$  Па.

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-01.07.ВОАВТ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		7.6

Кращим вибором для вакуумної термообробки є комбіновані насоси, які складаються з ротаційного (графітового) насоса для досягнення високого вакуума та ведучого насоса (газового або мембранного) для попереднього відкачування. Для термічної обробки деталі зі сталі 12ХН3А рекомендовано досягати вакуума не менше ніж  $10^{-2}$ Торр. Необхідно вибрати насос з достатньою продуктивністю обсягів обробки, враховуючи об'єм камери вакуумної печі і час, необхідний для відкачування.

Для гартування деталі «Шестерня» використовуємо два насоси, 2НВР-5ДМ для первинного відкачування повітря та газів та для створення високого рівня вакууму Дифузійний паромасляний насос Н-100.

Під час вакуумної термообробки гази, що використовуються, мають важливе значення для забезпечення необхідних умов процесу. Основними газами, які можуть бути використаними під час вакуумного загартування є: Аргон(Ar). Найчастіше використовується для захисту металу від окислення під час нагрівання та загартування. Аргон є інертним газом, що запобігає взаємодії з металом. Гелій(He) використовується для покращення теплопередачі і швидкого охолодження, оскільки цей газ має високу теплопровідність. Вуглекислий газ (CO<sub>2</sub>). Використовується для зменшення окислення сталі під час нагрівання, що допомагає зберегти якість матеріалу. Також для покращення карбонізації. Вона може бути джерелом вуглець, який під час процесу нагрівання проникає в сталь, покращуючи її механічні властивості. Вакуум разом з вуглекислою створює інертне середовище, що запобігає небажаним хімічним реакціям під час загартування. Азот(N<sub>2</sub>). Іноді використовується для забезпечення захисту від окислення, хоча в меншій мірі, ніж аргон. Азот може також сприяти зменшенню утворення оксидів на поверхні сталі. Водень(H<sub>2</sub>). У деяких випадках використовують водень, який може допомогти зменшити окислення, але з ним потрібно бути обережним через його реактивність. Ці гази запобігають окисленню заготовок і гарантують що вакуумна термообробка проходить в оптимальних умовах для досягнення високих механічних характеристик сталі.

Обираємо для охолодження деталі газ азот.

#### 7.1.4 Спеціалізовани технічний процес вакуумної термічної обробки

Вакуумна термічна обробка деталі «Шестерня» є спеціалізованим процесом термічної обробки, що дозволяє покращити механічні властивості матеріалу. Загальний технологічний процес вакуумної термічної обробки, наведемо у таблиці 7.3.

					КНУ.КМР.131.24.1-01.07.ВОАВТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7.7



Таблиця 7.3 – Загальний технологічний процес вакуумної термічної обробки

№ т/п	Вид обробки	Виконавчі дії	Примітки
01	Підготовка матеріалу	Очистити заготовку від забруднень та оксидів	-
02	Вакуумне нагрівання	Помістити заготовку у вакуумну піч, нагріти до температури загартування (850-950°C)	При цьому вакуум забезпечує відсутність окиснення та покращується якість загартування
03	Утримання температури	Після досягнення необхідної температури, проводиться витримка протягом певного часу	Для забезпечення однорідності температури і структури сталі
04	Загартування	Швидке охолодження в маслі, воді або газовому середовищі	Щоб уникнути термічних деформацій та тріщин
05	Відпуск	Температура відпуску 500-700°C з витримкою протягом певного часу	Піддати відпусці для зниження внутрішніх напруг і покращення пластичності
06	Остаточна обробка	-	За необхідності, провести механічну обробку, для досягнення потрібних розмірів і поверхні

Провівши термічне вакуумне загартування заготовки деталі «Шестерня», та порівнявши з об'єною термічною обробкою, можемо порівняти результати обробки, та впевнитися у правильності вибору термічного загартування. Результати обробки наведемо на рисунку 7.2.



а) Об'ємне загартування



б) Вакуумне загартування

### Рисунок 7.2 – Результат обробок

а) об'ємного загартування, б) вакуумного загартування

Висновок: отже, виходячи з вище наведених досліджень, можемо сказати, що вакуумне загартування є перевагою для обробки шестерень зі сталі 12ХН3А з кількох причин:

1. Контроль за процесом. Вакуумне загартування дозволяє точно контролювати температурний режим і швидкість охолодження, що сприяє однорідному розподілу механічних властивостей матеріалі.

2. Запобігання окисленню. Загартування у вакуумі мінімізує вплив кисню, що запобігає окисленню і утворенню шкідливих оксидних шарів на поверхні деталі.

3. Покращена міцність і надійність. Завдяки відсутності окислення і контролю за процесом, вакуумна закалка може забезпечити вищу міцність і зносостійкість шестерень, що важливо для їх використання в промислових механізмах.

4. Зменшення деформації. Процес вакуумного загартування знижує шанси на деформації та тріщини в матеріалі, що забезпечує більш точні розміри і форму готових виробів.

5. Екологічність. Вакуумні технології, зазвичай, сприяють зменшенню викидів і утворення відходів, що є важливим аспектом для сучасного виробництва.

Таким чином, вибір вакуумного загартування для обробки шестерень є обґрунтованим з точки зору якості та ефективності виробництва.

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-01.07.ВОАВТ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7.9

## ВИСНОВКИ

Проаналізувавши вихідні дані деталі «Шестерня», було з'ясовано, що вона входить у склад вузла головної передачі вантажного автомобіля КрАЗ-260, призначена для передачі крутного моменту вздовж своєї осі та забезпечує підтримання обертових деталей машин, які на ньому розміщені.

Шестерня піддається статичним навантаженням, також діють згинальні моменти та осьові навантаження, а зубчатий вінець має високу контактне навантаження. Тому матеріал деталі повинен мати достатню зносостійкість та високу міцність. Даним вимогам відповідає Сталь 12ХНЗА ДСТУ 7806:2015. Сталь 12ХНЗА можна замінити на сталі 12ХН2, 20ХНЗА, 25ХГТ, 12Х2Н4А, 20ХНР, так як вони схожі за механічними властивостями, відносяться до сталей конструкційного класу за хімічним складом і вміщують приблизно однакову кількість хрому, нікелю та вуглецю.

Аналіз якості поверхонь був повністю виконаний із вказаними основними, допоміжними та спряженими поверхнями.

Технічний контроль робочого креслення показав, що креслення відповідає всім вимогам ЄСКД, на кресленні є вся необхідна інформація для однозначного виявлення точності, шорсткості, твердості поверхонь, тобто якості деталі. Аналіз технологічності деталі підтвердив, що деталь являється технологічною.

В якості типового технологічного процесу взятий заводський процес, для покращення ТП, було запропоновано вакуумну термічну обробку для забезпечення поліпшення якості поверхні зуба. В результаті розрахунків заготовки було визначено, що в якості заготовки обираємо поковку штамповану.

Також розробили верстатно – інструментальне налагодження на операції фрезерування зубчатого вінця, за допомогою програми FeatureCAM була отримана керуюча програма для верстата DMG DMU 70, а також контрольне пристосування для контролю биття зубчатого вінця. Дана оцінка основних фондів та ефективності їх використання, спрацювання та амортизації основних фондів.

В науково-дослідній частині було обґрунтовано та прийнято використовувати вакуумну термічну обробку для забезпечення поліпшення якості поверхні зуба та плями контакту зубчатого зачеплення, поводок при звичайній термічній обробці, що дає великі внутрішні напруження, які негативно впливають на відхилення від заданої геометричної форми деталі.

Було проведено аналіз умов праці при виробництві деталей за допомогою обробки матеріалів різанням, розроблені засоби для покращення освітлення та звукопоглинання виробничого приміщення.

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-01.В</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Бабій</i>				<i>Висновки</i>	<i>Лит.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Рязанцев</i>					<i>Н</i>	<i>1</i>	
<i>Н. Контр.</i>	<i>Нечасів</i>					<i>Каф. ТМ гр. ПМ-23м</i>		
<i>Затверд.</i>	<i>Рязанцев</i>							

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні вказівки «Загальні вказівки та нормативні посилання для формування вимог до змісту, рівня та оцінювання магістерської випускної роботи» Кияновський М.В., Нечаєв В.П. Цивінда Н.І. Рязанцев А.О. – Кривий Ріг: ДВНЗ КНУ, 2021.
2. Каталог продукції КрАЗ [Електронний ресурс] // Автомобиль КрАЗ-260 6x6.1 – Режим доступу до ресурсу: [https://autokraz.com.ua/acat/acat\\_ru/info/17/133/model.html](https://autokraz.com.ua/acat/acat_ru/info/17/133/model.html)
3. Запчастини для КрАЗ [Електронний ресурс] // Автомобиль КрАЗ-260 6x6.1 – Режим доступу до ресурсу: [https://banga.ua/acat/gruzovye\\_avtomobili/kraz/kraz\\_260/karter\\_i\\_reduktor\\_perednego\\_most\\_a\\_v\\_sbove](https://banga.ua/acat/gruzovye_avtomobili/kraz/kraz_260/karter_i_reduktor_perednego_most_a_v_sbove)
4. Методичні вказівки «Розмірний аналіз технологічних процесів» Цивінда Н.І. – Кривий Ріг: ДВНЗ КНУ, 2007.
5. ISO 492:2023 Rolling bearings — Radial bearings — Geometrical product specifications (GPS) and tolerance values
6. ISO 355:2019 Rolling bearings — Tapered roller bearings — Boundary dimensions and series designations
7. ISO 199:2023 Rolling bearings — Thrust bearings — Geometrical product specifications (GPS) and tolerance values
8. ДСТУ 2.308:2013 ЄСКД. Зазначення допусків форми та розміщення поверхонь.
9. Технологія обробки типових деталей (курсове проектування) Григурко О.І, Брендюля МФ., Доценко С.М, Навчальний посібник. Львів., Новий світ-2008, 576 с.
10. Маталін А.А. Технология машиностроения. Учеб. – М.: Высш. шк. 1985.
11. ДСТУ 3.1001:2014 Єдина система технологічної документації. Загальні положення.
12. ДСТУ 3.1128:2014. Єдина система технологічної документації. Загальні правила виконання графічних технологічних документів.
13. Класифікатор ЄСКД. Ілюстрований визначник деталей. Класи 71, 72, 73, 74, 75, 76.
14. Методичні вказівки «Обґрунтування та вибір вихідної заготовки» Аралкін А.С. Біла О.Ю. – Кривий Ріг: ДВНЗ КНУ, 2011
15. Методичні вказівки “Вибір та техніко-економічне обґрунтування методу одержання заготовок” /, Цивінда Н.І. - Кривий Ріг: ДВНЗ КНУ, 2013.
16. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок - Львів, Світ, 1996.

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-01.СВД</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>	<i>Бабій</i>				<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Рязанцев</i>				Н	1	
<i>Н. Контр.</i>	<i>Нечаєв</i>				<i>Кафедра ТМ гр. ПМ-23М</i>		
<i>Затверд.</i>	<i>Рязанцев</i>						

*СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ  
ДЖЕРЕЛ*

17. ДСТУ 3.1107-81. Базування та бази в машинобудуванні.
18. Електроний каталог ISCAR [Електронний ресурс] // <https://www.iscar.com/eCatalog/index.aspx>
19. Catalogue Version 2019 ZCC Cutting Tools Europe GmbH [Електронний ресурс] // [https://zccct.com.ua/zcc\\_solid\\_milling/](https://zccct.com.ua/zcc_solid_milling/)
20. Методичні вказівки «Механоскладальні дільниці та цехи» / Самошкіна С.П. – Кривий Ріг: ДВНЗ КНУ, 2008
21. Методичні вказівки «До виконання індивідуальних домашніх завдань з дисципліни «Організація, планування та управління»» Максимова О.С – Кривий Ріг :ДВНЗ КНУ, 2016
22. ДСТУ 2860-94 Надійність у техніці. Терміни та визначення
23. SECO/WARWICK [Електронний ресурс] // <https://www.secowarwick.com/en/products/vacuum-heat-treatment/casemaster-evolution-t/>

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-01.СВД</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

ДОДАТОК А

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-01.Д</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>ДОДАТОК А</i>	<i>Лит.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Разроб.</i>	<i>Бабій</i>					<i>Н</i>	<i>1</i>	
<i>Перевір.</i>	<i>Рязанцев</i>							
<i>Н. Контр.</i>	<i>Нечаєв</i>							
<i>Затверд.</i>	<i>Рязанцев</i>							
						<i>Кафедра ТМ</i> <i>гр. ПМ-23м</i>		

Дубл.			
Взам.			
Подл.			


--	--	--	--

<b>Шестерня</b>			

**УЗГОДЖЕНО**

**УЗГОДЖУЮ**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТІВ

на \_\_\_\_\_ технологічний процес обробки деталі

Розробив \_\_\_\_\_ **Бабій Н.О.**

Перевірив \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_

Впроваджений в підприємство  
Акт № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

М.Э.		Нач.цеха															
Дубл.																	
Взам.																	
Подл.																	
Вед. техн.																	
Розроб.	Бабій Н.О.																
Пров.																	
Нормув.																	
Утв.																	
Н.контр.																	
												<b>Шестерня</b>					
М01																	
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код загот.	Профіль и розміри	КД	МЗ							
М02																	
А	Цех	Уч.	Опер	Код, назва операції					Позначення документа								
Б	Код, назва обладнання						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	К шт.	Т пз	Т шт
А	01			005	<b>Вхідний контроль</b>												
Б	02			1.	Перевірити сертифікат на матеріал. Контролювати розміри заготовки.												
А	03			2.	Контролювати візуально на предмет відсутності мех.пошкоджень, вигину та ін.												
Б	04																
А	05			010	<b>Заготівельна</b>												
Б	06			1.	Порізати заготовки під поковки згідно договору з замовником.												
А	07																
Б	08			015	<b>Заготівельна(Кооперація)</b>												
А	09			1.	Відкувати поковки по узгодженим розмірам.												
Б	10																
А	11			020	<b>Вхідний контроль</b>												
Б	12			1.	Перевірити наявність супровідної документації на поковку. Сертифікат якості, що підтверджує												
	13				хімічний склад і механічні властивості.												
	14			2.	Контролювати розміри поковки.												



Дубл.																				
Взам.																				
Подл.																				
<b>А</b>	<b>Цех</b>	<b>Уч.</b>	<b>Опер</b>	<b>Код, назва операції</b>					<b>Позначення документа</b>											
<b>Б</b>	<b>Код, назва обладнання</b>					<b>СМ</b>	<b>Проф.</b>	<b>Р</b>	<b>УТ</b>	<b>КР</b>	<b>КОИД</b>	<b>ЕН</b>	<b>ОП</b>	<b>К шт.</b>	<b>Т пз</b>	<b>Т шт.</b>				
01			3.	Контролювати заготовку візуально на предмет відсутності мех. пошкоджень, та ін. дефектів.																
А 02			4.	Контролювати твердість поковки. ( $\leq 207$ НВ)																
Б 03			5.	Перевірити наявність заготовок на зразку свідку на цементацию. Звірити номери плавок і марку																
04				матеріалів деталей і зразків-свідків.																
А 05																				
Б 06			025	<b>Термічна (при необхідності) (Загартувальна піч «РК 225/12»/ «ПКМ484КП»)</b>																
07			1.	Виконати відпал поковки по окремому тех. Процесу. Твердість $\leq 207$ НВ.																
А 08																				
Б 09			030	<b>Токарна (163)</b>																
10			А.	Встановити та закріпити заготовку в 3-х кулачковий патрон.																
А 11			1.	Точити заготовку згідно ескізу №1.																
Б 12			2.	Пред'явити ВТК.																
13																				
А 14			035	<b>Токарна (16К30)</b>																
Б 15			А.	Встановити та закріпити заготовку в 3-х кулачковому патроні.																
16			1.	Точити деталь згідно ескізу №2.																
А 17			2.	Пред'явити ВТК.																
Б 18																				
19																				

Дубл.																	
Взам.																	
Подл.																	
<b>А</b>	<b>Цех</b>	<b>Уч.</b>	<b>Опер</b>	<b>Код, назва операції</b>				<b>Позначення документа</b>									
<b>Б</b>	<b>Код, назва обладнання</b>				<b>СМ</b>	<b>Проф.</b>	<b>Р</b>	<b>УТ</b>	<b>КР</b>	<b>КОИД</b>	<b>ЕН</b>	<b>ОП</b>	<b>К шт.</b>	<b>Т пз</b>	<b>Т шт.</b>		
010			<b>040</b>	<b>Токарна(16К30)</b>													
А 011			<b>А.</b>	Встановити та закріпити заготовку в 3-х кулачковому патроні.													
Б 012			<b>1.</b>	Точити заготовку згідно ескізу №3.													
013			<b>2.</b>	Пред'явити ВТК.													
А 014																	
Б 015			<b>045</b>	<b>Вертикально-Фрезерна (FSS 400)</b>													
016			<b>А.</b>	Встановити та закріпити заготовку в тисках.													
А 017			<b>1.</b>	Фрезерувати згідно ескізу №4													
Б 018			<b>2.</b>	Пред'явити ВТК.													
20																	
А 21			<b>050</b>	<b>Токарна з ЧПК (СТХ 510)</b>													
Б 22			<b>А.</b>	Встановити заготовку в 3-х кул. патроні. Закріпити.													
23			<b>1.</b>	Точити заготовку згідно ескізу №5, виконати центровий отвір.													
А 24			<b>2.</b>	Пред'явити ВТК.													
Б 25																	
26			<b>055</b>	<b>Токарна з ЧПК (СТХ 510)</b>													
А 27			<b>А.</b>	Встановити та закріпити заготовку в 3-х кулачковому патроні.													
Б 28			<b>1.</b>	Точити заготовку згідно ескізу №6													
29			<b>2.</b>	Пред'явити ВТК.													

Дубл.															
Взам.															
Подл.															
<b>А</b>	<b>Цех</b>	<b>Уч.</b>	<b>Опер</b>	<b>Код, назва операції</b>				<b>Позначення документа</b>							
<b>Б</b>	<b>Код, назва обладнання</b>				<b>СМ</b>	<b>Проф.</b>	<b>Р</b>	<b>УТ</b>	<b>КР</b>	<b>КОИД</b>	<b>ЕН</b>	<b>ОП</b>	<b>К шт.</b>	<b>Т пз</b>	<b>Т шт.</b>
019			<b>060</b>	<b>Токарна з ЧПК (СТХ 510)</b>											
А 020			<b>А.</b>	Встановити та закріпити заготовку в 3-х кулачковому патроні.											
Б 021			<b>1.</b>	Точити заготовку згідно ескізу №7.											
022			<b>2.</b>	Пред'явити ВТК.											
А 023															
Б 024			<b>065</b>	<b>Круглошліфувальна (F11H500)</b>											
025			<b>А.</b>	Встановити та закріпити заготовку в центрах.											
А 026			<b>1.</b>	Виконати шліфовку згідно ескізу №8.											
Б 027			<b>2.</b>	Пред'явити ВТК.											
30															
А 31			<b>070</b>	<b>Фрезерувальна (DMU)</b>											
Б 32			<b>А.</b>	Встановити та закріпити заготовку в пристосування.											
33			<b>1.</b>	Фрезерувати зуби згідно ескізу №9.											
А 34			<b>2.</b>	Пред'явити ВТК.											
Б 35															
36			<b>075</b>	<b>Слюсарна (Верстат)</b>											
А 37			<b>1.</b>	Зняти заусенці, гострі крайки притупити.											
Б 38			<b>2.</b>	Крайки торців зубів притупити радіусом R1 або фаской 1×45°.											
39			<b>3.</b>	Пред'явити ВТК.											

Дубл.																		
Взам.																		
Подл.																		
А	Цех	Уч.	Опер	Код, назва операції					Позначення документа									
Б	Код, назва обладнання					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	К шт.	Т пз	Т шт.		
028			<b>080</b>	<b>Контрольна (стіл ВТК)</b>														
А 029			<b>1.</b>	Контролювати розміри заготовки на відповідність ТП. Див. ескіз №10.														
Б 030			<b>2.</b>	Перевірити відсутність заусенців, гострих крайок.														
031			<b>085</b>	<b>Виготовити зразки-свідки за окремим кресленням.</b>														
А 032																		
Б 033			<b>090</b>	<b>Цементация. Нормалізація. Високий відпуск заготовок та зразків-свідків.</b>														
034			<b>1.</b>	Виконати цементацию заготовок та зразків свідків. Глибина цементуємого шару h1,5...1,7мм.														
А 035			<b>2.</b>	Виконати нормалізацію та високий відпуск.														
Б 036			<b>Т.В.</b>	Заготовки та зразки-свідки мають бути однієї плавки.														
40																		
А 41			<b>095</b>	<b>Термообробка зразків-свідків.</b>														
Б 42			<b>1.</b>	Виконати термообробку зразків-свідків.														
43			<b>2.</b>	Твердість $\geq 59\text{HRC}$ э. Твердість серцевини 217... 388 НВ.														
А 44			<b>3.</b>	<u>Для сталі 20ХНЗА</u> Твердість серцевини 285...429 НВ.														
Б 45																		
46			<b>100</b>	<b>Підготовка зразків-свідків до контролю мікроструктури та твердості.</b>														
А 47				<b>Шліфувальна (Плоскошліфувальний АВА FF600/30)</b>														
Б 48			<b>А.</b>	Встановити зразки - свідки на стіл верстата. Ввімкнути магніт.														
49			<b>1.</b>	Шліфувати зразки – свідки з однієї сторони. Пред’явити ВТК.														

Дубл.															
Взам.															
Подл.															
<b>А</b>	<b>Цех</b>	<b>Уч.</b>	<b>Опер</b>	<b>Код, назва операції</b>				<b>Позначення документа</b>							
<b>Б</b>	<b>Код, назва обладнання</b>				<b>СМ</b>	<b>Проф.</b>	<b>Р</b>	<b>УТ</b>	<b>КР</b>	<b>КОИД</b>	<b>ЕН</b>	<b>ОП</b>	<b>К шт.</b>	<b>Т пз</b>	<b>Т шт.</b>
037			<b>105</b>	<b>Контрольна зразків - свідків (кооперація)</b>											
А 038			<b>1.</b>	Виконати контроль мікроструктури цементуємого шару по P095-261-67 або OCT.23.52-83											
Б 039			<b>2.</b>	Виконати контроль твердості $\geq 57\text{HRC}_z$ .											
040			<b>3.</b>	Твердість серцевини 217...388 НВ (20...41 HRC).											
А 041			<b>4.</b>	Для сталі 20ХН3А Твердість серцевини 285...429 НВ.											
Б 042															
043			<b>110</b>	<b>Контрольна (стіл ВТК)</b>											
А 044			<b>1.</b>	Підтвердити документацію, що підтверджує якість виконання операції контролю.											
Б 045			<b>2.</b>	Скласти акт вхідного контролю оп.070 "контроль зразків-свідків".											
50															
А 51			<b>115</b>	<b><u>Контрольная (стіл ВТК)</u></b>											
Б 52			<b>1.</b>	Контролювати згідно ескізу №10.											
53															
А 54			<b>120</b>	<b>Круглошліфувальна (F11H500)</b>											
Б 55			<b>А.</b>	Встановити заготовку в центрові отвори.											
56			<b>1.</b>	Шліфувати заготовку згідно ескізу №11.											
А 57															
Б 58			<b>125</b>	<b>Токарна (16K20)</b>											
59			<b>А.</b>	Очистити центра згідно ескізу №12.											

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
<b>А</b>	<b>Цех</b>	<b>Уч.</b>	<b>Опер</b>	<b>Код, назва операції</b>						<b>Позначення документа</b>									
<b>Б</b>	<b>Код, назва обладнання</b>						<b>СМ</b>	<b>Проф.</b>	<b>Р</b>	<b>УТ</b>	<b>КР</b>	<b>КОИД</b>	<b>ЕН</b>	<b>ОП</b>	<b>К шт.</b>	<b>Т пз</b>	<b>Т шт.</b>		
046																			
А 047																			
Б 048			<b>130</b>	<b>Контрольна(стіл ВТК)</b>															
049			<b>1.</b>	Контролювати виконання токарної операції.															
А 050																			
Б 051			<b>135</b>	<b>Круглошліфувальна (F11H500)</b>															
052			<b>А.</b>	Встановити заготовку в центрові отвори.															
А 053			<b>1.</b>	Шліфувати заготовку згідно ескізу №13															
Б 054			<b>2.</b>	Пред'явити ВТК.															
60																			
А 61			<b>140</b>	<b>Токарна з ЧПК (СТХ 510)</b>															
Б 62			<b>А.</b>	Встановити заготовку в 3-х кулачковий патрон.															
63			<b>1.</b>	Точити заготовку. Виконати згідно ескізу №14.															
А 64			<b>2.</b>	Пред'явити ВТК.															
Б 65																			
66			<b>145</b>	<b>Токарна з ЧПК (СТХ 510)</b>															
А 67			<b>А.</b>	Встановити заготовку. Закріпити.															
Б 68			<b>1.</b>	Точити заготовку згідно ескізу №15.															
69			<b>2.</b>	Пред'явити ВТК.															

Дубл.																	
Взам.																	
Подл.																	
<b>А</b>	<b>Цех</b>	<b>Уч.</b>	<b>Опер</b>	<b>Код, назва операції</b>						<b>Позначення документа</b>							
<b>Б</b>	<b>Код, назва обладнання</b>						<b>СМ</b>	<b>Проф.</b>	<b>Р</b>	<b>УТ</b>	<b>КР</b>	<b>КОИД</b>	<b>ЕН</b>	<b>ОП</b>	<b>К шт.</b>	<b>Т лз</b>	<b>Т шт.</b>
<b>055</b>																	
А <b>056</b>			<b>150</b>	<b>Круглошліфувальна (F11H500)</b>													
Б <b>057</b>			<b>А.</b>	Встановити заготовку в центрові отвори.													
<b>058</b>			<b>1.</b>	Шліфувати заготовку згідно ескізу №16.													
А <b>059</b>			<b>2.</b>	Пред'явити ВТК.													
Б <b>060</b>																	
<b>061</b>			<b>155</b>	<b>Шліцефрезерувальна (зубофрезерний верстат 53A50H)</b>													
А <b>062</b>			<b>А.</b>	Встановити та закріпити заготовку в пристосування.													
Б <b>063</b>			<b>1.</b>	Фрезерувати зовнішні шліци згідно ескізу №17.													
<b>70</b>			<b>2.</b>	Пред'явити ВТК.													
А <b>71</b>																	
Б <b>72</b>			<b>160</b>	<b>Слюсарна (Верстат)</b>													
<b>73</b>			<b>1.</b>	Зняти заусенці. Гострі краї притупити.													
А <b>74</b>			<b>2.</b>	<b>Увага! По шліцам заусенці не допускаються!</b>													
Б <b>75</b>																	
<b>76</b>			<b>165</b>	<b>Контрольна(стіл ВТК)</b>													
А <b>77</b>			<b>1.</b>	Контролювати розміри деталі відповідно ТП.													
Б <b>78</b>			<b>2.</b>	Перевірити відсутність заусенців, гострих кромок.													
<b>79</b>			<b>3.</b>	Особливу увагу виділити на відсутність заусенців по шліцам.													





Дубл.																						
Взам.																						
Подл.																						
<b>А</b>	<b>Цех</b>	<b>Уч.</b>	<b>Опер</b>	<b>Код, назва операції</b>								<b>Позначення документа</b>										
<b>Б</b>	<b>Код, назва обладнання</b>			<b>СМ</b>	<b>Проф.</b>	<b>Р</b>	<b>УТ</b>	<b>КР</b>	<b>КОИД</b>	<b>ЕН</b>	<b>ОП</b>	<b>К шт.</b>	<b>Т лз</b>	<b>Т шт.</b>								
073			<b>190</b>	<b>Контрольна (стіл ВТК)</b>																		
А 074			<b>1.</b>	Контролювати розміри заготовки згідно ТП.																		
Б 075			<b>2.</b>	Перевірити відсутність заусенців, гострих кромок.																		
076																						
А 077			<b>195</b>	<b>Термічна обробка</b>																		
Б 078				Обробка виконується у випадку позитивного результату контролю мікротекстури та																		
079				твердості зразків-свідків (оп. 060, акт вхідного контролю 070)																		
А 080			<b>1.</b>	Виконати т.о деталі за трьома режимами, по яким виконувалось загартування зразків.																		
Б 081				Твердість $\geq 59\text{HRC}_z$ . Твердість серцевини 217... 388 НВ.																		
90				Для сталі 20ХН3А Твердість серцевини 285...429 НВ.																		
А 91																						
Б 92																						
93																						
А 94			<b>200</b>	<b>Контрольна (Стіл ВТК)</b>																		
Б 95			<b>1.</b>	Виконати контроль твердості цементованих поверхонь.																		
96				<b>Твердість цементуємих поверхонь <math>\geq 59\text{HRC}_z</math></b>																		
А 97			<b>2.</b>	Виконати контроль биття по зубу – 0,08 мм max!																		
Б 98			<b>3.</b>	Виконати контроль биття по базовим поверхням – 0,05 мм max!																		
99																						

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
<b>А</b>	<b>Цех</b>	<b>Уч.</b>	<b>Опер</b>	<b>Код, назва операції</b>								<b>Позначення документа</b>							
<b>Б</b>	<b>Код, назва обладнання</b>			<b>СМ</b>	<b>Проф.</b>	<b>Р</b>	<b>УТ</b>	<b>КР</b>	<b>КОИД</b>	<b>ЕН</b>	<b>ОП</b>	<b>К шт.</b>	<b>Т лз</b>	<b>Т шт.</b>					
082			<b>205</b>	<b>Круглошліфувальна(F11H500)</b>															
А 083			<b>А.</b>	Встановити заготовку в центрах.															
Б 084			<b>1.</b>	Шліфувати заготовку згідно ескізу №19.															
085			<b>2.</b>	Пред'явити ВТК.															
А 086																			
Б 087			<b>210</b>	<b>Токарна з ЧПК (СТХ 510)</b>															
088			<b>А.</b>	Встановити заготовку в 3-ох кулачковий патрон. Піджати заднім центром.															
А 089			<b>1.</b>	Точити згідно ескізу №20.															
Б 090			<b>2.</b>	Пред'явити ВТК.															
100																			
А 101			<b>215</b>	<b>Свердлильна (Вертикально-фрезерний</b>															
Б 102			<b>А.</b>	Встановити заготовку в 3-ох кулачковий патрон. Закріпити.															
103			<b>1.</b>	Свердлити отвори згідно ескізу №21.															
А 104			<b>2.</b>	Пред'явити ВТК.															
Б 105																			
106			<b>220</b>	<b>Круглошліфувальна(F11H500)</b>															
А 107			<b>А.</b>	Встановити заготовку в центрах.															
Б 108			<b>1.</b>	Шліфувати заготовку згідно ескізу №22.															
109			<b>2.</b>	Пред'явити ВТК.															

Дубл.																				
Взам.																				
Подл.																				
<b>А</b>	<b>Цех</b>	<b>Уч.</b>	<b>Опер</b>	<b>Код, назва операції</b>							<b>Позначення документа</b>									
<b>Б</b>	<b>Код, назва обладнання</b>			<b>СМ</b>	<b>Проф.</b>	<b>Р</b>	<b>УТ</b>	<b>КР</b>	<b>КОИД</b>	<b>ЕН</b>	<b>ОП</b>	<b>К шт.</b>	<b>Т лз</b>	<b>Т шт.</b>						
091			<b>225</b>	<b>Слюсарна при необхідності (Верстат слюсарний)</b>																
А 092			<b>1.</b>	Зняти заусенці. Притупити гострі крайки.																
Б 093																				
094			<b>230</b>	<b>Прикаточна</b>																
А 095			<b>1.</b>	Зуби прикатать з зубами спряженого колеса. Шестерні підібрати в комплект																
Б 096				по пятну контакту.																
097			<b>2.</b>	Пред'явити ВТК.																
А 098																				
Б 099			<b>235</b>	<b>Слюсарна</b>																
110			<b>1.</b>	Деталі підібрати в комплект маркувати одним порядковим номером.																
А 111			<b>2.</b>	Маркувати номер креслення. Таврувати марку матеріалу. Нанести тавро ВТК.																
Б 112			<b>Т.В.</b>	Місце нанесення маркування та тавро вказано на креслені. Шрифт 5-Пр3 ДСТУ 26.008-85.																
113																				
А 114			<b>240</b>	<b>Контрольна (Стіл ВТК)</b>																
Б 115			<b>1.</b>	Контролювати розміри згідно креслення.																
116			<b>2.</b>	Перевірити відсутність заусенців, гострих кромок.																
А 117			<b>3.</b>	Контролювати деталі візуально на відсутність дефектів, мех. пошкоджень.																
Б 118																				
119																				

Дубл.														
Взам.														
Подл.														
<b>А</b>	<b>Цех</b>	<b>Уч.</b>	<b>Опер</b>	<b>Код, назва операції</b>					<b>Позначення документа</b>					
<b>Б</b>	<b>Код, назва обладнання</b>			<b>СМ</b>	<b>Проф.</b>	<b>Р</b>	<b>УТ</b>	<b>КР</b>	<b>КОИД</b>	<b>ЕН</b>	<b>ОП</b>	<b>К шт.</b>	<b>Т лз</b>	<b>Т шт.</b>
0100			<b>245</b>	<b>Гальванічна (Кооперація)</b>										
А 0101			<b>1.</b>	Виконати покриття Хім. Окс. пзм.										
Б 0102														
0103			<b>250</b>	<b>Контрольна (стіл ВТК)</b>										
А 0104			<b>1.</b>	Перевірити наявність документації, що підтверджує якість виконання покриття.										
Б 0105			<b>2.</b>	Виконати візуальний контроль цілісності покриття.										
0106			<b>3.</b>	Контролювати відсутність мех. пошкоджень та ін. пошкоджень.										
А 0107														
Б 0108														
120														
А 121														
Б 122														
123														
А 124														
Б 125														
126														
А 127														
Б 128														
129														

Діюл			
Взам.			
Підл.			

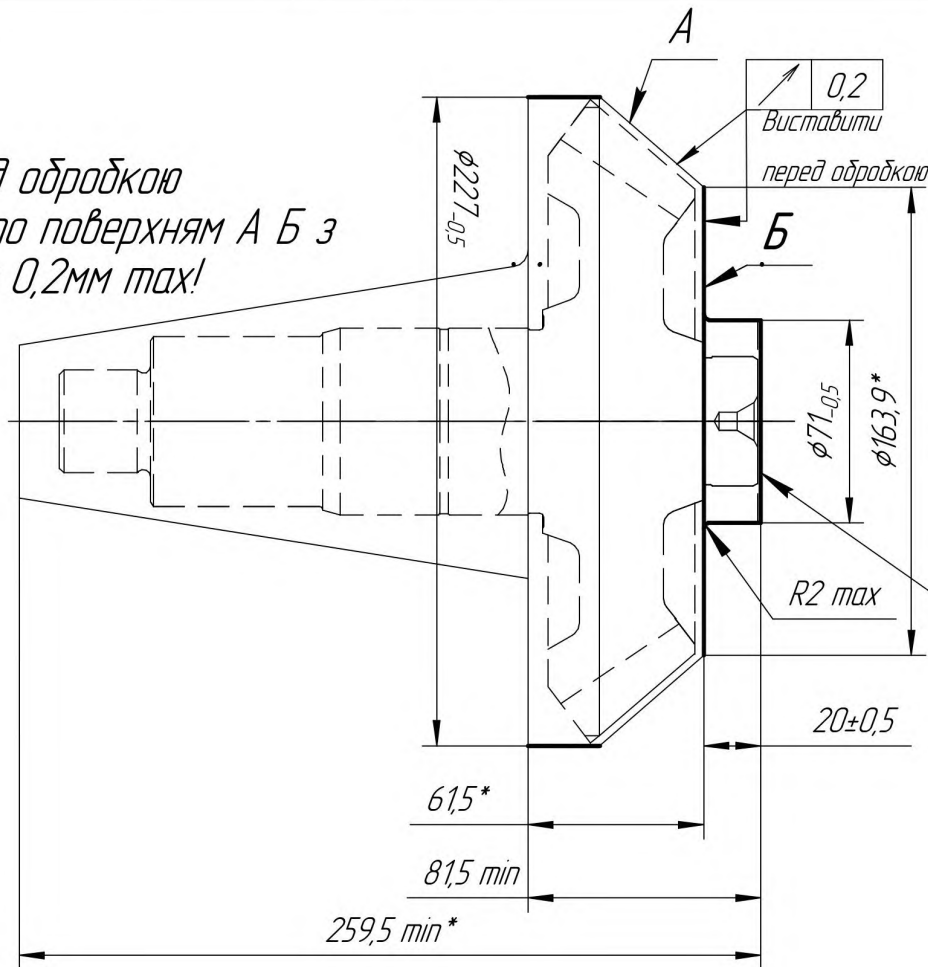
Изм.	Лист	Л/докум.	Підпис	Дата	Изм.	Лист	Л/докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------	------	------	----------	--------	------

Разробив	Бадіи				КНУ.КМР.131.24.1-01.Ш				
Перевірів	Рязанцев								
Н. контр.	Нечаєв				Шестерня				
									030

030 Токарна  
163

√ Ra 6,3

Увага! Перед обробкою  
виставити по поверхням А Б з  
точністю до 0,2мм тах!



Точити як чисто  
Знімати припуск 0,5мм тах!  
від касання, контролюючи розмір  
81,5 min!  
Увага! Більше 0,5мм з торця  
знімати не дозволяється!

1.\*Розміри для довідок.  
2.Гострі країки притупити фаскою  
0,2...0,4x45°

Ескіз □□

ТМ= МУН.

ТО= МУН.

Діал.			
Взам.			
Підл.			

Ізм.	Лист	Діагност.	Підпис	Дата	Ізм.	Лист	Діагност.	Підпис	Дата
------	------	-----------	--------	------	------	------	-----------	--------	------

Розробив	Бадіу		
Перевірив	Рязанцев		

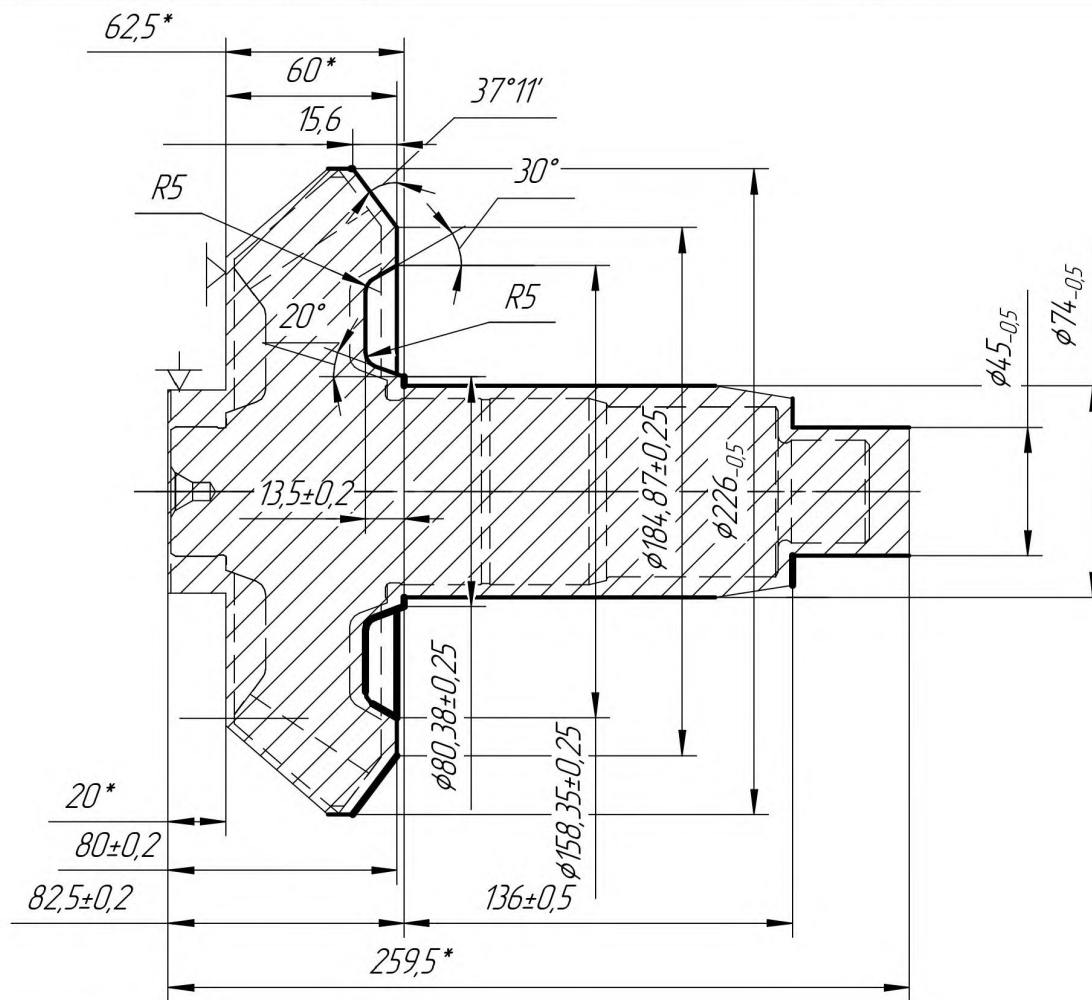
КНУ.КМР.131.24.1-01.Ш

Н. контр.	Нечаєв		
-----------	--------	--	--

Шестерня

035

035Токарна з ЧПК  
16К30Ф3

 $\sqrt{Ra\ 6,3}$ 


Ескіз □□

1.\*Розміри для довідок.

ТМ=

МУН.

ТО=

МУН.

Діюл			
Взам.			
Подл.			

Изм.	Лист	Діакум.	Підпис	Дата	Изм.	Лист	Діакум.	Підпис	Дата
------	------	---------	--------	------	------	------	---------	--------	------

Разробив бадіи  
Перевірів Рязанцев

КНУ.КМР.131.24.1-01.Ш

Н. контр. Нечаєв

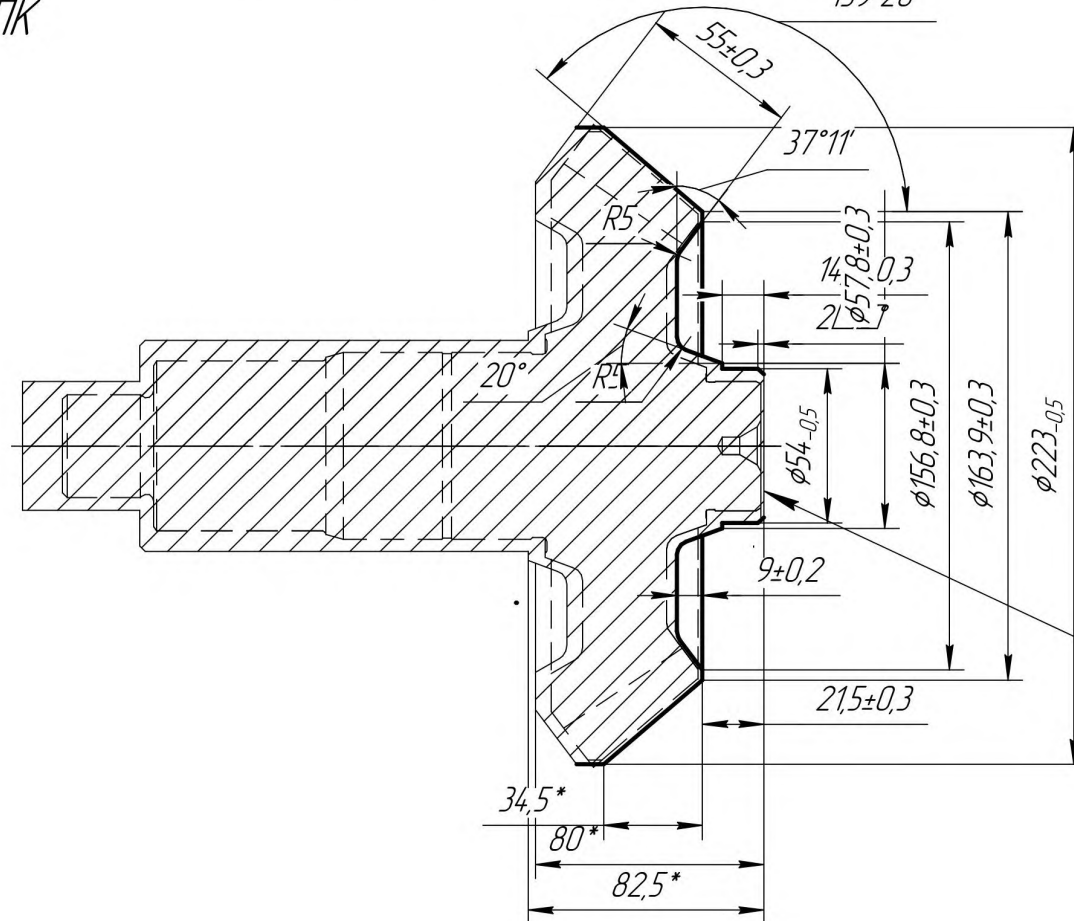
Шестерня

040

139°28'

040Токарна з ЧПК  
16К30Ф3

√ Ra 6,3



Торець не  
підрізати!

Ескіз [В]

1.\*Розміри для довідок.

ТМ=

МУН.

ТО=

МУН.

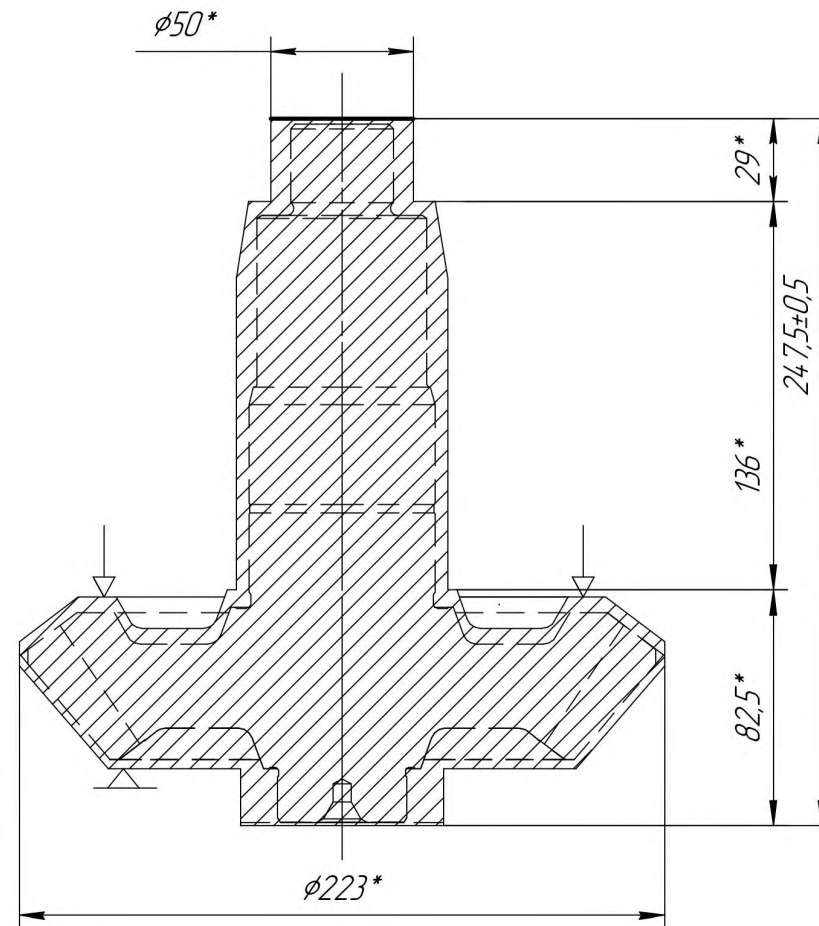
Діюл			
Взам.			
Подл.			

Изм.	Лист	Л/докум.	Підпис	Дата	Изм.	Лист	Л/докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------	------	------	----------	--------	------

Разробив	бадіи				КНУ.КМР.131.24.1-01.Ш				
Перевірів	Рязанцев								
Н. контр.	Нечаєв				Шестерня				045

045 Вертикально-фрезерна  
FSS-400

√ Ra 6,3



Ескіз □□

1.\*Розміри для довідок.

ТМ= МУН.

ТО= МУН.



Діюл			
Взам.			
Підл.			

Изм.	Лист	Л/докум.	Підпис	Дата	Изм.	Лист	Л/докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------	------	------	----------	--------	------

Разробив бадіи  
Перевірів Рязанцев

КНУ.КМР.131.24.1-01.Ш

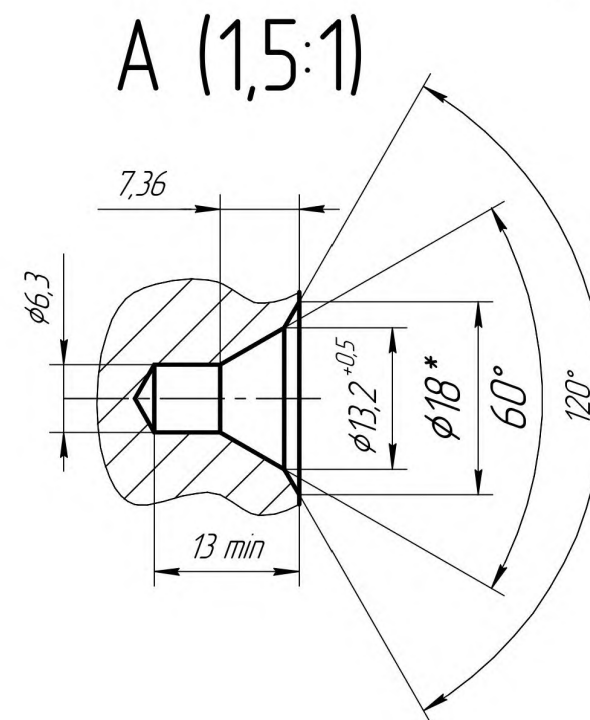
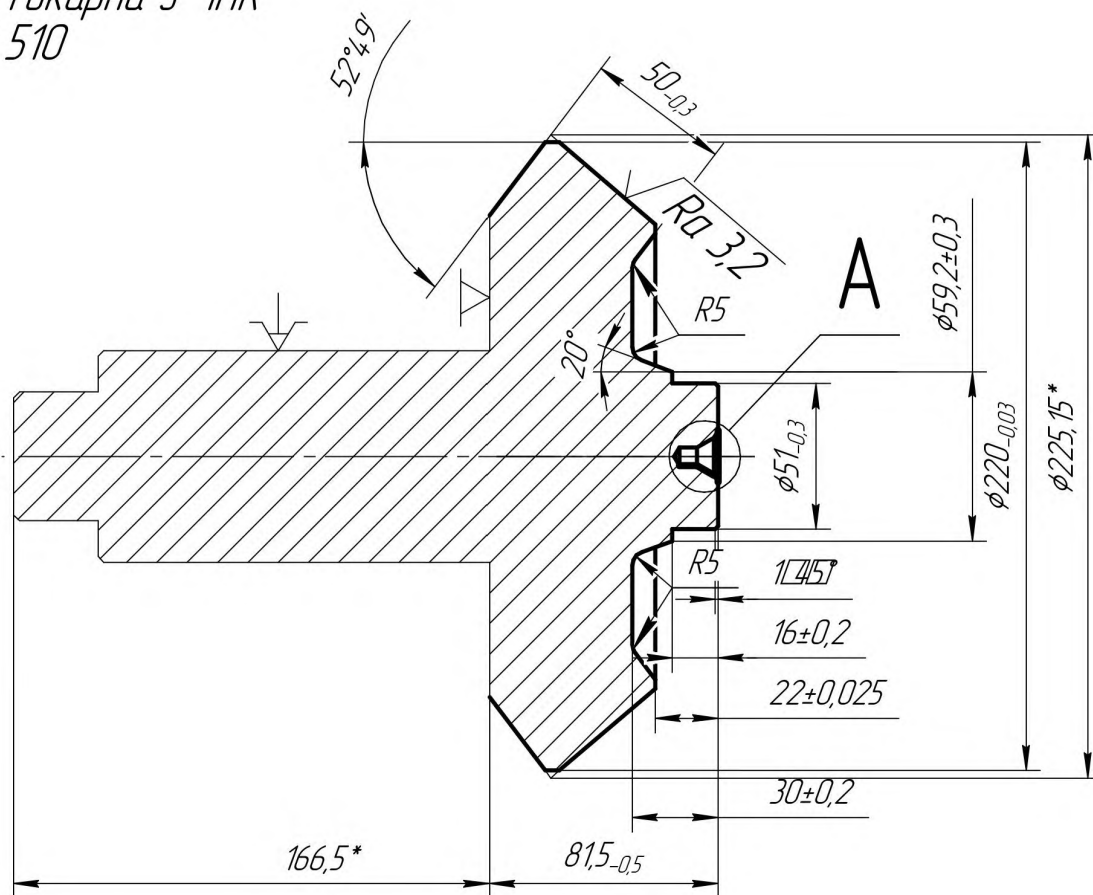
Н. контр. Нечаєв

Шестерня

050

050 Токарна з ЧПК  
СТХ 510

√ Ra 6,3



Ескіз □Б

1.\* Розміри для довідок

ТМ=

МУН.

ТО=

МУН.

Діюл			
Взам.			
Подл.			

Изм.	Лист	Додаток	Підпис	Дата	Изм.	Лист	Додаток	Підпис	Дата
------	------	---------	--------	------	------	------	---------	--------	------

Разробив *Бадіу*  
Перевірів *Рязанцев*

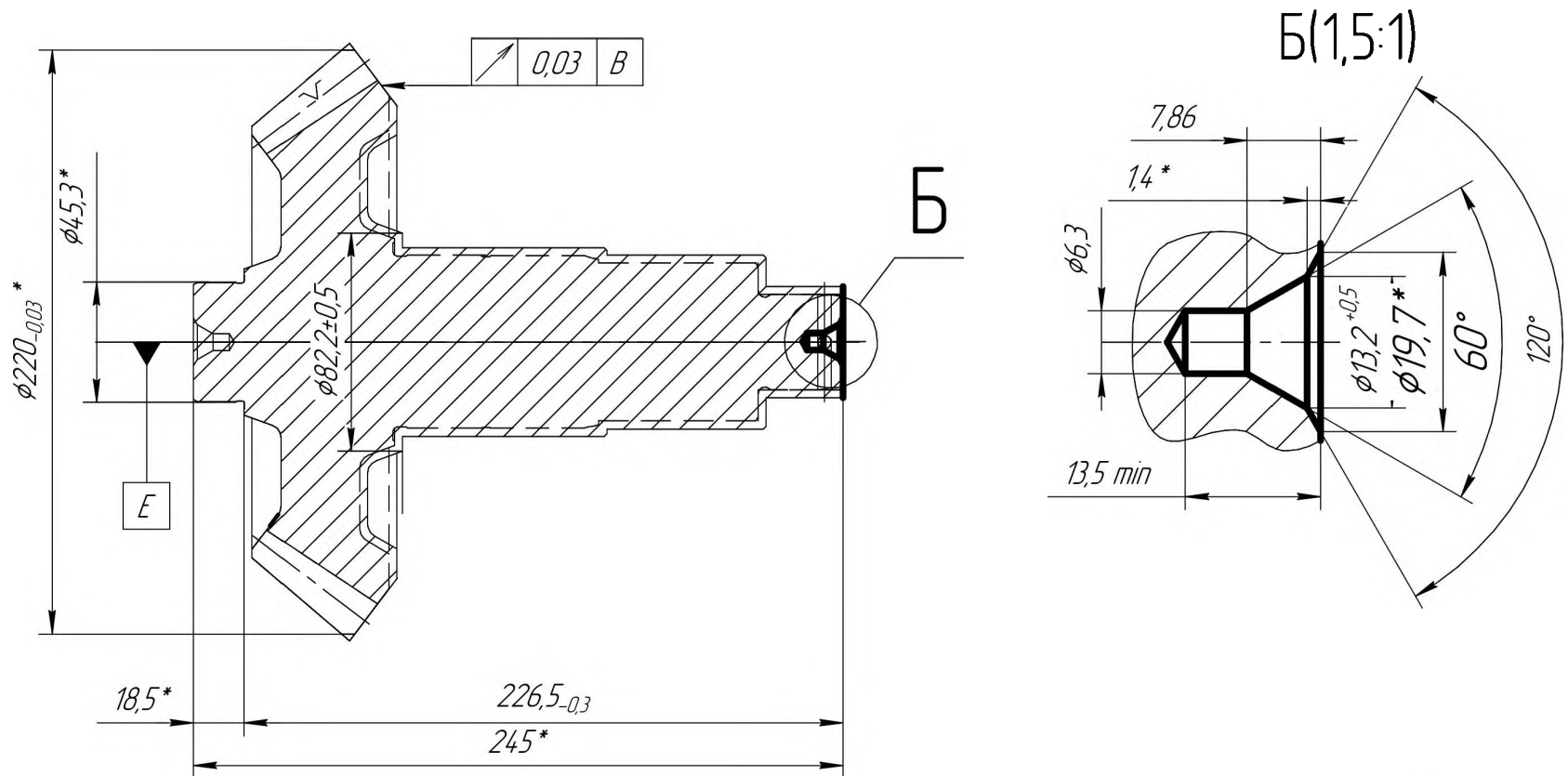
КНУ.КМР.131.24.1-01.Ш

Н. контр. *Нечаєв*

Шестерня

055

055 Токарна з ЧПКСТХ 510/Spinner



Ескіз □Б

1.\* Розміри для довідок.

ТМ= МУН.

ТО= МУН.

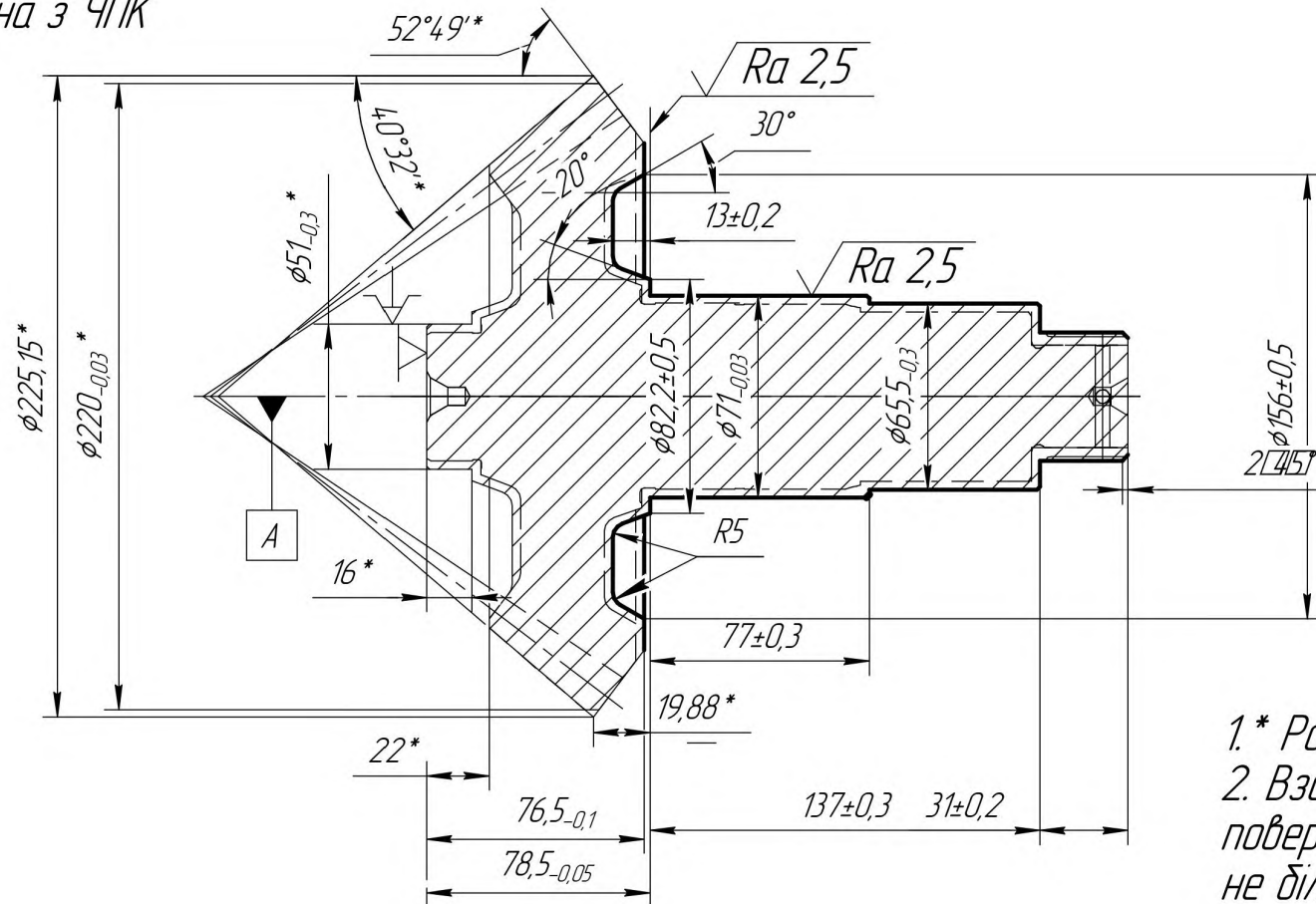
Діюл			
Взам.			
Подл.			

Изм.	Лист	Л/докум.	Підпис	Дата	Изм.	Лист	Л/докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------	------	------	----------	--------	------

Разробив	бадію				КНУ.КМР.131.24.1-01.Ш					
Перевірів	Рязанцев				Шестерня					
Н. контр.	Нечаєв									060

060Токарна з ЧПК  
СТХ 510

$\sqrt{Ra\ 6,3}$



- 1.\* Розміри для довідок.
2. Взаємне біття всіх оброблюючих поверхонь відносно бази А не більше 0,03 мм.
3. Гострі крайки притупити.

Ескіз □□

ТМ= МУН.

ТО= МУН.

Діюл			
Взам.			
Подл.			

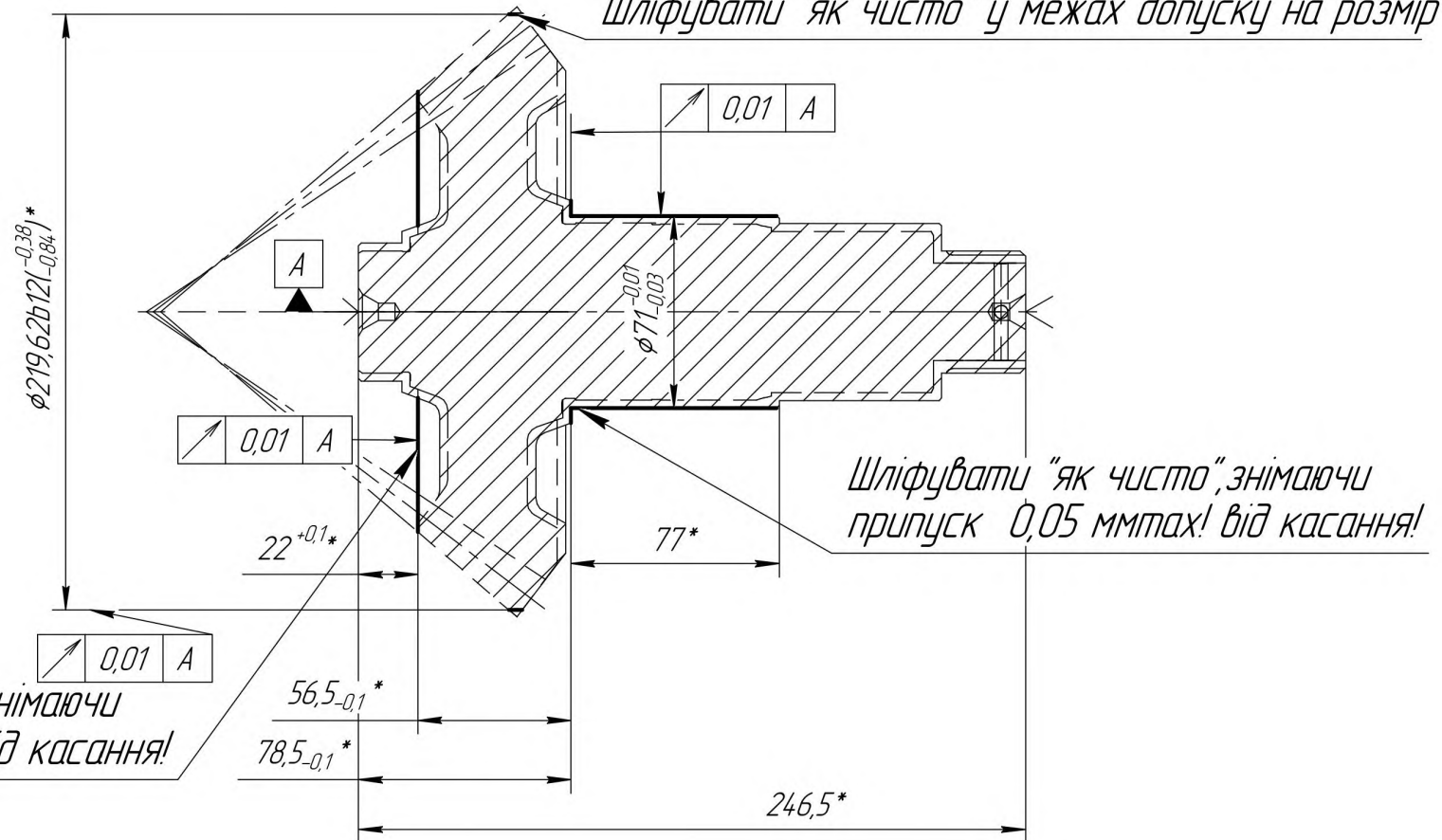
Изм.	Лист	Л/докум.	Підпис	Дата	Изм.	Лист	Л/докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------	------	------	----------	--------	------

Разробив	бадіи				КНУ.КМР.131.24.1-01.Ш				
Перевірів	Рязанцев				Шестерня				
Н. контр.	Нечаєв								065

065 Круглошліфувальна  
F11H500

√ Ra 1,6

Шліфувати "як чисто" у межах допуску на розмір



Ескіз □18□

ТМ= МУН.

ТО= МУН.

Діюл			
Взам.			
Подл.			

Изм.	Лист	Л.И.докум.	Підпис	Дата	Изм.	Лист	Л.И.докум.	Підпис	Дата
------	------	------------	--------	------	------	------	------------	--------	------

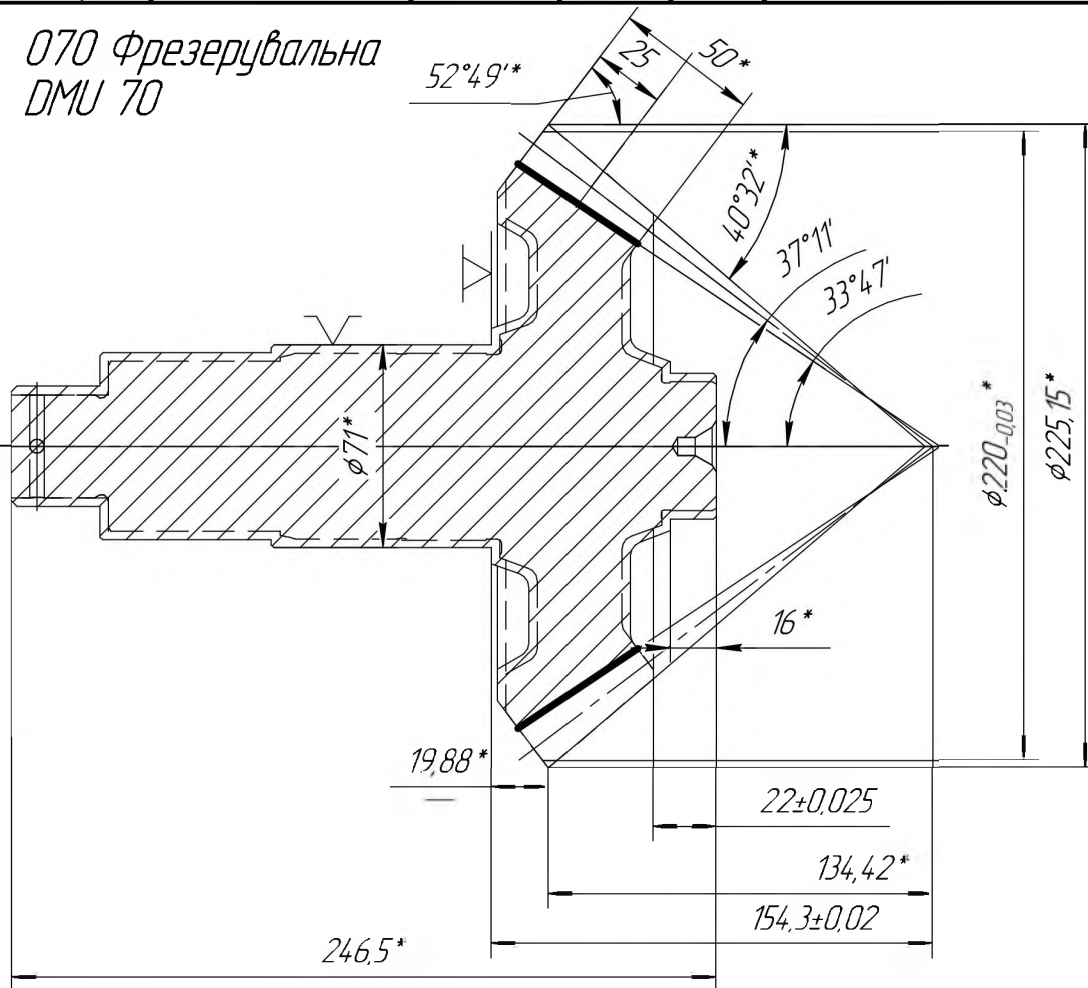
Розробив	Бадіу		
Перевішив	Рязанцев		

КНУ.КМР.131.24.1-01.Ш

Н. контр.	Нечаєв		
-----------	--------	--	--

Шестерня

070

070 Фрезерувальна  
DMU 70

Ескіз □19

Середній нормальний модуль	$m_n$	6,5	
Число зубів	$Z$	22	
Тип зуба	-	Круговий	
Осьова форма зуба по ГОСТ 193-73		II	
Середній кут нахилу зуба	$\beta_t$	$38^{\circ}$	
Направлення лінії зуба	-	праве	
Вихідний контур	-	ГОСТ 16202-81	
Коефіцієнт зміщення	$x_e$	+0,1	
Коефіцієнт зміння розрахункової товщини зуба	$x_t$	0	
Кут дільного конуса	$\delta$	$37^{\circ}11'5''$	
Номинальний діаметр зубонарізної головки	$d_0$	315	
Степень точності по ГОСТ 1758-81	-	8-7-8-B	
Товщина зуба по постійній хорді	$s_c$	$9,434_{-0,233}^{+0,143}$	
Висота до постійної хорди зуба в виміральному перерізі	$h_c$	5,268	
Допуск на діття зубчастого вінця	$F_T$	0,08	
Граничне відхилення шагу	$\pm f_{\sigma t}$	$\pm 0,022$	
Гарантований боковий зазор в передачі	$J_{n \min}$	0,160	
Відносні розміри сумарного пятна контакту в передачі	по висоті зуба по довжині зуба	- -	не менше 55% не менше 50%
Міжосьовий кут	$\Sigma$	$90^{\circ}$	
Зовнішній окружний модуль	$m_{te}$	9,622	
Кут конуса западини	$\delta_i$	$33^{\circ}47'17''$	
Зовнішній конусний розмір	$R_e$	175,127	
Середній конусний розмір	$R$	150,127	
Середній дільний діаметр	$d$	141,469	
Зовнішня висота зуба	$h_e$	17,401	
Розвод різців	$W_k$	4,3	

ТМ=

МУН.

ТО=

МУН.



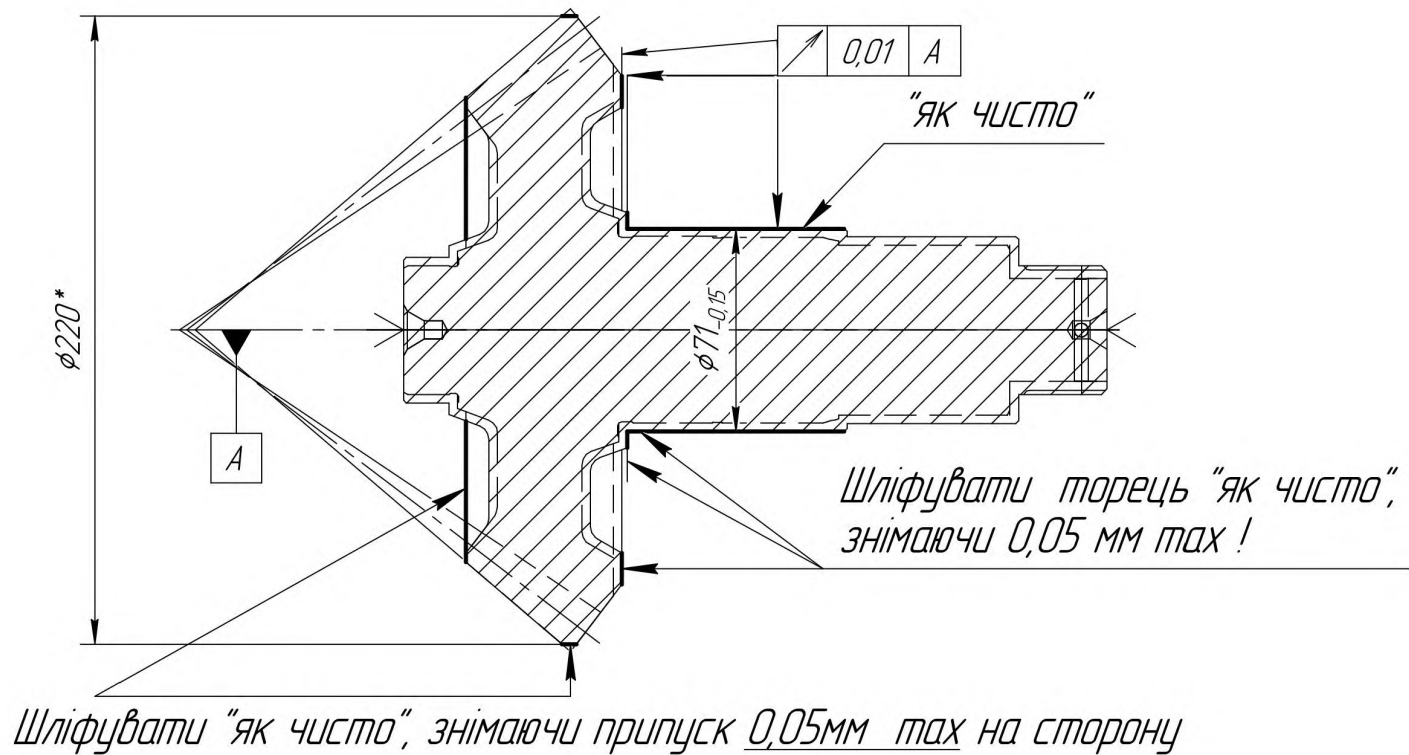
Діюл										
Взам.										
Подл.										
Разробив	Бадіу									
Перевірів	Рязанцев									
Н. контр.	Нечаєв									

КНУ.КМР.131.24.1-01.Ш

Шестерня

120

120 Круглошліфувальна  
F11H500

 $\sqrt{Ra\ 1,6}$ 


Ескіз 11

ТМ= МУН.

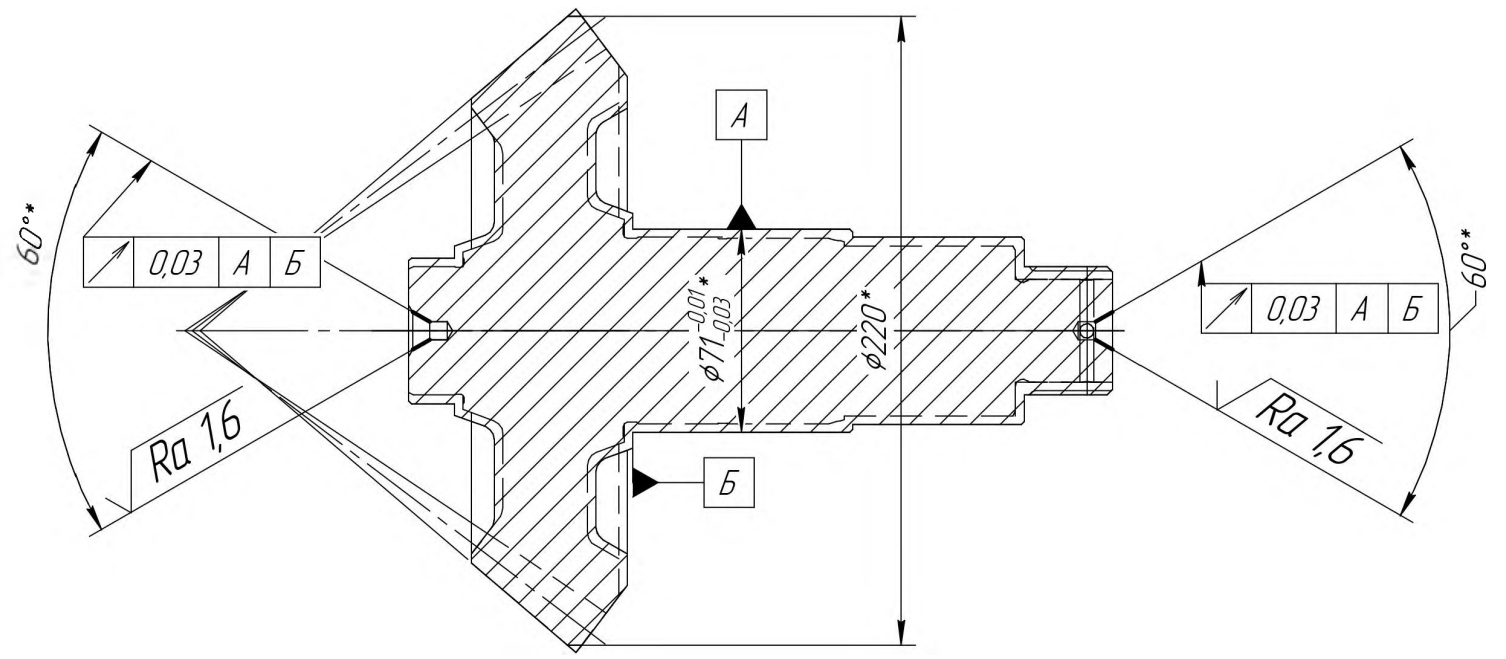
ТО= МУН.

Дил.									
Взам.									
Подл.									
				Изм.	/лист	Л/докум.	Підпис	Дата	Изм.
									Л/лист
									Л/докум.
									Підпис
									Дата
Разробив	Бадіу								
Перевішив	Рязаниєв								
Н. контр.	Нечаєв								
КНУ.КМР.131.24.1-01.Ш									
Шестерня								125	

125 Токарна  
 (Очистка, поліровка  
 центрів) згідно ескізу □12  
 с переустановкой.

√ Ra 2,5

130 Контрольна  
 Контроль виконання  
 оп.088:  
 При встановлені в вимір  
 биття  
 в центра - биття  
 по пов.А и торцю Б -  
 0,03 мм max!



Ескіз □12

	ТМ=	МУН.	ТО=	МУН.	
--	-----	------	-----	------	--



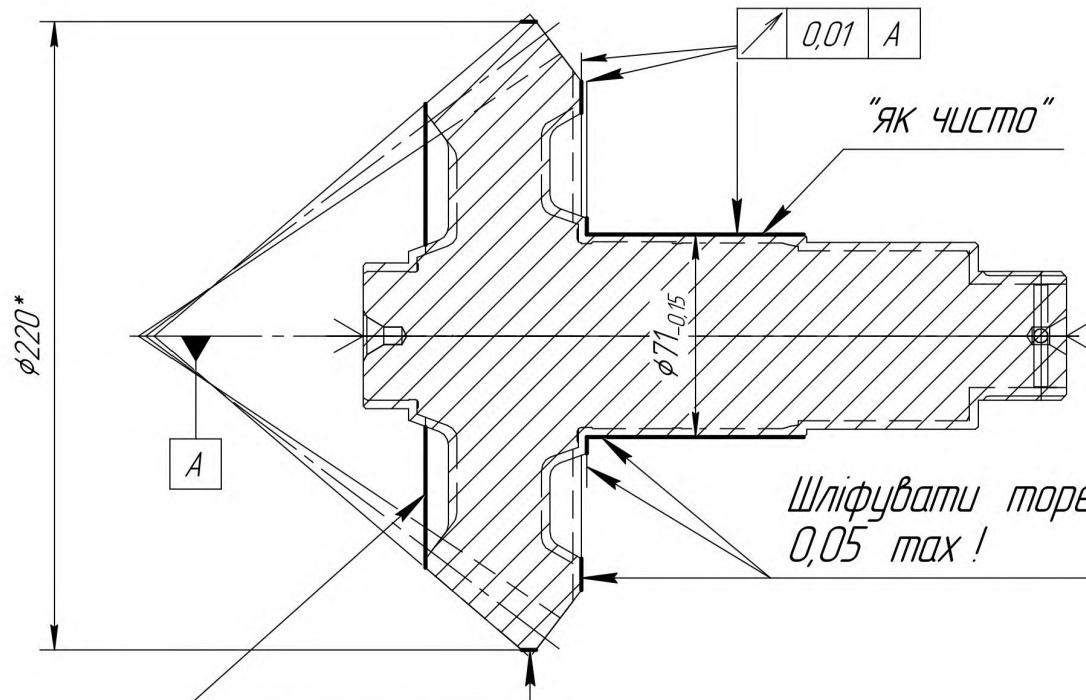
Діюл										
Взам.										
Подл.										
Разробив	Бадіу									
Перевірів	Рязанцев									
Н. контр.	Нечаєв									

КНУ.КМР.131.24.1-01.Ш

Шестерня

135

135 Круглошліфувальна  
F11H500

 $\sqrt{Ra\ 1,6}$ 


Шліфувати торець "як чисто", знімаючи  
0,05 max!

Шліфувати "як чисто", знімаючи припуск 0,05мм max на сторону

Ескіз

$T_M =$  МИН.

$T_O =$  МИН.

Дил.									
Взам.									
Подл.									
Розробив	Бадю								
Перевірив	Рязанцев								
Н. контр.	Нечаев								

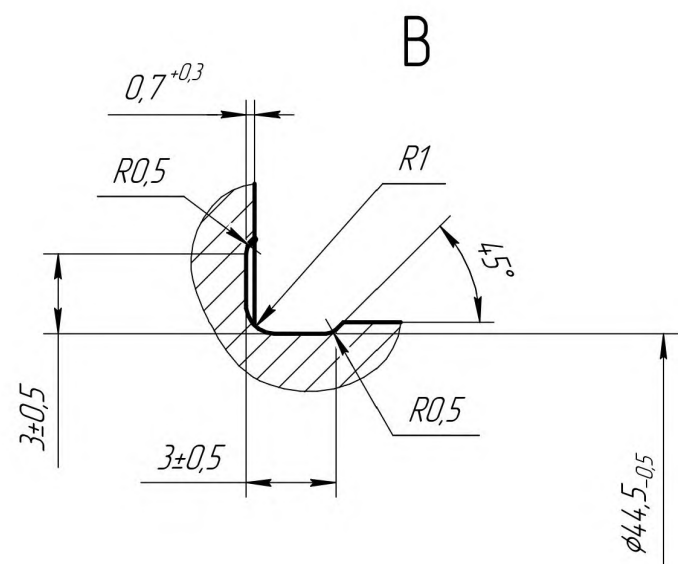
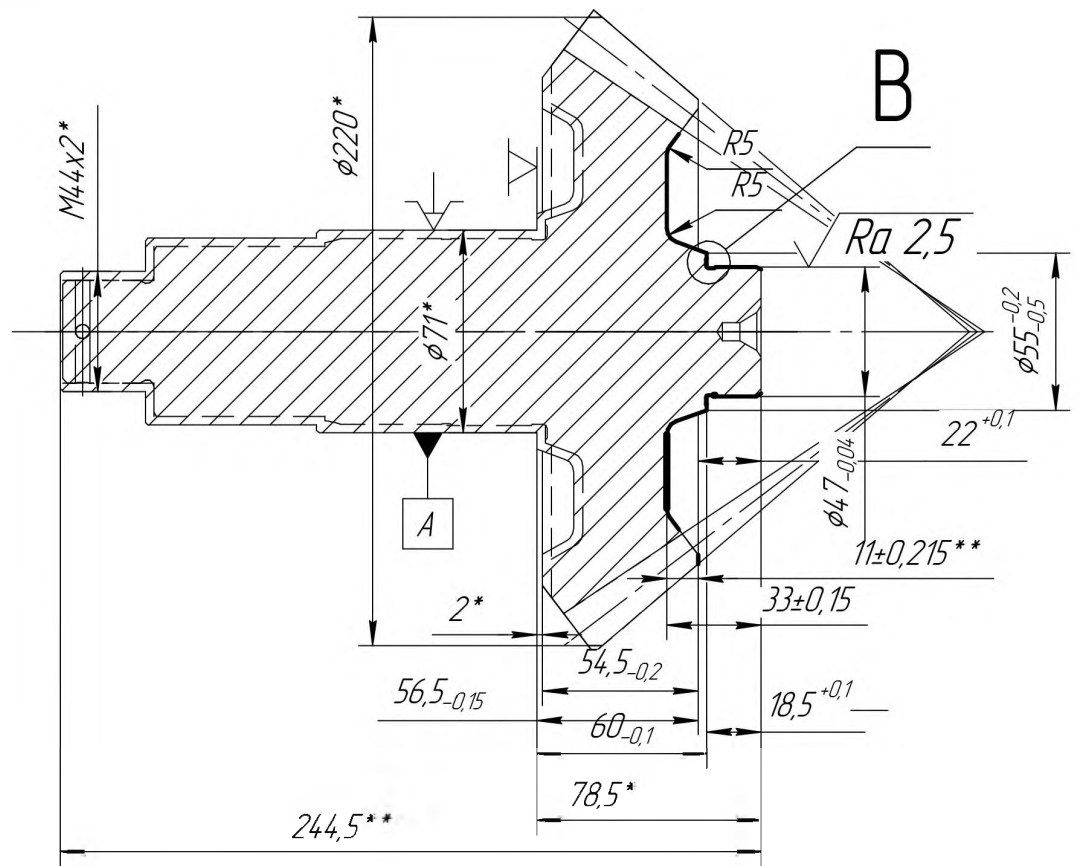
КНУ.КМР.131.24.1-01.Ш

Шестерня

140

140 Токарна з ЧПК  
СТХ 510

√ Ra 6,3



- 1.\* Розміри для довідок.
2. Взаємне диття всіх обробок пов.-нь відносно бази А не більше 0,03 мм.
3. Гострі країки притупити.

Ескіз □14

ТМ=	МУН.	ТО=	МУН.	
-----	------	-----	------	--

Дил.		
Взам.		
Підл.		

Ізм.	Лист	Літ.докум.	Підпис	Дата	Ізм.	Лист	Літ.докум.	Підпис	Дата
------	------	------------	--------	------	------	------	------------	--------	------

Розробив	Бадіу
Перевірив	Рязанцев
Н. контр.	Нечаєв

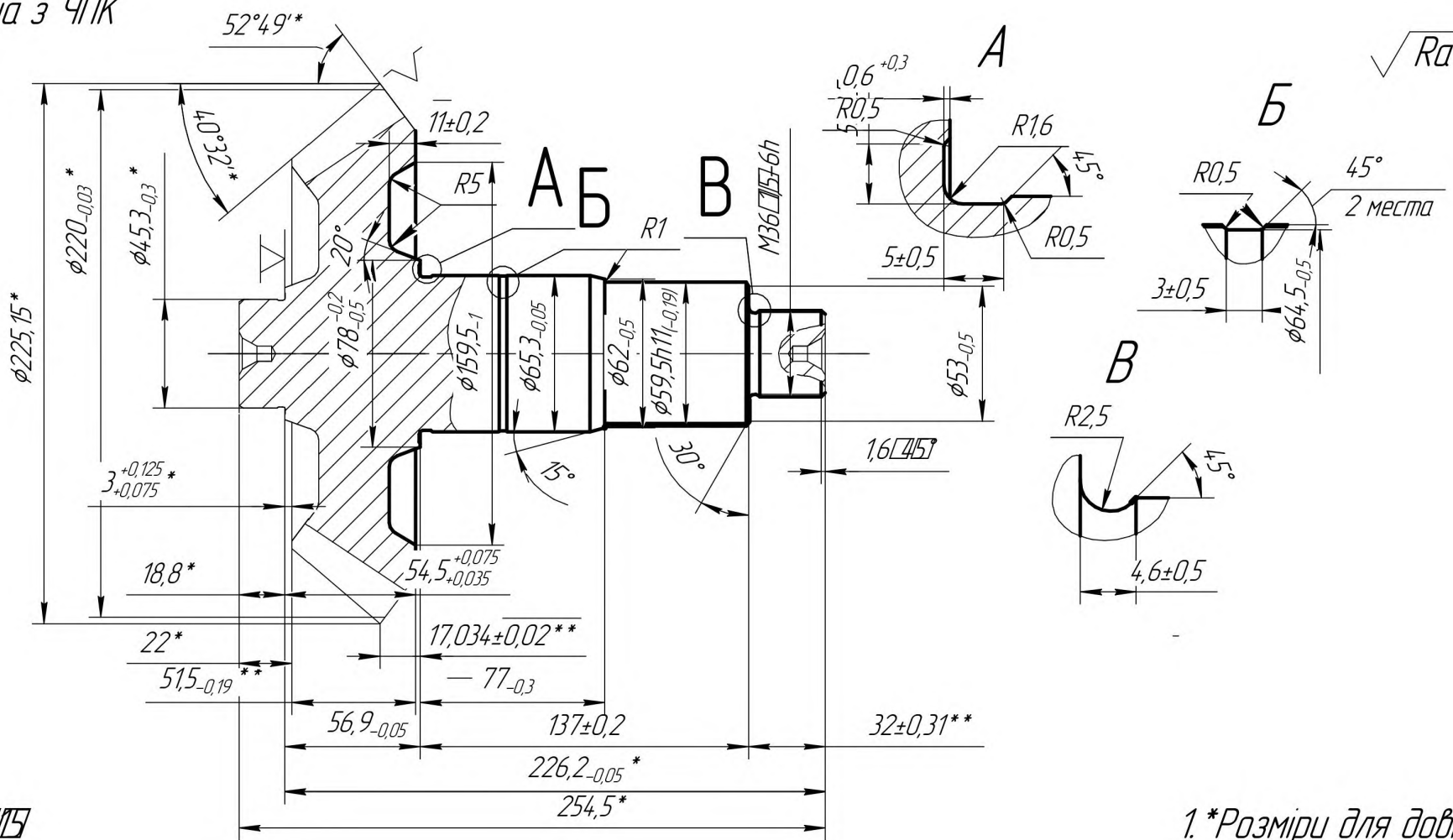
КНУ.КМР.131.24.1-01.Ш

Шестерня

145

145 Токарна з ЧПК  
СТХ 510

√Ra 6,3



Ескіз □115

1.\*Разміри для довідок.

ТМ=	МУН.	ТО=	МУН.	
-----	------	-----	------	--

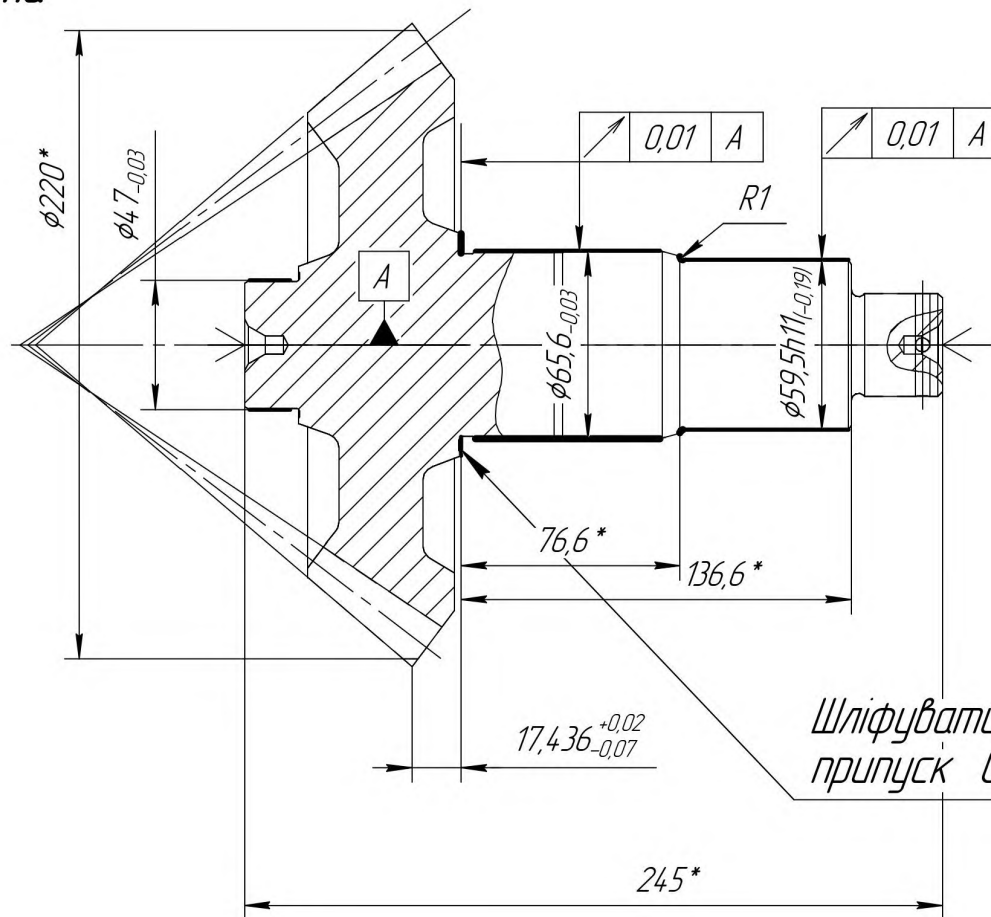
Діюл			
Взам.			
Подл.			

Изм.	Лист	Додатком.	Підпис	Дата	Изм.	Лист	Додатком.	Підпис	Дата
------	------	-----------	--------	------	------	------	-----------	--------	------

Разробив	бадіи				КНУ.КМР.131.24.1-01.Ш				
Перевірів	Рязанцев				Шестерня				
Н. контр.	Нечаєв								150

150 Круглошліфувальна  
F11H500

√ Ra 1,6



Ескіз

Шліфувати "як чисто", знімаючи  
припуск 0,05 ммmax! від касання!

1.\*Розміри для довідок.

ТМ= МУН.

ТО= МУН.

Діюл													
Взам.													
Подл.													
				Изм.	Лист	Л. док. кум.	Підпис	Дата	Изм.	Лист	Л. док. кум.	Підпис	Дата
Розробив	Бадін			КНУ.КМР.131.24.1-01.Ш									
Перевірив	Рязанцев			Шестерня									155
Н. контр.	Нечасів												

155 Шліцефрезерувальна  
(зубофрезерний верстат 53A50H)

√ Ra 3,2

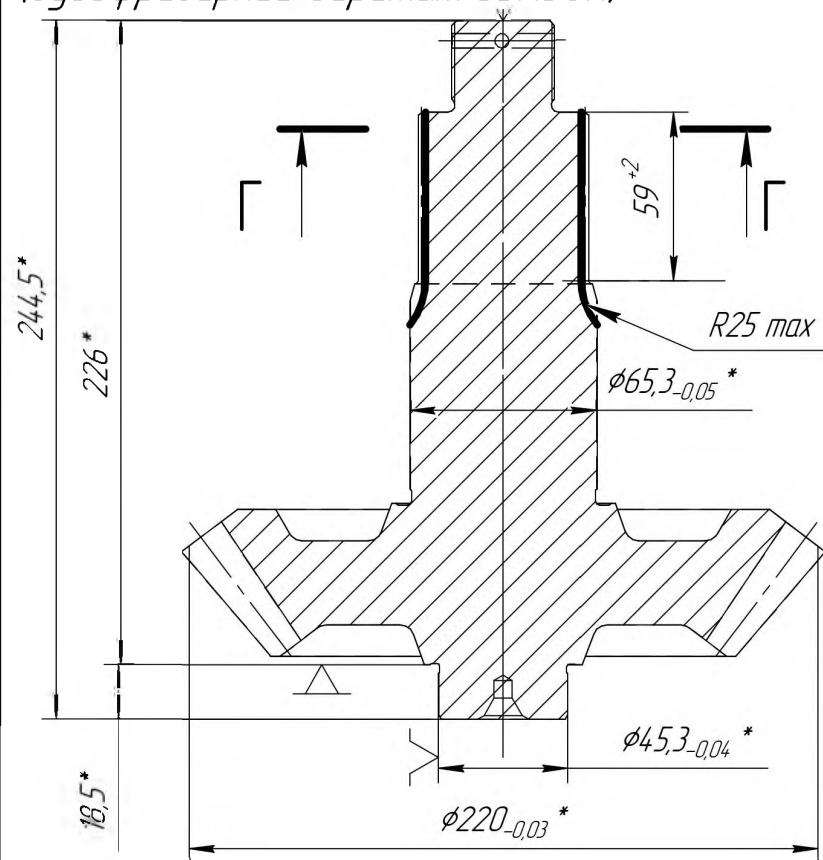
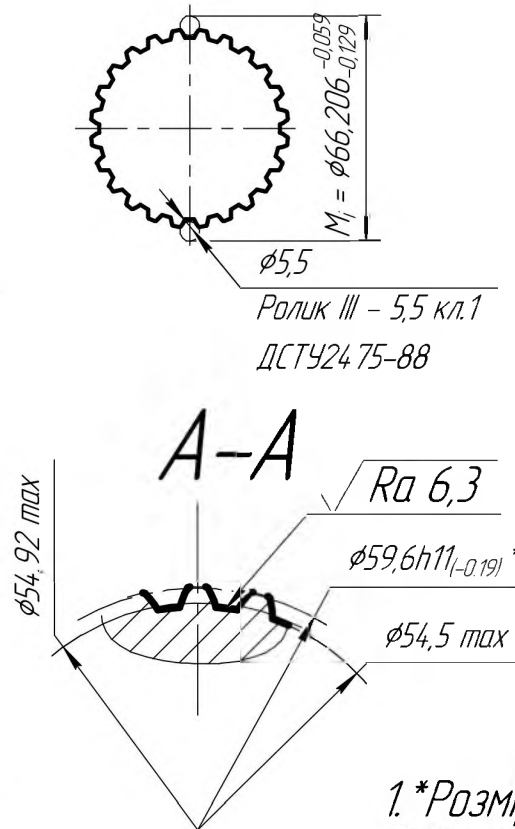


Схема контролю  
товщини зубів



Умовне позначення отвору по ДСТУ 6033-80	60x2,5x9g	
Модуль	m	2,5
Число зубів	Z	22
Кут профіля зуба	$\alpha$	30°
Зміщення вихідного контура	$X_m$	+1,125
Діаметр ролика	$D_m$	5,5
Розмір між роликами	$M_i$	66,206 <sup>-0,059</sup> <sub>-0,129</sub>
Номинальна ділильна окружна товщина зуба комплексного калібру	-	5,214
Ділильна окружна товщина зуба вала	S	5,226 <sup>-0,042</sup> <sub>-0,092</sub>
Діаметр ділильного кола	d	55

1.\* Розміри для довідок.

2. Виставити заготовку з точністю до 0,03мм

Ескіз

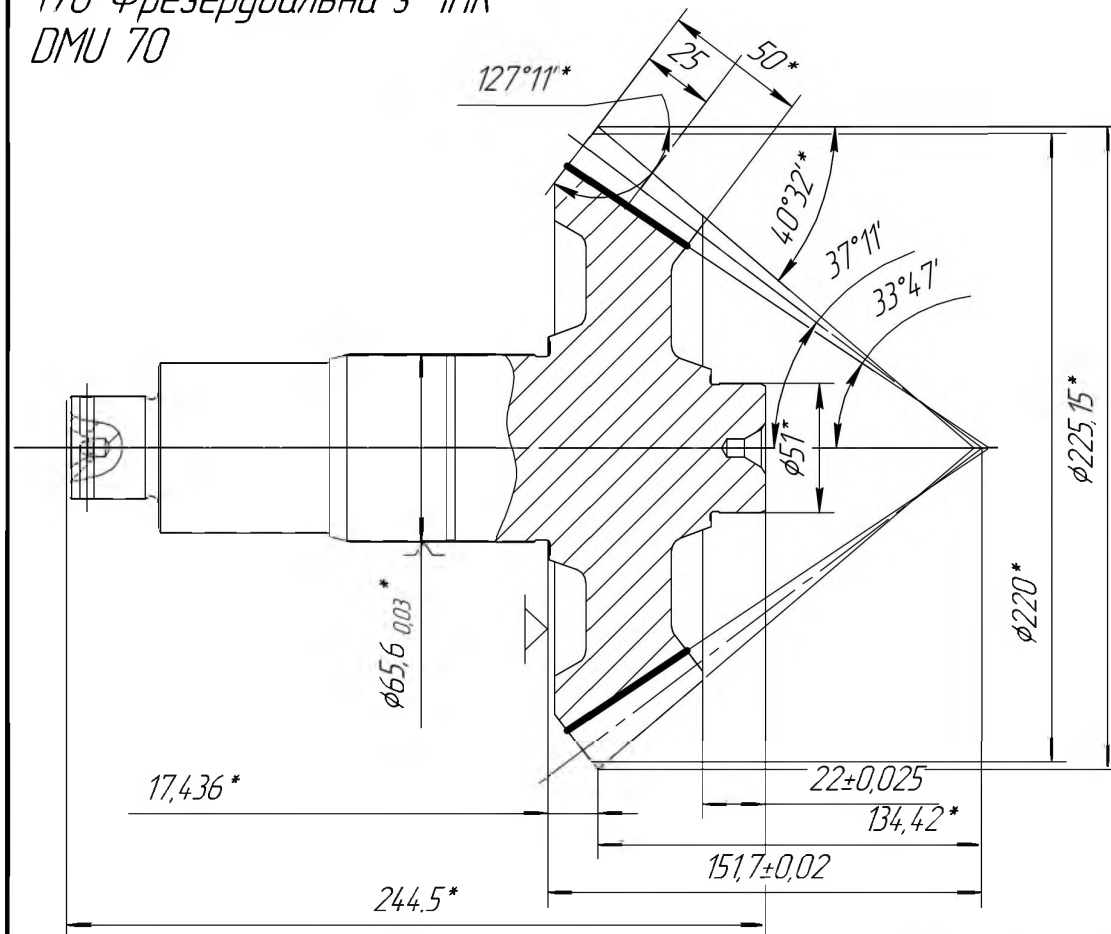
T<sub>M</sub>= МУН.

T<sub>O</sub>= МУН.

Діюл										
Взам.										
Підл.										
				Изм.	Лист	Л/Лдокум.	Підпис	Дата	Изм.	
									Лист	
									Л/Лдокум.	
									Підпис	
									Дата	
Розробив	Бадін			КНУ.КМР.131.24.1-01.Ш						
Перевірив	Рязанцев									
Н. контр.	Нечаєв			Шестерня						170

170 Фрезерувальна з ЧПК  
DMU 70

✓ Ra 1,6



Середній нормальний модуль	$m_n$	6,5
Число зубів	$Z$	22
Тип зуба	-	Крцговий
Осьова форма зуба по ГОСТ193-73		II
Середній кут нахилу зуба	$\beta_t$	38°
Напрявлення лінії зуба	-	праве
Вихідний контур	-	ГОСТ16202-81
Коефіцієнт зміщення	$x_e$	+0,1
Коефіцієнт змінення розрахункової товщини зуба	$x_t$	0
Кут ділячного конуса	$\delta$	37°11'5"
Номинальний діаметр зубонарізної головки	$d_0$	315
Степень точності по ГОСТ 1758-81	-	8-7-8-B
Товщина зуба по постійній хорді	$s_c$	9,434 <sup>-0,143</sup> <sub>-0,233</sub>
Висота до постійної хорди зуба в вимірювальному перерізі	$h_c$	5,268
Допуск на біття зубчастого вінця	$F_T$	0,08
Граничне відхилення шагу	$\pm f_{pt}$	$\pm 0,022$
Гарантований доковий зазор в передачі	$J_n \min$	0,160
Відносні розміри сумарного пляма контакту в передачі	по висоті зуба	-
	по довжині зуба	-
		не менше 55%
		не менше 50%
Міжосьовий кут	$\Sigma$	90°
Зовнішній окружний модуль	$m_{te}$	9,622
Кут конуса западини	$\delta_f$	33°47'17"
Зовнішній конусний розмір	$R_e$	175,127
Середній конусний розмір	$R$	150,127
Середній ділячний діаметр	$d$	141,469
Зовнішня висота зуба	$h_e$	17,401
Розвід різців	$W_k$	4,3

Ескіз  МВ

1.\*Розміри для довідок

	$T_M =$	МІН.	$T_O =$	МІН.	
--	---------	------	---------	------	--

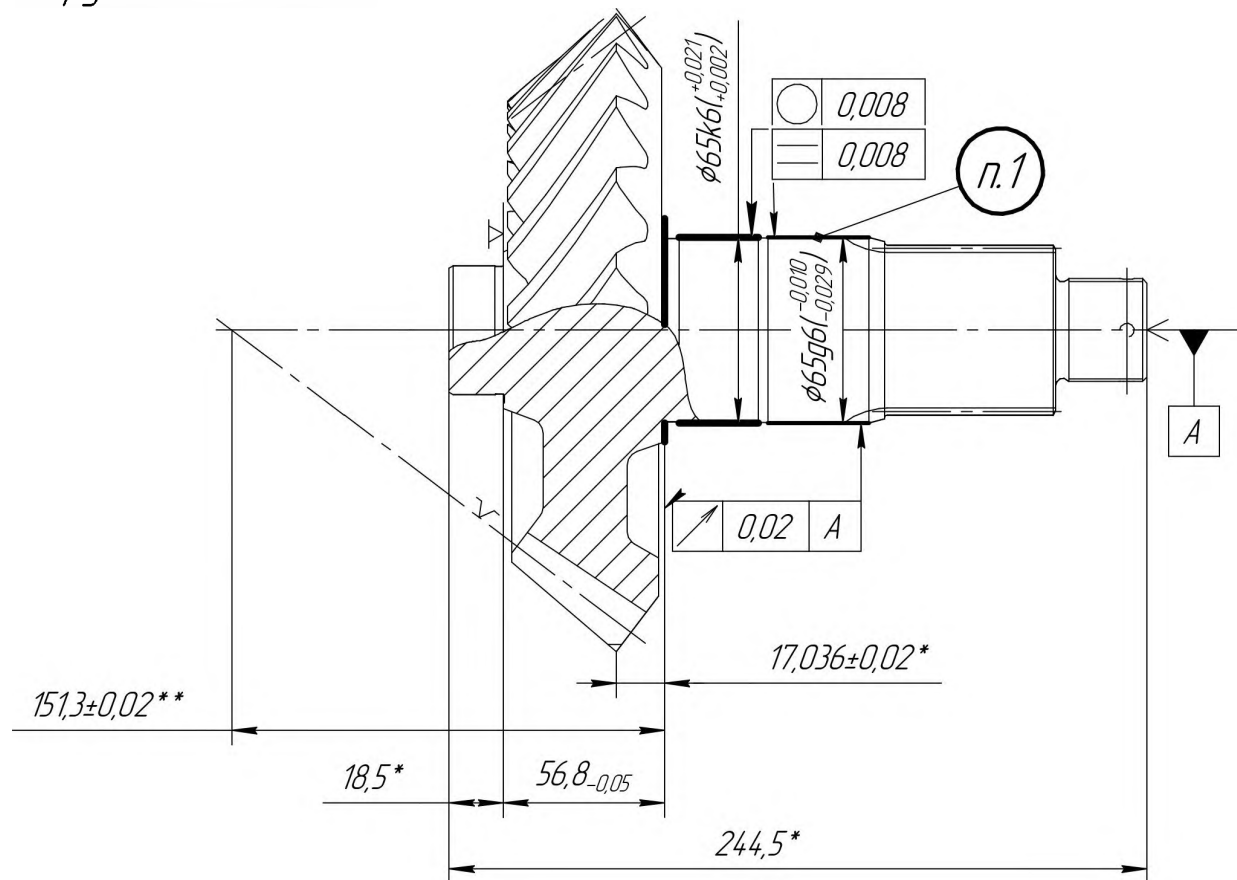
Дил.			
Взам.			
Подл.			

Изм.	Лист	Л/докум.	Підпис	Дата	Изм.	Лист	Л/докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------	------	------	----------	--------	------

Разробив	бадн			КНУ.КМР.131.24.1-01.Ш					
Перевішив	Рязанцев								
Н. контр.	Нечаев			Шестерня					205

205 Кругло-шлифовальна F11H500  
після т.о.

√ Ra 1,6



Ескіз □19

1.\*Разміри для довідок.  
2.\*\*Разміри для контролю

	ТМ=	МУН.	ТО=	МУН.		
--	-----	------	-----	------	--	--

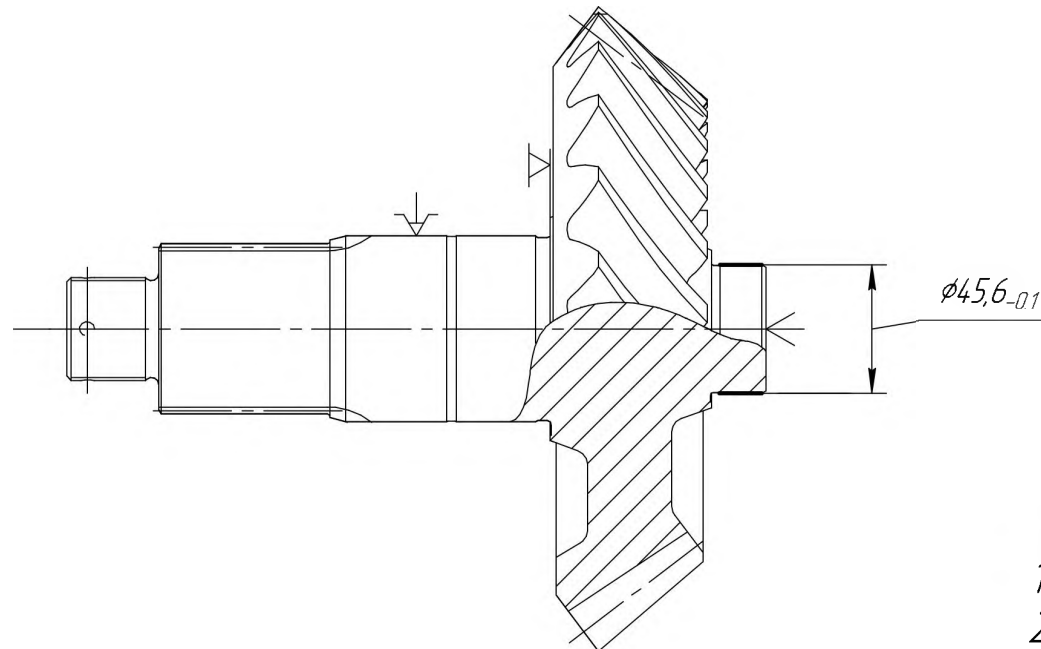
Дил.										
Взам.										
Подл.										
Розробив	Бадю									
Перевірив	Рязанцев									
Н. контр.	Нечасев									210

КНУ.КМР.131.24.1-01.Ш

Шестерня

210 Токарна з ЧПК  
СТХ 510

√ Ra 3,2



1. \* Розміри для довідок.
2. \*\* Розміри для контролю.
3. Гострі краї притупити фасками 0,3...0,4x45°.

Ескіз □20

ТМ=

МУН.

ТО=

МУН.



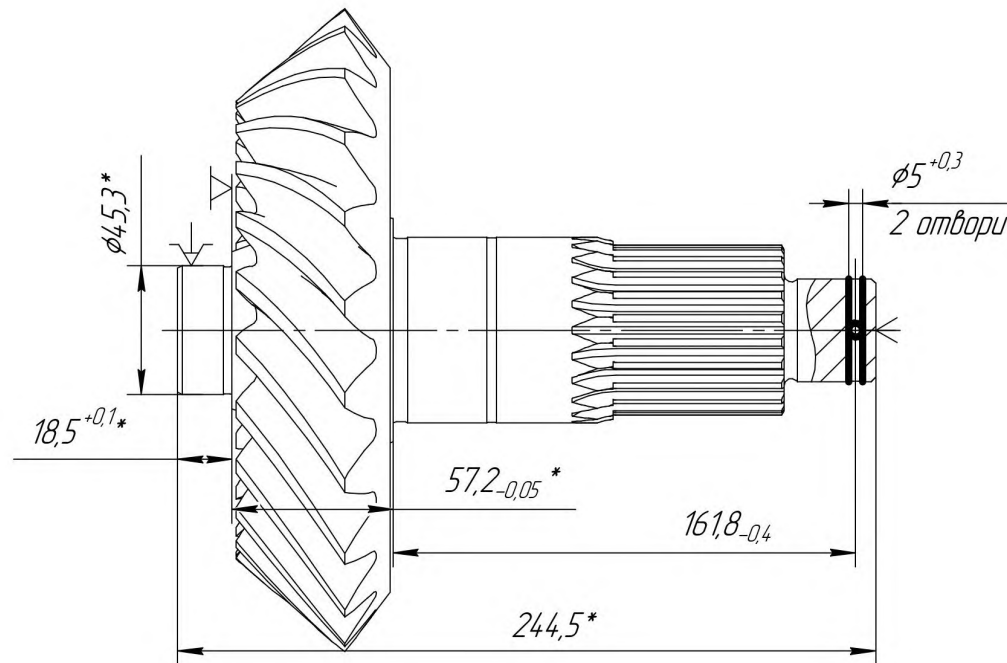
Діал			
Взам.			
Подл.			

Изм.	Лист	Додаток	Підпис	Дата	Изм.	Лист	Додаток	Підпис	Дата
------	------	---------	--------	------	------	------	---------	--------	------

Разробив	Бадіу				КНУ.КМР.131.24.1-01.Ш					
Перевірів	Рязанцев									
Н. контр.	Нечаєв				Шестерня					
										215

215 Свердлильна  
(Вертикально-фрезерний)

√ Ra 6,3



Ескіз

1.\* Розміри для довідок.

ТМ= МУН.

ТО= МУН.

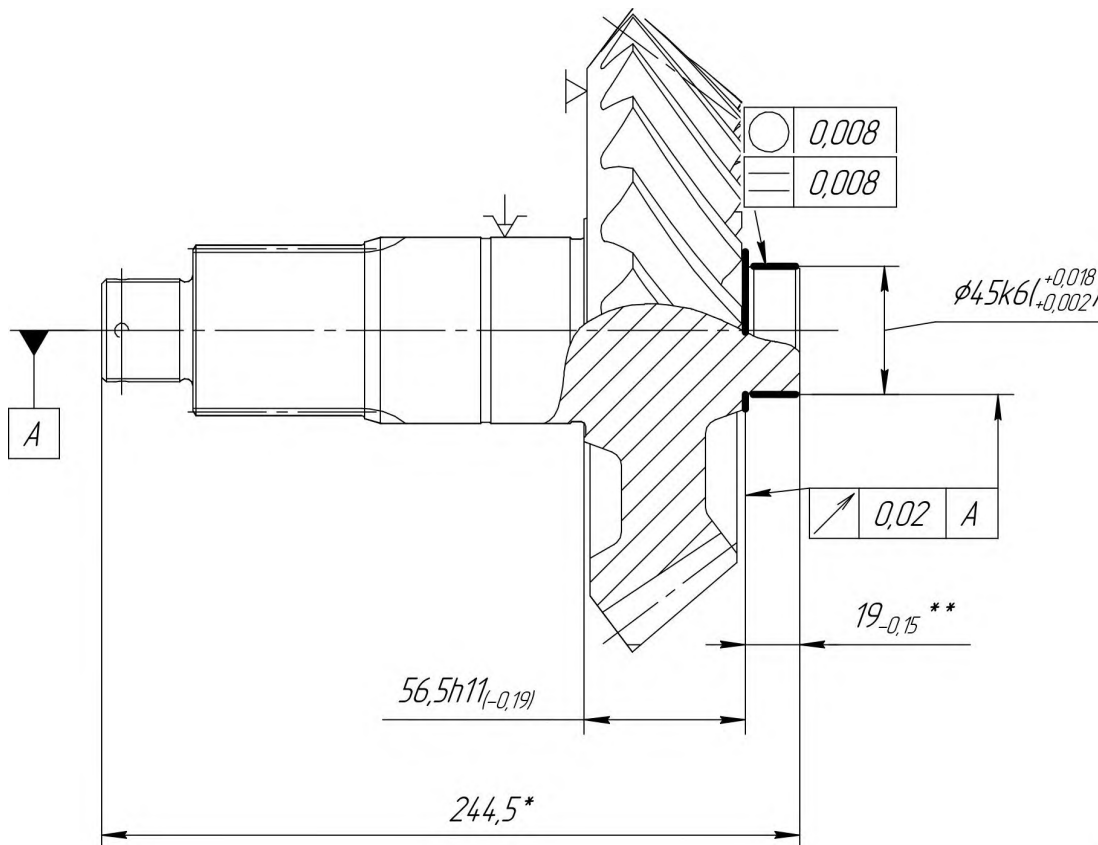
Діюл			
Взам.			
Подл.			

Изм.	Лист	Л/докум.	Підпис	Дата	Изм.	Лист	Л/докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------	------	------	----------	--------	------

Розробив	бадіи			КНУ.КМР.131.24.1-01.Ш					
Перевішив	Рязанцев								
Н. контр.	Нечасев			Шестерня					220

220 Круглошліфувальна  
F11H500

√ Ra 1,6



Ескіз □□□

- 1.\* Розміри для довідок.
- 2.\*\* Розмір для контролю.

	ТМ=	МУН.	ТО=	МУН.		
--	-----	------	-----	------	--	--

ДОДАТОК Б

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-01.Д</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>ДОДАТОК Б</i>	<i>Лит.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Разроб.</i>	<i>Бабій</i>					<i>Н</i>	<i>1</i>	
<i>Перевір.</i>	<i>Рязанцев</i>							
<i>Н. Контр.</i>	<i>Нечаєв</i>							
<i>Затверд.</i>	<i>Рязанцев</i>							
						<i>Кафедра ТМ гр. ПМ-23м</i>		

Дубл.			
Взам.			
Подл.			


1

	Передача головна		

Затверджено:

"\_\_" \_\_\_\_\_ 202\_г.

# КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТІВ

## НА ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС СКЛАДАННЯ

Розробила \_\_\_\_\_ Бабій Н.О.  
"\_\_" \_\_\_\_\_ 202\_г.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Дубл.																							
Взам.																							
Подл.																							
1																							
Разраб.	Бабій																						
Провер.	Разянцев																						
Нормиров.																							
Нач. ОТК																							
Н.контр.	Передача головна																						
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции								Обозначение документа										
Б	Код,наименование,оборудования								СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.				
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала								Обозначение,код								ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.		
А				005	Комплектування								ИОТ-4										
О	<i>Комплектувати згідно креслення</i>																						
А				010	Очистна								ИОТ-4										
О	<i>Примити деталі спиртом, продути стисненим повітрям</i>																						
А				015	Контроль								ИОТ-4										
О	<i>Перевірити наявність та правильність оформлення супровідної документації, якість комплектуючих.</i>																						
А				020	Слюсарно-збиральна								ИОТ-4										
О	<i>1. Встановити на плиту ручного гідропресу підкладне кільце, встановити торець Ø45к6 шестерні поз.11 на підкладне кільце</i>																						
	<i>2. Встановити нагріту в низькотемпературній печі внутрішню обойму підшипника поз.17. Запресувати до упору в торець Ø65к6.</i>																						
<b>МК/МОК</b>   Маршрутно-операційна карта																							
2																							

А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции						Обозначение документа									
Б	Код,наименование,оборудования						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.			
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала						Обозначение,код						ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.			
О	3. Заміряти відстань між зовнішніми обоймами підшипників поз.17 у муфті поз.2 та товщину кільця поз.7.																			
	4. Розрахувати товщину набору прокладок регулювальних поз.10, яка має становити різницю значень вимірів з переходу 3 збільшену на 2мм.																			
	5. Встановити набір прокладок розрахований з переходу 4 (поз.10), кільце поз.7.																			
	6. Встановити муфту поз.2, внутрішню обойму підшипника поз.17. Запресувати до упору в торець кільця поз.7.																			
	7. Встановити складання в лещата, закріпити.																			
	8. Встановити кільце маслосгінне поз.8 відповідне виконанню передачі головної (напис на кільці маслосгінному повинна бути видна).																			
	9. Встановити фланець поз.3, шайбу поз.12, закріпити гайкою поз.6. При затягуванні гайки провертати муфту поз.2 для того, щоб ролики прийняли правильне положення.																			
	10. Гайку поз.6 затягнути моментом $(300+100)Н*м$ ( $(30+10)кгс*м$ ).																			
	11. Перевірити момент опору обертання (муфти поз.2 щодо шестерні поз.11), який має бути в межах $(2...2,8)Н*м$ ( $(0,2...0,28)кгс*м$ ).																			
	12. Для зміни кількості регулювальних прокладок виконати розбирання у зворотному порядку переходу 10...5.																			
	13. Змінити кількість прокладок регулювальних поз.10																			
	14 Повторити переходи 5...11.																			
	Переходи 12, 13, 14 виконувати за потреби.																			
	15. Відкрити гайку поз.6, демонтувати шайбу поз.12, фланець поз.3, кільце маслосгінне поз.8.																			
	16. Нанести тонкий шар герметика на місце встановлення прокладки поз.9.																			
	17. Встановити прокладку поз.9 нанести тонкий шар герметика на прокладку.																			
<b>МК/МОК</b>											Маршрутно-операційна карта									

А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции						Обозначение документа								
Б	Код,наименование,оборудования						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.		
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала						Обозначение,код						ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.		
О	18. Маркувати виконання основне – цифра 1; -01 - цифра 4. Встановити кільце маслосгінне поз.8 відповідного виконання (напис на кільці маслосгінному має бути видно).																		
	19. У порожнині А між робочими кромками манжет закласти, а робочі поверхні та пружини манжет змастити мастилом																		
	20. Змастити шліци шестерні поз.11 та фланця поз. 3 тонким шаром герметика "ABRO RED" RTV Silicone/																		
	21. Встановити кришку поз.21, шайби поз.15, поз.18, закріпити гайками поз.19. Маркувати цифру виконання.																		
	22. Змастити західну фаску та діаметр під манжети фланця поз.3 тонким шаром мастила.																		
	23. Встановити фланець поз.3, провертання муфти поз.2 забезпечити установку без загортання манжет кришки поз.21.																		
	24. Встановити шайбу поз.12, закріпити гайкою поз.6. При затягуванні гайки провертати муфту поз. ролики прийняли правильне становище.																		
	25. Гайку поз.14 затягнути моментом $(300+100)Н*м$ $((30+10)кгс*м)$ .																		
	26. Перевірити момент опору обертання (муфти поз.2 щодо шестерні поз.11), який має бути в межах $(2...2,8)Н*м$ $((0,2...0,28)кгс*м)$ .																		
	27. Встановити шплінт поз.20. Розвести кінці штифта на межі гайки поз.6.																		
	28. Встановити кільце проставки на плиту ручного гідравлічного преса, встановити складання фланцем поз.3 на проставкове кільце.																		
	29. Напресувати підшипник поз.16. Навантаження прикладати до внутрішньої обойми підшипника.																		
<b>МК/МОК</b> Маршрутно-операційна карта																			

														4							
A	Цех	Уч.	PM	Опер.	Код,наименование операции					Обозначение документа											
Б	Код,наименование,оборудования										СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала					Обозначение,код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.						
А				020	Контроль					ИОТ-4											
О	1. Перевірити правильність складання, відповідність маркірування.																				
	2. Наявність герметика за контуром прокладки поз.9																				
	3. Запевнити в карті збирання момент стругування підшипників та момент затягування гайки поз.6.																				
МК/МОК	Маршрутно-операційна карта													5							



ДОДАТОК Б

					<b>КНУ.КМР.131.24.1-01.Д</b>			
<b>Зм.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>	<b>ДОДАТОК Б</b>	<b>Літ.</b>	<b>Арк.</b>	<b>Аркушів</b>
<b>Розроб.</b>	<b>Бабій</b>					<b>Н</b>	<b>1</b>	
<b>Перевір.</b>	<b>Рязанцев</b>							
<b>Н. Контр.</b>	<b>Нечаєв</b>							
<b>Затверд.</b>	<b>Рязанцев</b>							
						<b>Кафедра ТМ</b> <b>зр ПМ-23м</b>		

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Сборочные единицы</i>						
		1	КНУ.КМР.131.24.1-01.03К	Кришка	1	
		2	КНУ.КМР.131.24.1-01.03М	Муфта	1	
		3	КНУ.КМР.131.24.1-01.03Ф	Фланец	1	
<i>Детали</i>						
		6	КНУ.КМР.131.24.1-01.03Г	Гайка	1	
		7	КНУ.КМР.131.24.1-01.03К	Кільце	1	
		8	КНУ.КМР.131.24.1-01.03.КМ	Кільце маслозгінне	1	
		9	КНУ.КМР.131.24.1-01.03.П	Прокладка	1	
		10	КНУ.КМР.131.24.1-01.03.ПР	Прокладка регулююча	2	
		11	КНУ.КМР.131.24.1-01.03.Ш	Шайба	1	
		12	КНУ.КМР.131.24.1-01.Ш	Шестерня	1	
<i>Стандартные изделия</i>						
		15		Гайка M10-6H DIN 934	6	
		16		Підшипник 42209A ISO 199:2023	1	
		17		Підшипник 7313A ISO 335:2019	2	
		18		Шайба 10 DIN 127	6	
		19		Шайба A.10.37 DIN 125	6	
		20		Шпінт 6,3x6,3,4 DIN 94	1	
<b>КНУ.КМР.131.24.1-01.03.СК</b>						
Изм.	Лист	Докум.	Подп.	Дата		
Разраб.	Бадіу				Лит.	Лист
Пров.	Рязанцев					Листов
Н.контр.	Нечаев					1
Утв.	Рязанцев				Кафедра ТМ гр. ПМ-23М	

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Документация</u>						
			КНУ.КМР.131.24.1-01.05.ПВ	Збірне креслення		
<u>Сборочные единицы</u>						
		1	КНУ.КМР.131.24.1-01.05.К	Корпус	1	
<u>Детали</u>						
		2	КНУ.КМР.131.24.1-01.05.П	Перехідник	1	
		3	КНУ.КМР.131.24.1-01.05.Г	Гайка М4х2	1	
		4	КНУ.КМР.131.24.1-01.05.Ц	Центровик	1	
		5	КНУ.КМР.131.24.1-01.05.БВ	Болт верстатний	4	
		6	КНУ.КМР.131.24.1-01.05.ГБ	Гайка з буртиком М12	4	
		12	КНУ.КМР.131.24.1-01.05.П	Перехідник	1	
		13	КНУ.КМР.131.24.1-01.05.Г	Гайка М36х1,5	1	
<u>Стандартные изделия</u>						
		7		Шпонка 7031-0605 DIN 6885	1	
		8		Винт М5-6дх16 ISO 21269	1	
		9		Винт М10-6дх35 ISO 21269	6	
		10		Винт М6-6дх16 ISO 21269	4	
<b>КНУ.КМР.131.24.1-01.05.ПВ</b>						
Изм.		Лист	№ док.им.	Подп.	Дата	
Разраб.		Бабій				
Проб.		Рязанцев				
Н.контр.		Нечаев				
Утв.		Рязанцев				
<b>Пристосування верстатне</b>				Лит.	Лист	Листов
						1
<b>Кафедра ТМ гр. ТМ-23м</b>						

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	кол.	Примечание
<u>Документация</u>						
			КНУ.КМР.131.24.1-01.05.3Б	Збірне креслення		
<u>Детали</u>						
А3		1	КНУ.КМР.131.24.1-01.05.К	Корпус	1	
А4		2	КНУ.КМР.131.24.1-01.05.Ф	Фланець	1	
А4		3	КНУ.КМР.131.24.1-01.05.Е	Экран	1	
А4		4	КНУ.КМР.131.24.1-01.05.П	Прижим	2	
А4		5	КНУ.КМР.131.24.1-01.05.В	Втулка	1	
А4		6	КНУ.КМР.131.24.1-01.05.НС	Наконечник сферич. R5	1	
<u>Стандартные изделия</u>						
		7		Винт А.М5-6gx8 ДСТУ 17473:2008	5	
<b>КНУ.КМР.131.24.1-01.05.ПК</b>						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разрад.	Едлі					
Пров.	Рязанцев					
Н.контр.	Нечасів					
Утв.	Рязанцев					
<b>Приспосовання контрольне</b>					Лист	Лист
						1
					Кафедра ТМ гр. ПМ-23м	
					Формат	А4

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

**АЛЬБОМ КРЕСЛЕНЬ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-ЗАСВІДЧУЮЧИХ  
АРКУШІВ**

до кваліфікаційної магістерської роботи

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка

на тему: Розробка інноваційних процесів конструкторсько -  
технологічної підготовки виготовлення деталі «Шестерня» головної  
передачі вантажного автомобіля КрАЗ – 260 з використанням САПР  
технологій

Виконала магістрантка гр. ПМ-23м

\_\_\_\_\_ (підпис)

Бабій Н.О.

Керівник КМР

\_\_\_\_\_ (підпис)

Рязанцев А.О.

Нормоконтроль

\_\_\_\_\_ (підпис)

Нечаєв В.П.

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ (підпис)

Рязанцев А.О.

Кривий Ріг  
2024 р.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Креслення		
A1			КНУ.КМР.131.24.1-01.Ш	Шестерня	1	
A1			КНУ.КМР.131.24.1-01.ЕО	Ескізи операцій	2	
A3			КНУ.КМР.131.24.1-01.КШ	Шестерня (штамповка)	1	
A2			КНУ.КМР.131.24.1-01.СК	Складальне креслення	1	
A1			КНУ.КМР.131.24.1-01.ВІН	Верстатно-інструментальне налагоджування	1	
A3			КНУ.КМР.131.24.1-01.05.ПВ	Пристосування верстатне	1	
A3			КНУ.КМР.131.24.1-01.05.ПК	Пристосування контрольне	1	
A1			КНУ.КМР.131.24.1-01.06.ПЦ	План цеху	1	
A2			КНУ.КМР.131.24.1-01.07.НЧ	Наукова частина	1	

Перв. примен.

Справ.

Подп. и дата

Взам. инв.

Подп. и дата

Инв.

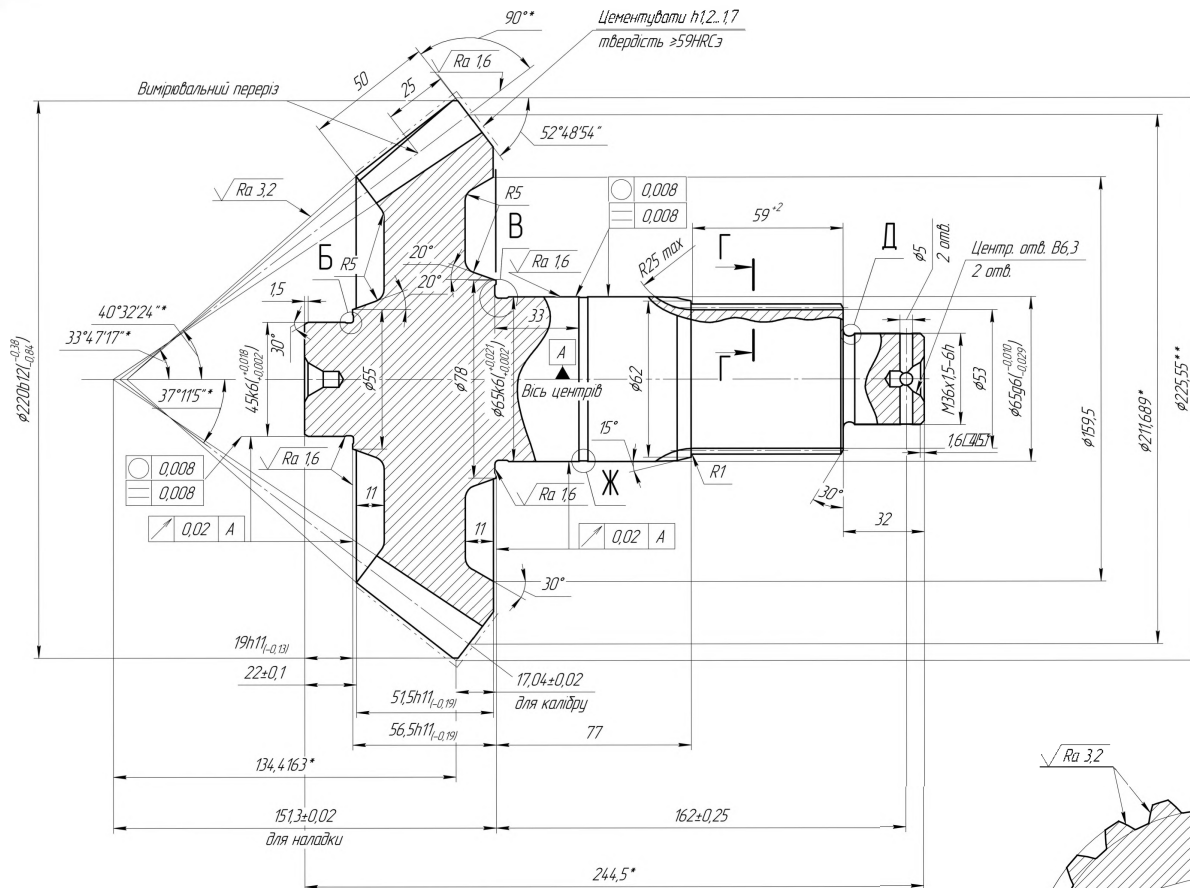
КНУ.КМР.131.24.1-01.ВІЗА

Изм.	Лист	Сл.доким.	Подп.	Дата
Разрад.		Бадіу		
Пров.		Рязанцев		
Н.контр.		Нечаев		
Утв.		Рязанцев		

Відомість інформаційно-засвідчуючих аркушів

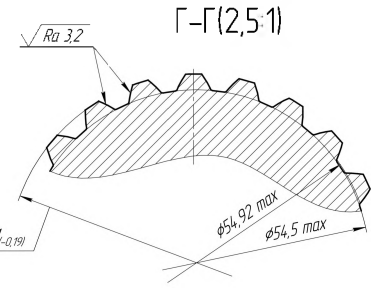
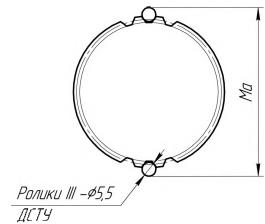
Лит.	Лист	Листов
Н	1	1

Кафедра ТМ  
гр. ПМ-23м

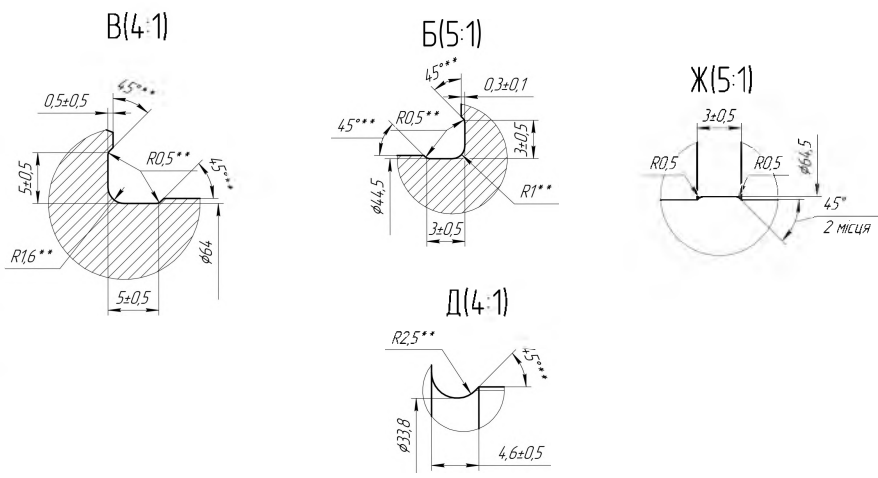


Умовне позначення вала	-	60x2,5x9г
Модуль	m	2,5
Число зубів	z	22
Кут профіля зуба	a	30°
Зміщення вихідного контура	X <sub>ит</sub>	+1,25
Діаметр ролика	D <sub>ит</sub>	5,5
Розміри по роликам	Ma	66,206 <sup>+0,008</sup> <sub>-0,009</sub>
Номинальний діаметр кола ширини западини комплексного кінця	-	5,214
Діаметр кола товщини зуба вала	s	5,266 <sup>+0,042</sup> <sub>-0,092</sub>
Діаметр дільного кола	d	55

Середній нормальний модуль	m <sub>n</sub>	6,5
Число зубів	Z	22
Тип зуба	-	Круговий
Вільна форма зуба по ГОСТ 193-73	-	II
Середній кут нахилу зуба	β <sub>ср</sub>	39°
Направлення лінії зуба	-	праве
Вихідний контур	-	ГОСТ 16202-81
Коефіцієнт зміщення	x <sub>n</sub>	+0,1
Коефіцієнт зміщення розробки товщини зуба	x <sub>n2</sub>	0
Кут дільного кола	δ	37°15'
Номинальний діаметр зубонарочної закладки	d <sub>0</sub>	315
Степень точності по ГОСТ 1749-81	-	8-7-9-B
Глибина зуба по постійній хорді	h <sub>f</sub>	9,474 <sup>+0,042</sup>
Висота до постійної хорди зуба в виміральному перерізі	h <sub>a</sub>	5,268
Допуск на вилптя зубчастого вінця	F <sub>z</sub>	0,08
Граничне відхилення ширини	±f <sub>z</sub>	+0,022
Проточений валик, зазор в передві	f <sub>zmax</sub>	0,160
Відносні розміри ступеня глянцювання	-	не менше 55%
Відносні розміри шорсткості в передві	-	не менше 50%
Глибина шорсткості	Σ	90
Заданий округлий модуль	m <sub>н</sub>	9,622
Кут кінця западини	β <sub>к</sub>	33°47'17"
Заданий кінцевий розмір	R <sub>к</sub>	175,127
Середній кінцевий розмір	R	150,127
Середній дільний діаметр	d	14,1469
Задана висота зуба	h <sub>к</sub>	17,401
Розвал різців	W <sub>к</sub>	4,3



- 1 Показка
- 2 Допускається цементация кругом окрім шлиць та різьби Твёрдість сердечини 217...388НВ
- 3 Перед цементцією країни торців зубів притупити радіусом R1 або фаскою 1x45°
- 4 Глину та твёрдість цементуючого шару перевірити на зразку свідку. Допускається твёрдість цементуючого шару перевірити градіюванням напильником
- 5 Контролювати мікротекстуру цементуючого шару по РД 95-261-67
- 6 Всі шліфовані поверхні контролювати магнітопорошковим методом. Після перевірки деталь розмагнітити. Дефекти не допускаються
- 7 Зуби прикатать з зубами спряженого колеса після хіміко-термічної обробки. Шестерню підібрати в комплект з по п'ятому контакту шуму і доказовому зазору
- 8 Деталі використовувати разом і маркувати одним порядковим номером
- 9 Шрифт 5-ПрЗ
- 10 Показиття Хім.Окс.пэм
- 11 \*Розміри для відбиття
- 12 \*\*Розміри забезпечити інструментом
- 13 Матеріал-заминник сталь 20ХНЗА. При цьому твёрдість сердечини 285...429НВ
- 14 Допускається контроль глибини цементції та мікротекстури перевірити на зразку свідку відповіді з ДСТУ 234-52-83
- 15 Після підбору шестерні згідно п.7 відстань між віссю вбудованої шестерні та торцем ДТВ маркувати на дірку

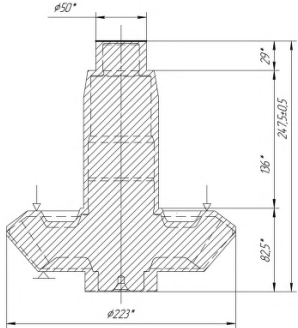


КНУКМР.131.24.1-01Ш					
Дет. Ліст	Головний	Відв.	Відв.	Лист	Масштаб
Розроб.	Волод.			13,3	1:1
Вірв.	Розробчів				
Г.контр.					
Г.контр.	Начисл.			Катодна ІМ	
	Розробчів			зд. ПМ 23-м	
				Формат А1	

**КНУКМР.13124.1-01ЕО**

045 Вертикально-фрезерна  
FSS-400

✓ Ra 6,3

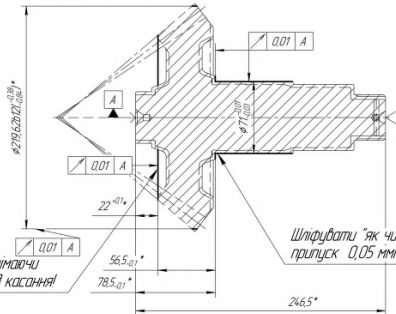


Ескіз □□□

1\*Разміри для довідок.

065 Круглошліфувальна  
F11H500

✓ Ra 1,6



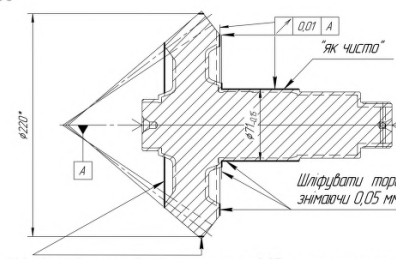
Шліфувати "як чисто", знімаючи припуск 0,05 мм/ммх! від касання!

Шліфувати "як чисто", знімаючи припуск 0,05 мм/ммх! від дотикну!

Ескіз □□□

120 Круглошліфувальна  
F11H500

✓ Ra 1,6

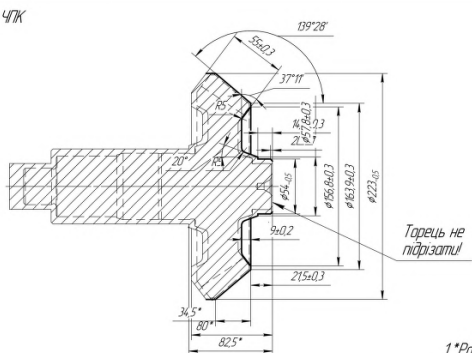


Шліфувати "як чисто", знімаючи припуск 0,05 мм/ммх на сторону

Ескіз 11

040 Токарна з ЧПК  
16K30Ф3

✓ Ra 6,3



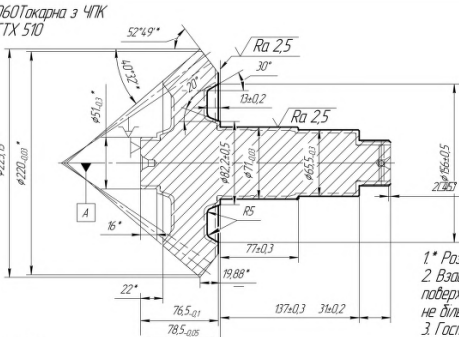
Торець не пірізати!

Ескіз □□□

1\*Разміри для довідок.

060 Токарна з ЧПК  
CTX 510

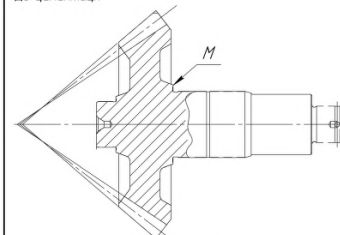
✓ Ra 6,3



1\* Разміри для довідок.  
2. Взв'язне біття всіх оброблюваних поверхень відносно бази А не більше 0,03 мм.  
3. Гострі країки притупити.

Ескіз □□□

080 Контрольна  
До цементациі

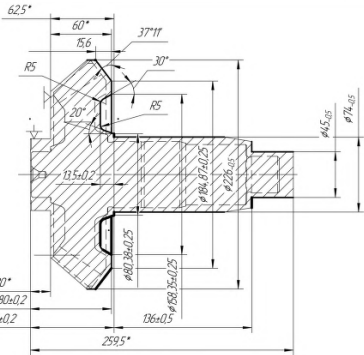


1. Встановити в контрольне оснащення еталонну деталь, що виконана аstowno-по зубу і до виконання 01090. Зняти заміри А<sub>еталон</sub> деталі.  
2. Встановити в контрольне оснащення деталь, в якій необхідна обробка.  
Ця деталь, оброблена до виконання 01090 також як і еталонна деталь, але з припуском по зубу 0,25 мм на сторону. Зробити заміри А<sub>деталь</sub>.  
3. Визначити різницю замірів. Дане значення - величина, що визначає збільшення вимірюваного заміру за рахунок припуску зуба на оброблювану деталь.  
Δ = А<sub>деталь</sub> - А<sub>еталон</sub> (Це значення в пристосованні за рахунок припуску по зубу). Знести до таблиці відношення з номером деталі.  
4. Припуск, що необхідно зняти з торця М визначити з урахуванням значення припуску по зубу на оброблюваній деталі.  
В пристосованні на еталонній деталі виставити натяг 3,6 на деталях після обробки повинен бути натяг 1 - Δ 1±0,02

Примітка. Попередня обробка зуба виконується з розрахунку припуску 3 мм по торцю М відносно аstownoчної готової деталі - на всіх деталях в партії.  
Ескіз □□□

035 Токарна з ЧПК  
16K30Ф3

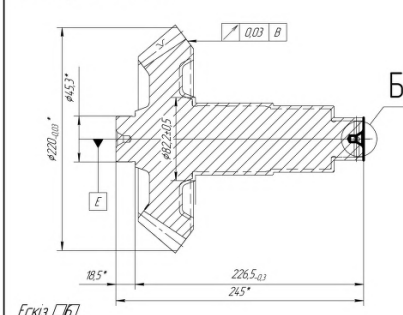
✓ Ra 6,3



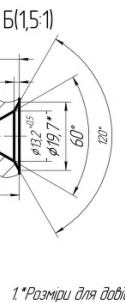
Ескіз □□□

1\*Разміри для довідок.

055 Токарна з ЧПК  
CTX 510

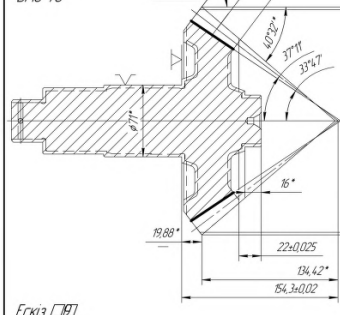


Ескіз □□□



1\*Разміри для довідок.

070 Фрезерувальна  
DMU 70



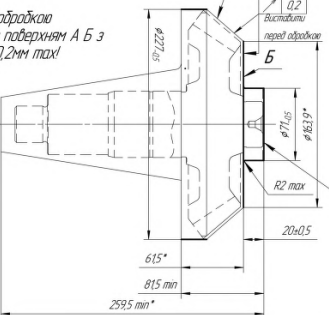
Ескіз □□□

Середня нерівність поверхні	μ	6,5
Чистота зубів	z	22
Тип зубів		Круглий
Середня кутова широта зуба	β	38°
Народження зуба		рабба
Види кінцівки		ГОСТ 16332-81
Коефіцієнт зчеплення	κ	41°
Коефіцієнт зчеплення розрахований на зуби	κ	0
Кут дильного кінця	δ	37°15'
Нормальний діаметр задиркової канавки	δ	35
Середня нахилна лінійна швидкість	v	8,7-8,8
Лінійна швидкість по середній лінії	v	94,9-95,0
Відношення до частоти швидкості обертання	v	5,98
Діаметр на лінії задиркової канавки	r	0,08
Глибина задиркової канавки	h	0,022
Середня швидкість шліфування	v <sub>ш</sub>	0,860
Відношення до частоти шліфування	v <sub>ш</sub>	не менше 55%
Середня швидкість шліфування	v <sub>ш</sub>	не менше 60%
Частота шліфування	z	90°
Задирки округлі	μ	0,622
Кут кінця канавки	δ	37,47°
Задирки кутові	μ	0,5127
Середня кутова широта	β	32,67°
Середня лінійна швидкість	v	8,1469
Задирки бічні	μ	0,401
Рівність шліфування	κ	4,3

030 Токарна  
163

✓ Ra 6,3

Увага! Перед обробкою виставити по поверхням А Б з точністю до 0,2мм max!



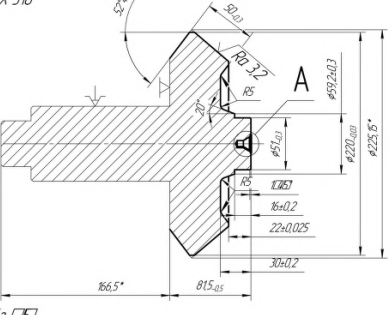
Точити як чисто. Знімати припуск 0,5мм max! від касання, контрольовачи розмір 815 mm!  
Увага! Більше 0,5мм з торця знімати не дозволяється!

Ескіз □□□

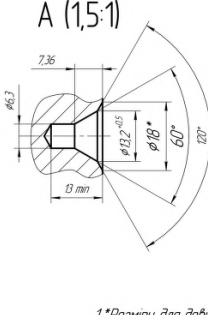
1\*Разміри для довідок.  
2. Гострі країки притупити фаскою 0,2.04x45°

050 Токарна з ЧПК  
CTX 510

✓ Ra 6,3



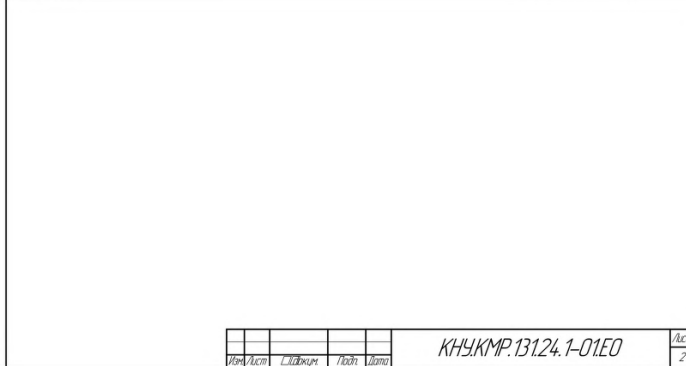
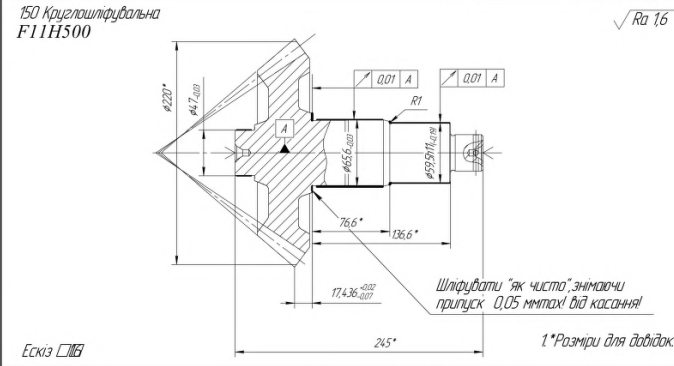
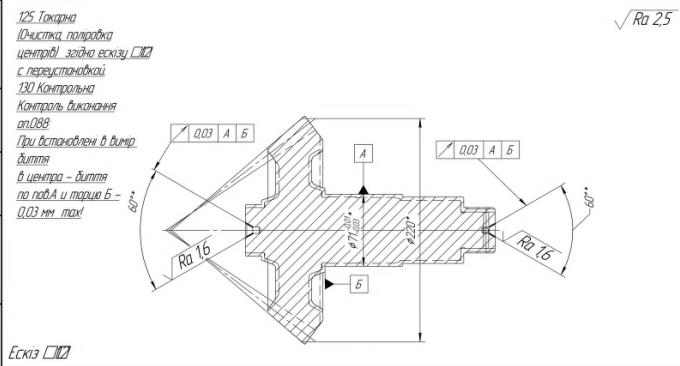
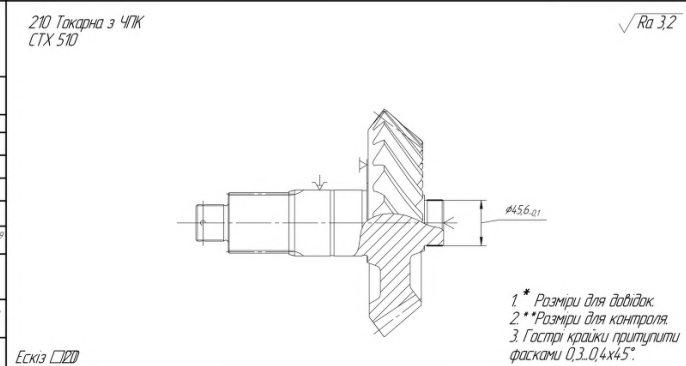
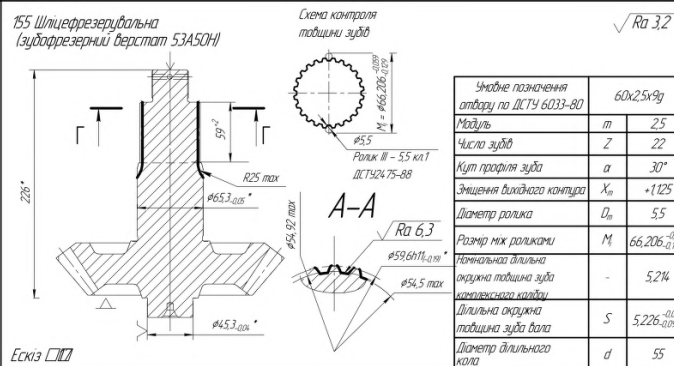
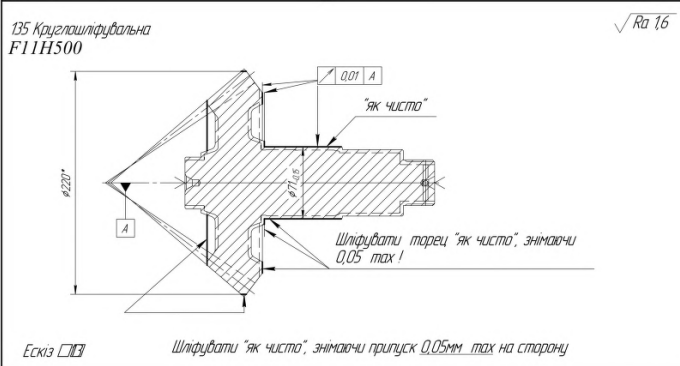
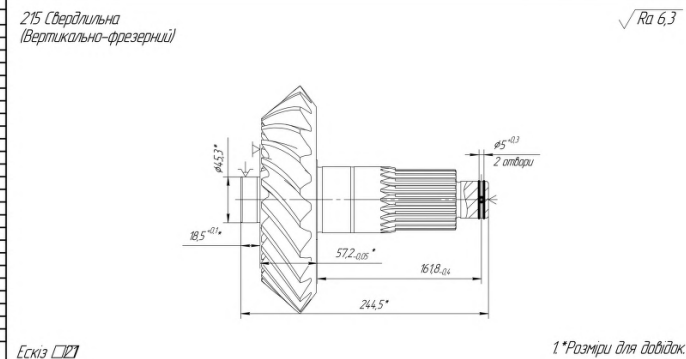
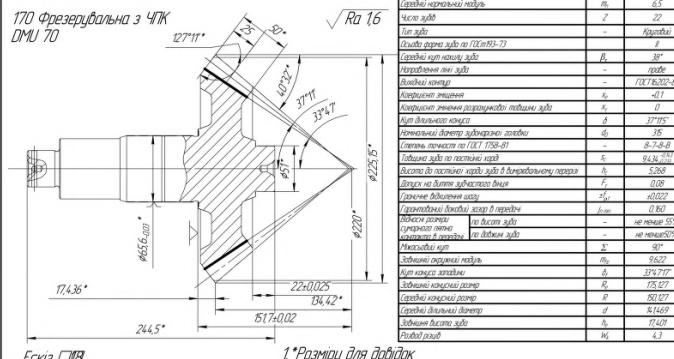
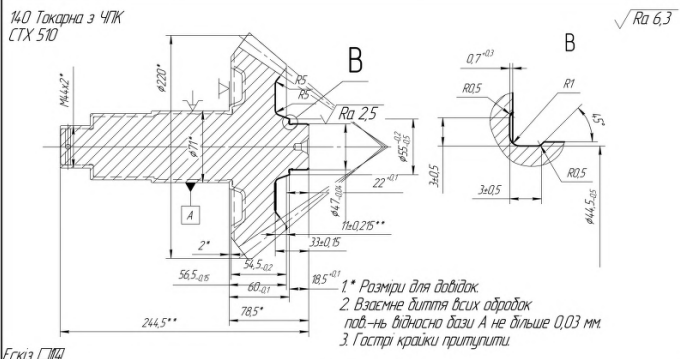
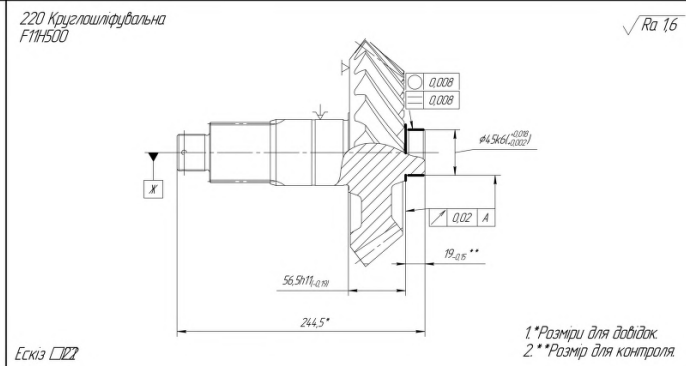
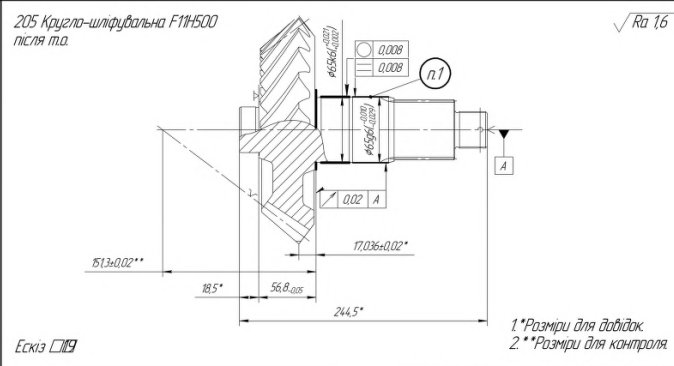
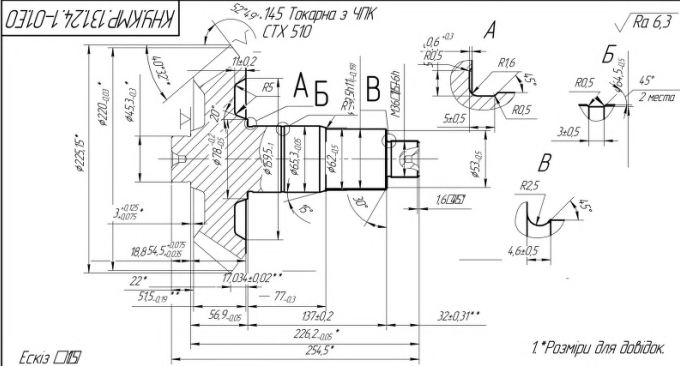
Ескіз □□□



1\*Разміри для довідок.

КНУКМР.13124.1-01ЕО			
Лист	1	Листів	1
Розробив	Бабуня	Перевірив	1
Перевірив	Козаченко	Листів	2
Контрперевірив		Листів	1
Начальник цеху	Козаченко	Кафедра ТМ гр. ПМ-23М	
Зам. начальника цеху	Козаченко	Формат А1	





Середній нормальний модуль	m	6,5
Число зубів	Z	22
Тип зубів	-	Круглий
Видовий профіль зуба по ГОСТ 9031-73	-	Г
Середній кут нахилу зуба	$\beta$	38°
Нормальний кут зуба	-	profile
Середній радіус	-	ГОСТ 9032-81
Корональний товщина розподілу товщина зуба	$x_n$	0
Кут дільничного конуса	$\delta$	17°15'
Номінальний діаметр зовнішнього завісу	$d_e$	316
Середня товщина по ГОСТ 9034-81	-	8,7-8,8
Товщина зуба по стандарту краї	$s$	94,34-94,4
Висота до останнього країв зуба в дільничному перерізі	$h$	5,268
Діаметр на ділянці зовнішнього завісу	$d_f$	0,08
Товщина дільничного завісу	$t_n$	0,022
Середній діаметр завісу в центрі	$d_m$	0,188
Середній радіус завісу	-	не менше 95%
Корональний товщина розподілу товщина зуба	-	не менше 90%
Нормальний кут	$\alpha$	90°
Зовнішній окружний модуль	$m_e$	9,627
Кут нахилу завісу	$\beta_n$	33°12'
Зовнішній нормальний радіус	$r_n$	175,027
Середній діаметр завісу	$d$	90,127
Зовнішній діаметр завісу	$d_e$	174,401
Радіус завісу	$r_n$	4,3

Умовне позначення ступару по ДСТУ 6033-80	60x2,5x9	
Модуль	m	2,5
Число зубів	Z	22
Кут профілю зуба	$\alpha$	30°
Значення висхідного конуса	$X_m$	+1,25
Діаметр ролика	$D_n$	5,5
Розмір між роликками	$M$	66,206 <sup>-0,089</sup> <sub>-0,028</sub>
Номінальна відстань окружної товщини зуба катодного катоду	-	5,24
Відстань між окружної товщини зуба вала	S	5,226 <sup>-0,042</sup> <sub>-0,026</sub>
Діаметр дільничного кола	d	55

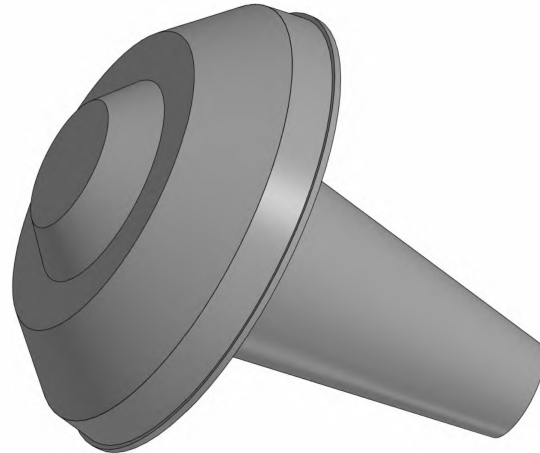
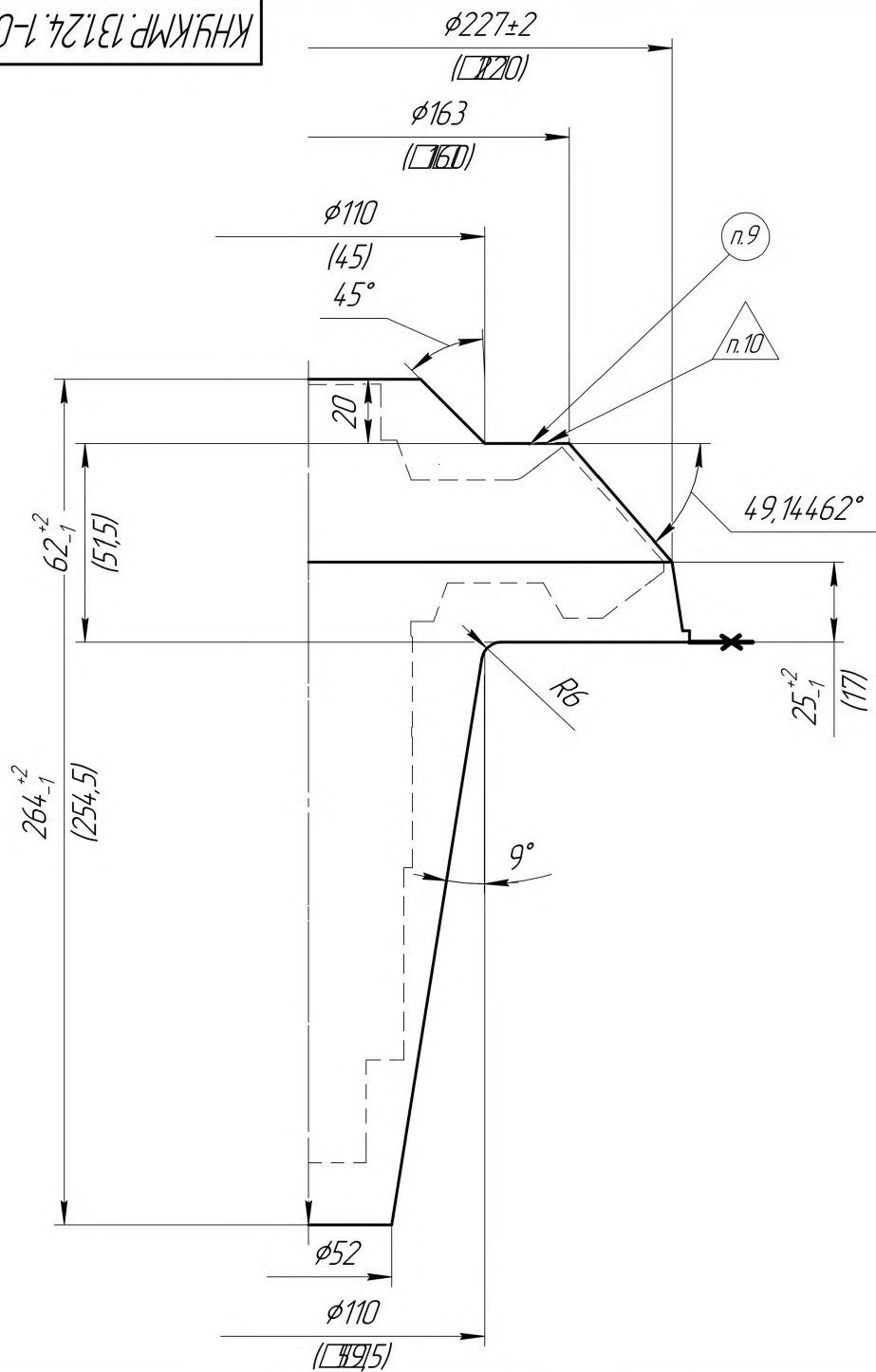
125 Точарна  
Фінішна, поларовка  
центрів! заїмаю ескізу 122  
с передстандартної  
130 Контрольна  
Контроль виконання  
от088  
При встановленні в розмір  
діаметра - діаметр  
по лобі А і таргеті Б -  
0,03 мм max!

150 Круглошліфувальна  
F11H500

210 Точарна з ЧПК  
CTX 510

КНУ.КМР.131.24.1-01.КШ

$\sqrt{Rz 50 (\checkmark)}$



- 1 Постачання поковок в відпаленому вигляді.
- 2 Розміри в дужках та штрих-лінії відносяться до чистої деталі.
- 3 Невказані радіуси R3.
- 4 Невказані штампувальні ухили  $7^\circ$ .
- 5 Розміри без допусків забезпечуються штамповочною оснасткою.
- 6 Допускається неконтролюючий заусенець по роз'єму штампа.
- 7 Допускається зміщення штампу до 1 мм.
- 8 Допускаються поверхневі дефекти глибиною до половини фактичного припуску.
- 9 Маркувати фарбою шифр поковки марку матеріалу умовний номер поковки.
- 10 Таврувати тавро ВТК.
- 11 На штамповці оформити сертифікат якості.
- 12 Матеріал – замінак 20ХН3А ДСТУ 7806:2015.

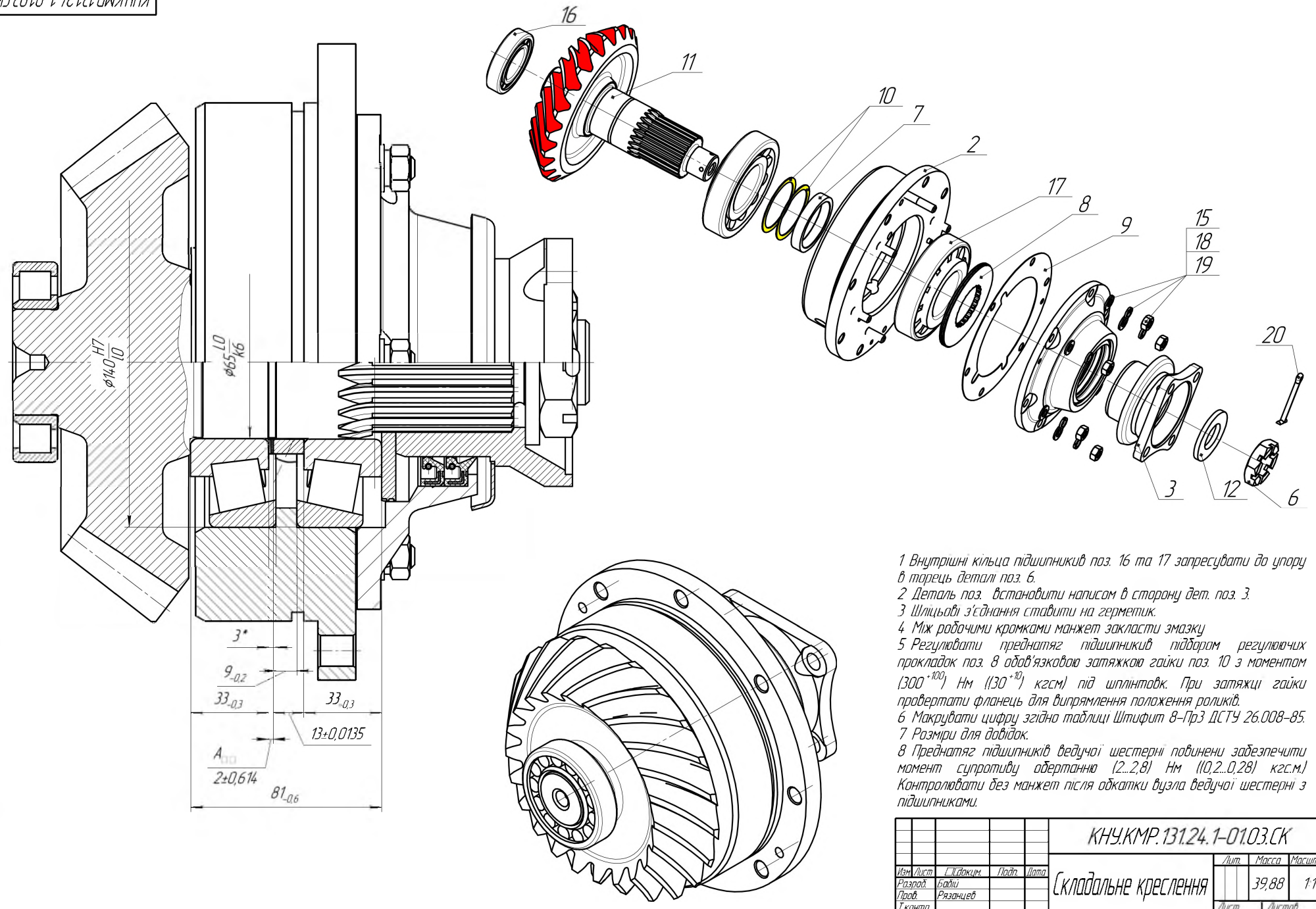
Перв. пилмен.  
Склад. □ □  
Подп. и дата  
Взам. инв. □ Инв. □  
Подп. и дата  
Инв. □

				<b>КНУ.КМР.131.24.1-01.КШ</b>				
Изм.	Лист	□ □	Докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
	Разраб.	Бабій					25,8	1:1,5
	Проб.	Рязанцев				Лист	Листов	1
	Т.контр.							
	Н.контр.	Нечаєв				Сталь 12ХН3А ДСТУ 7806:2015		
	Утв.	Рязанцев						

Копировал

Лист 1  
Стор. 1

Лист 1  
Стор. 1

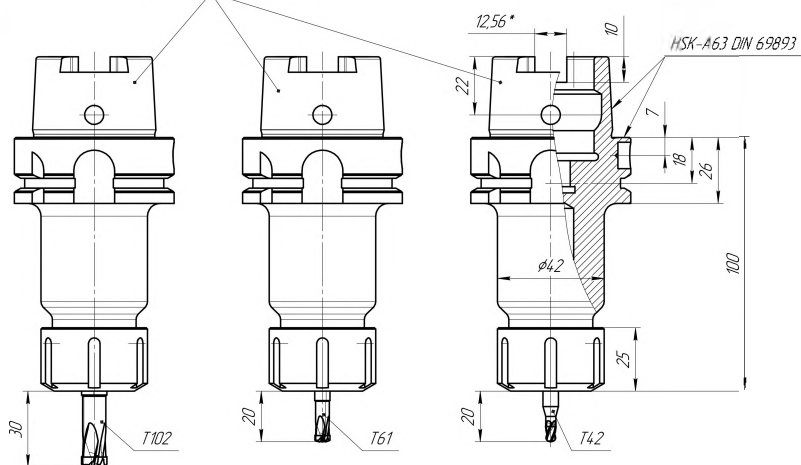


- 1 Внутрішні кільця підшипників поз. 16 та 17 запресувати до упору в торці деталі поз. 6.
- 2 Деталь поз. встановити написом в сторону дет. поз. 3.
- 3 Шлицьові з'єднання ставити на герметик.
- 4 Між робочими кромками манжет закласти змазку.
- 5 Регулювати преднатяг підшипників підпором регулюючих прокладок поз. 8 обов'язково затяжка гайки поз. 10 з моментом  $(300^{+10})$  Нм  $(130^{+10})$  кгсм) під шпінтовк. При затяжці гайки провертати фланець для випрямлення положення роликів.
- 6 Макрувати цифру згідно таблиці Штифит 8-Прз ДСТУ 26.008-85.
- 7 Розміри для довідок.
- 8 Преднатяг підшипників ведучої шестерні повинен забезпечити момент супротиву обертання  $(2..2,8)$  Нм  $(10..20,28)$  кгс.м.) Контролювати без манжет після обкатки вузла ведучої шестерні з підшипниками.

КНУ.КМР.13124.1-0103.СК			
Имя Лист	Г.П.И.акчим	Подп.	Дата
Разработ	Бради		
Проб.	Рязанцев		
Т.контр.			
Исполн.	Меченов		
Утв.	Рязанцев		
Складальне креслення		Лист	Масса
			39,88
		Листов	1
		Кафедра ТМ	
		гр. ПМ-23м	
		Формат А2	

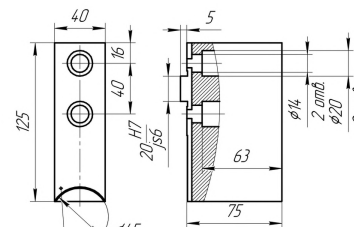
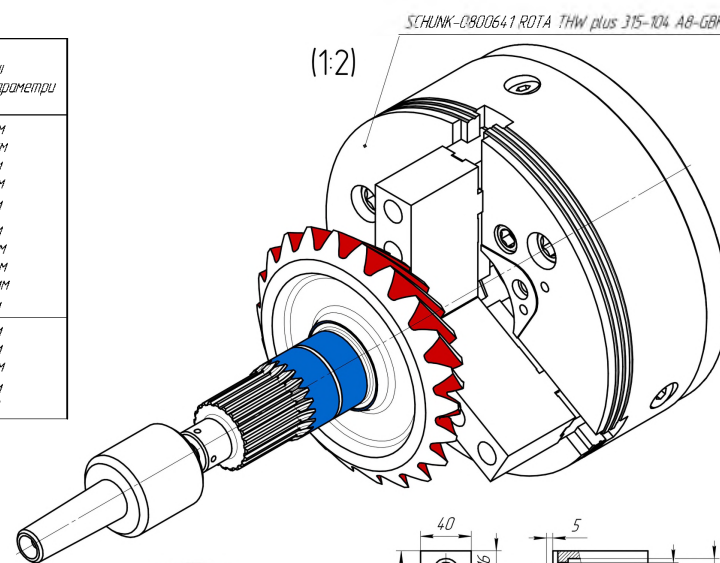
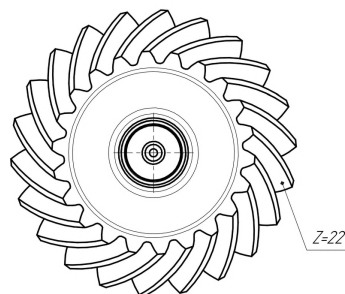
КНУКМР.13124.1-01В1Н

SCHUNK-0263363 ER25 HSK-A6.3x100



Шифр інструмента	Шифр інструмента	Матеріал ріжучої частини	Основні геометричні параметри
T102	PM-4H-D10.0 R2.0	KMG405	D=10 мм M=20 мм H=4 мм d <sub>1</sub> =9 мм R=2 мм
T61	PM-4H-D6.0 R1.0	KMG405	D=6 мм M=12 мм H=2.5 мм d <sub>1</sub> =5.4 мм R=1 мм
T42	PM-4B-R2.0	KMG405	D=4 мм H=8 мм d <sub>1</sub> =6 мм R=2 мм α=30°

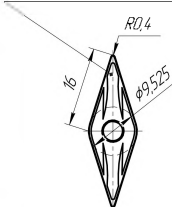
Інструмент	V, м/хв	S, об/хв	F, мм/хв	D <sub>z</sub> , мм	L, мм	T, хв
T102	100	3183	5200	0.4	54.00	1
T61	100	6366	5200	0.25	58.00	1
T42*	100	1150	3200	0.3	17.00	0.47
T42	100	1150	3200	0.2	104.00	4.5



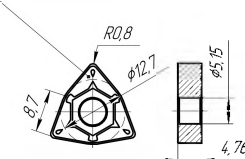
SCHUNK-0154103 SFA 250-C3

VNMG1604.04-FF2

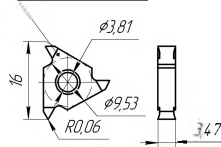
M (2:1)



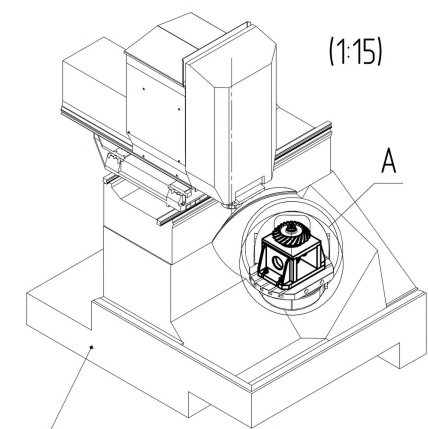
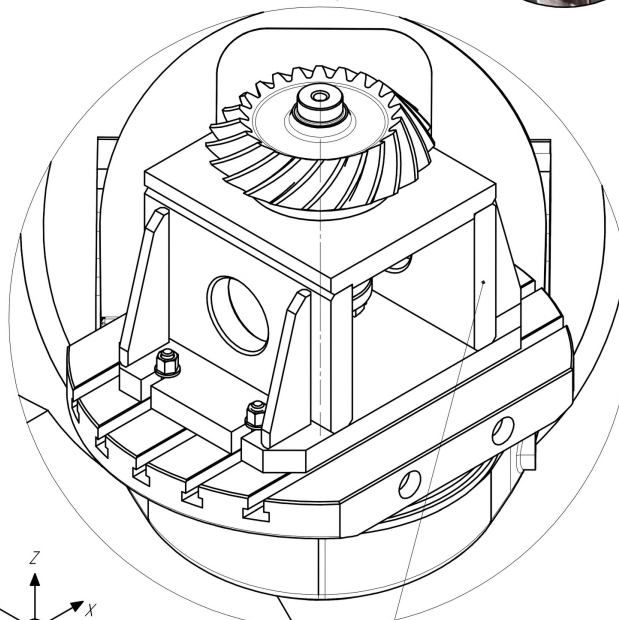
WNMG0804.08-M3



16ELA AH725

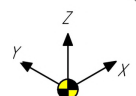


A(1:2.5)



DMG DMU 70 EVO linear з системою ЧПК "SIMENS 840D POWER LINE"

Інструмент	Тип та позначення різця	Шифр державки	Шифр ріжучої частини	Матеріал ріжучої частини	Геометричні параметри ріжучої частини	Геометричні параметри державки
T01	Чорна обробка циліндричної поверхні	AWLNL2525M08-A	WNMG0804.08-M3	TP40	L=8.7 мм S=4.76 мм H=5.15 мм σ=12.7 мм r <sub>c</sub> =0.8 мм α=0°	φ=95° ε=80° γ=5° λ=-9° L=150 мм
T02	Чистова обробка циліндричної поверхні	AVJNL2525V16-A	VNMG1604.04-FF2	TP2501	L=16 мм S=4.76 мм H=3.61 мм d=9.525 мм r <sub>c</sub> =0.4 мм α=0°	φ=93° ε=35° γ=5° λ=-9° L=150 мм
T03	Нарізка зовнішньої різьби	CEL2525M16-DT	16ELA AH725	CP500	L=16 мм S=3.47 мм H=3.81 мм d=9.525 мм r <sub>c</sub> =0.06 мм α=0°	ε=60° P=0.5-1.5 мм p=4.8-16 λ=10° L=150 мм



КНУКМР.13124.1-0105.ПВ

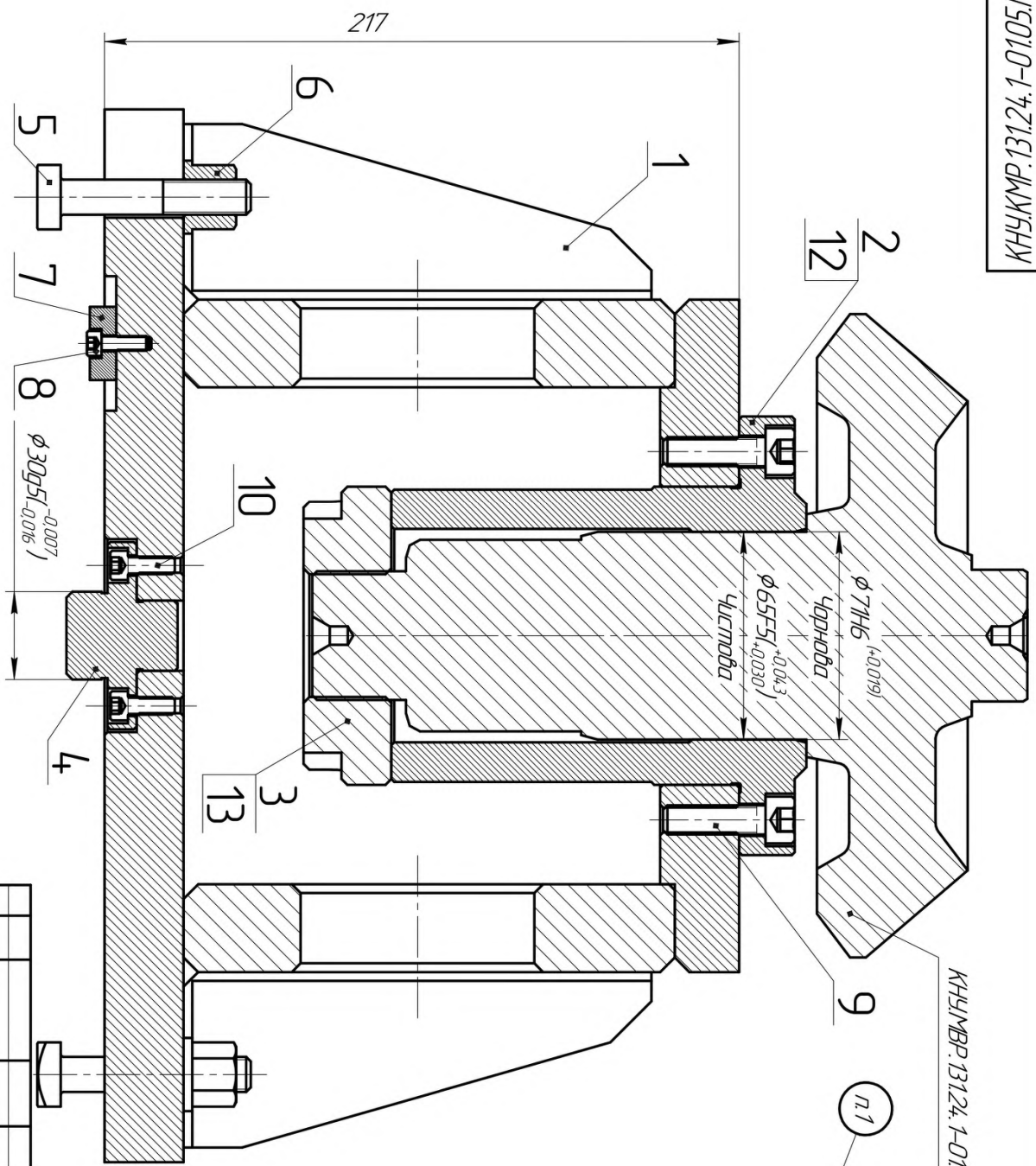
КНУКМР.13124.1-01В1Н

				Верстатно-інструментальне налагоджування			Лист	Масо	Максимум
Лист	Листів	Відомий	Лист	Лист	Лист	Лист	11		
Розроб	Вибір	Розроб	Розроб	Розроб	Розроб	Розроб			
Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист			
Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист			

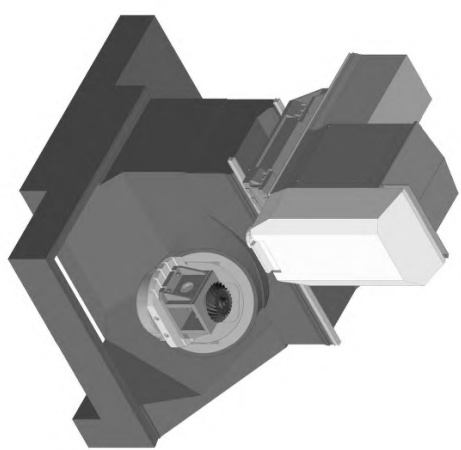
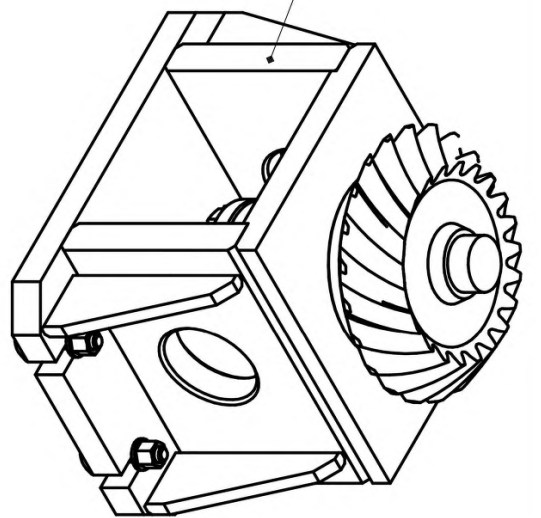
Картридж Карейра ТМ ар. ПМ-23м Формат А1

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	----------	---------------

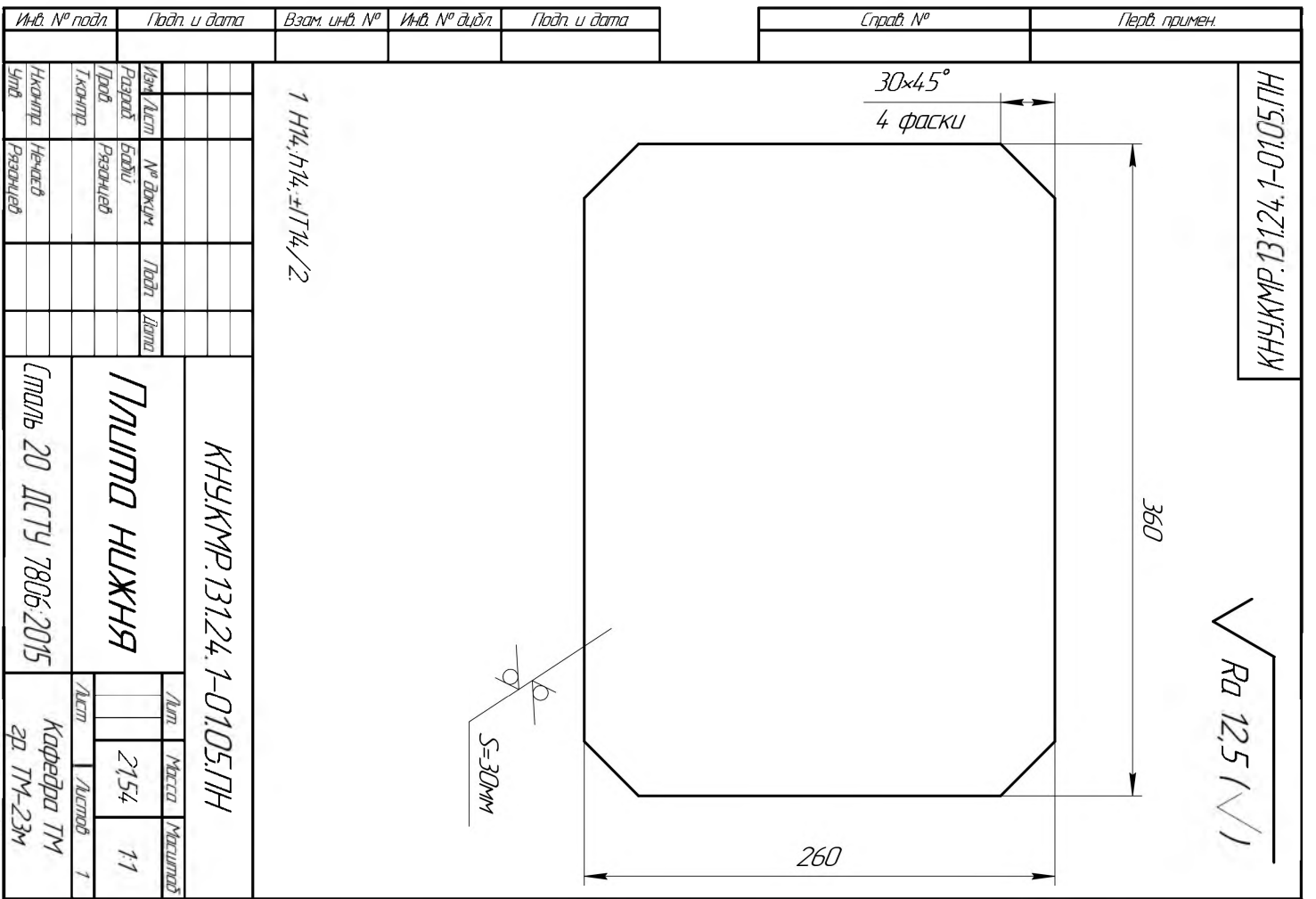
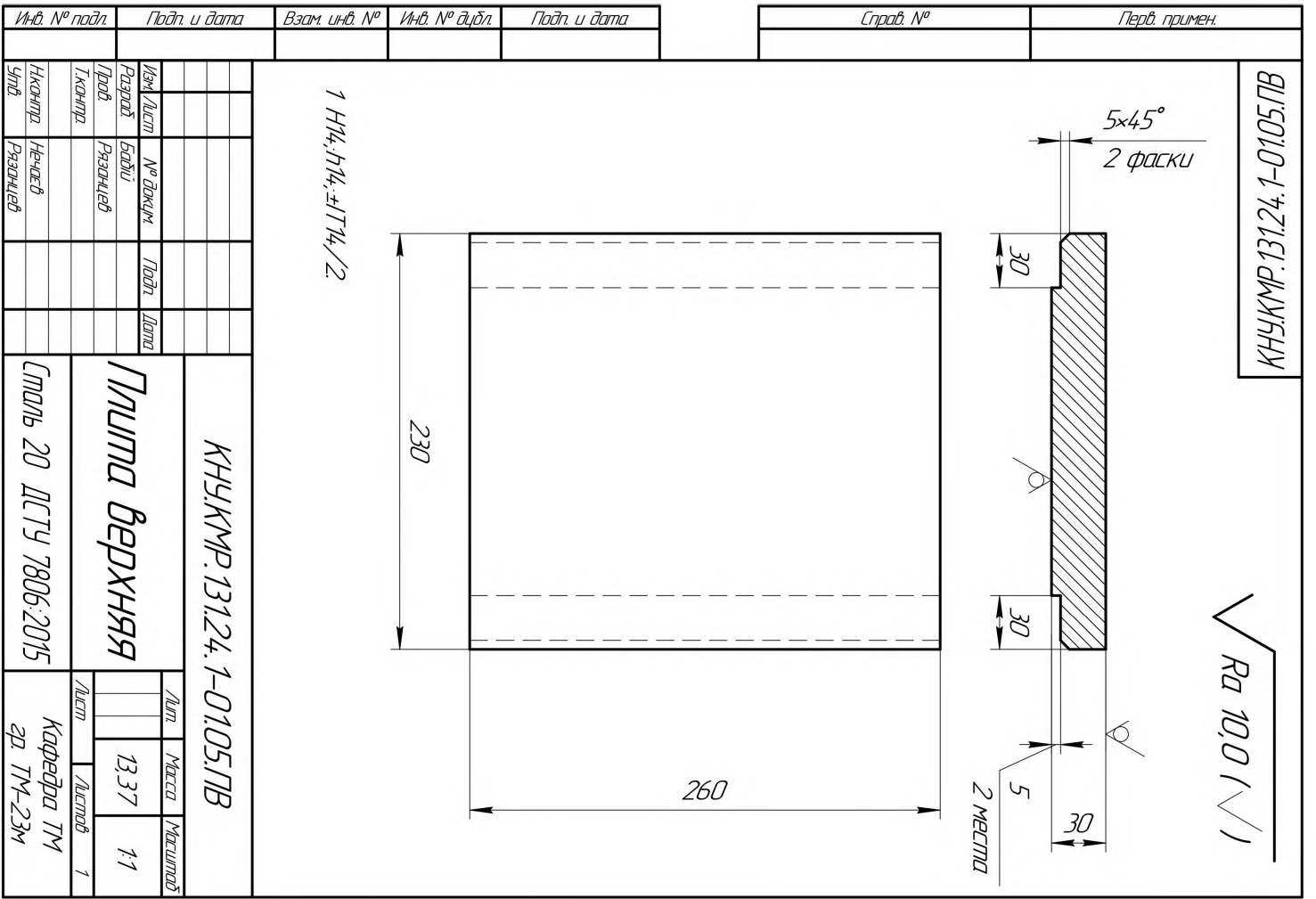
КНУЖМР.13124.1-0105.ПВ



КНУЖМР.13124.1-011Ш



Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	КНУЖМР.13124.1-0105.ПВ	
Разработ	Бобы			ПРИСПОСОБЛЕНИЕ	
Проб	Разработ				
Инженер	Исполн				
СНД	Разработ				
				Лист	Масштаб
				70/89	1:15
				Лист	Масштаб
				2/1	1
				Кафедра ТМ	
				зр. ТМ-23М	



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.
Исполн. Унб	Исполн. Унб	Исполн. Унб	Исполн. Унб	Исполн. Унб	Исполн. Унб	Исполн. Унб
Провер. Унб	Провер. Унб	Провер. Унб	Провер. Унб	Провер. Унб	Провер. Унб	Провер. Унб
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разработ. Унб	Базис/ Разраб/Унб					
Исполн. Унб	Исполн. Унб					
Исполн. Унб	Исполн. Унб					
КНУ.КМР.13124.1-0105.P				КНУ.КМР.13124.1-0105.P		
Ребро				Ra 10.0 (✓)		
Сталь 20 ГОСТУ 7806:2015				Кафедра ТМ зр. ТМ-23М		
Лист	Масса	Материал				
1	0.62	11				

Копировать

Формат А4

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.
Исполн. Унб	Исполн. Унб	Исполн. Унб	Исполн. Унб	Исполн. Унб	Исполн. Унб	Исполн. Унб
Провер. Унб	Провер. Унб	Провер. Унб	Провер. Унб	Провер. Унб	Провер. Унб	Провер. Унб
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разработ. Унб	Базис/ Разраб/Унб					
Исполн. Унб	Исполн. Унб					
Исполн. Унб	Исполн. Унб					
КНУ.КМР.13124.1-0105.СК				КНУ.КМР.13124.1-0105.СК		
Ступка корпусу				Ra 10.0 (✓)		
Сталь 20 ГОСТУ 7806:2015				Кафедра ТМ зр. ТМ-23М		
Лист	Масса	Материал				
1	8.97	11				

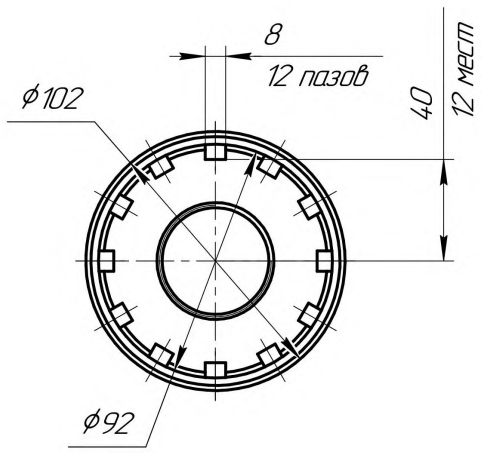
Копировать

Формат А4

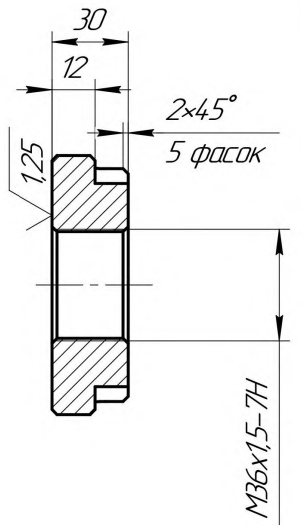
КНУ.КМР.13124.1-0105.Г

Лист: 1

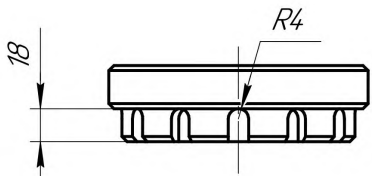
Сторона: А



$\sqrt{Ra 8,0}$



M36x1,5-7H



- 1 36..40 HRC3
- 2 H14; h14; ±IT14/2
- 3 Гострі краї притупити R0,2..0,3мм

КНУ.КМР.13124.1-0105.Г

Гайка M36x1,5

Лист	Масса	Масштаб
1	1,37	1:1

Сталь 40X ДСТУ 7806:2015

Кафедра ТМ  
гр. ТМ-23м

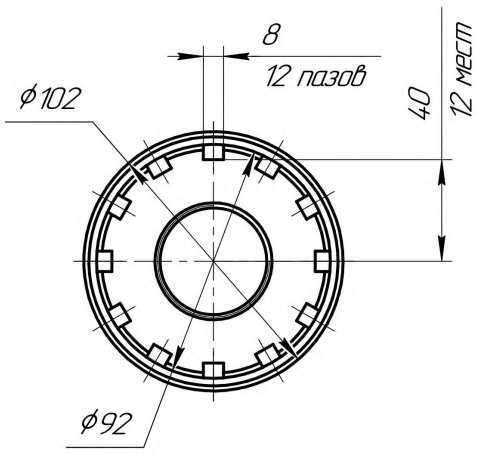
Копирвал

Формат А4

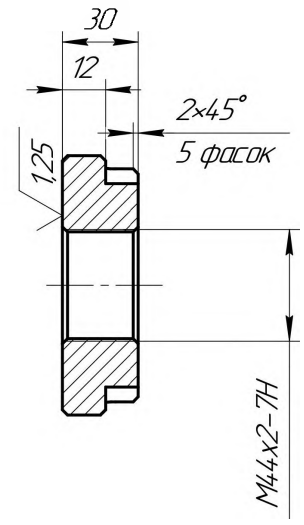
КНУ.КМР.13124.1-0105.Г

Лист: 1

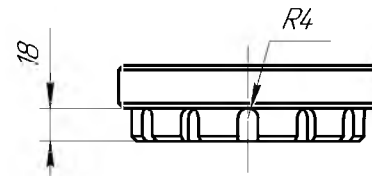
Сторона: А



$\sqrt{Ra 8,0}$



M44x2-7H



- 1 36..40 HRC3
- 2 H14; h14; ±IT14/2
- 3 Гострі краї притупити R0,2..0,3мм

КНУ.КМР.13124.1-0105.Г

Гайка M44x2

Лист	Масса	Масштаб
1	1,37	1:1

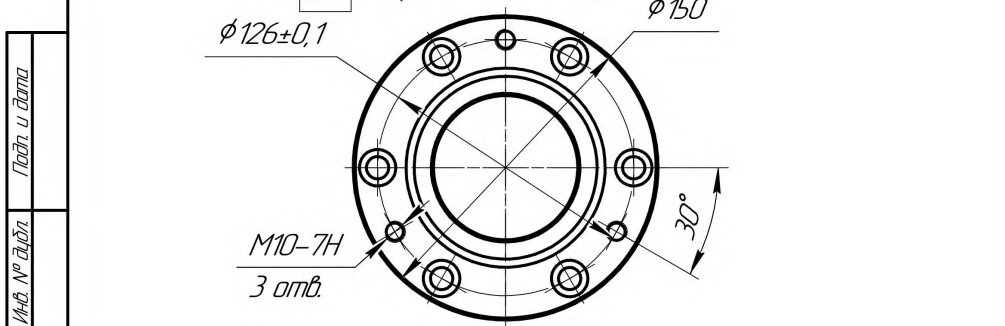
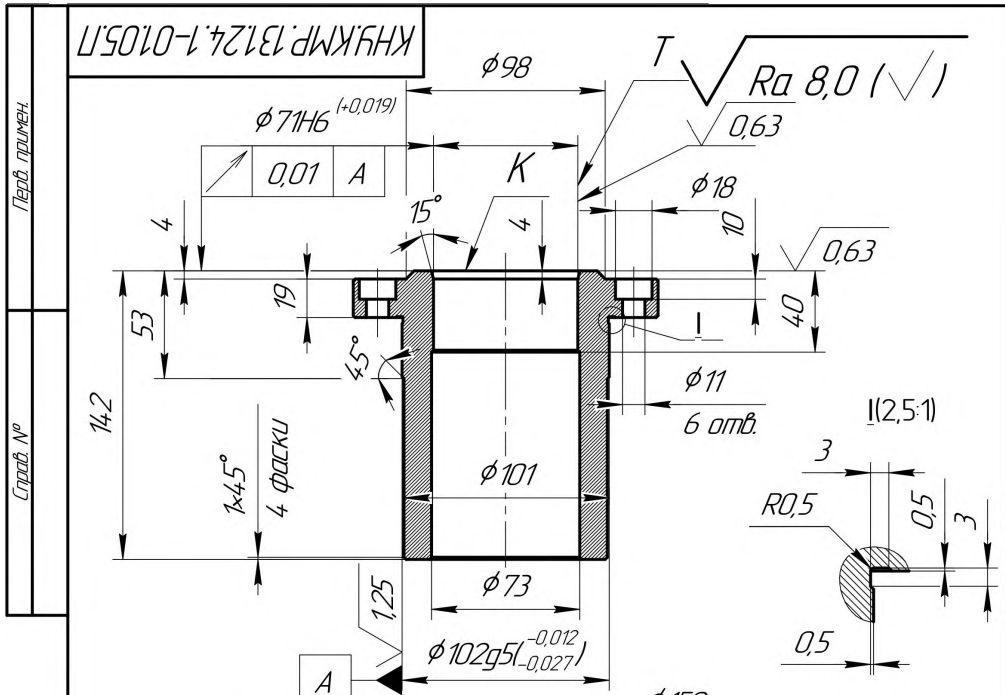
Сталь 40X ДСТУ 7806:2015

Кафедра ТМ  
гр. ТМ-23м

Копирвал

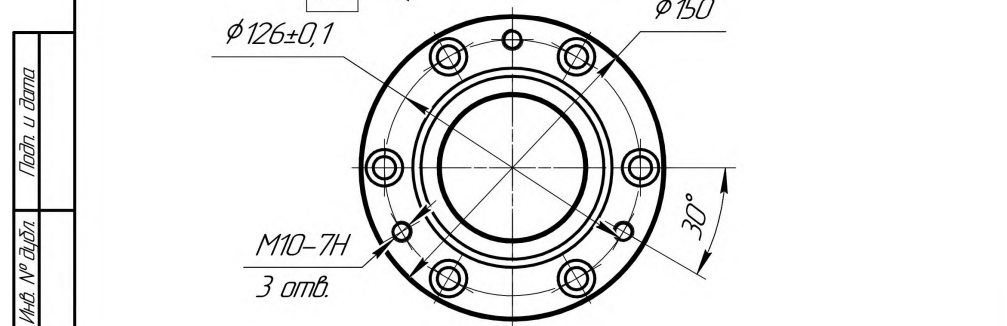
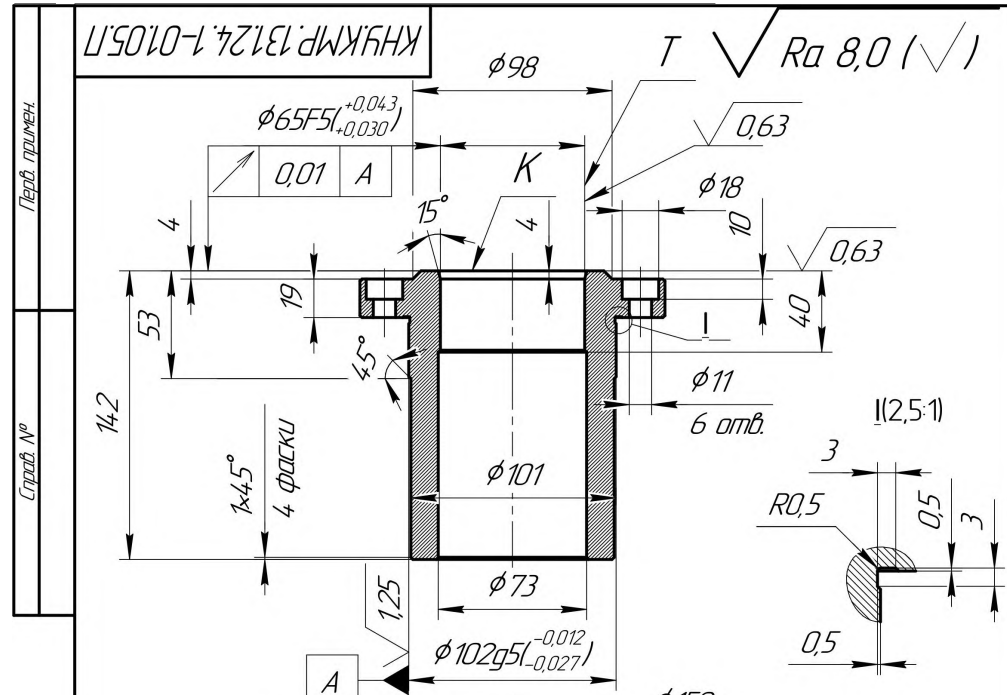
Формат А4





- 1 Покв. К, Т цементувати  $h=0,8..1,2$  58..60 HRCз.
- 2 H14; h14; ±IT14/2
- 3 Гострі краї притупити  $R0,2..0,3$ мм

КНУ.КМР.131.24.1-01.05.П			
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Бабіу		
Проб.	Рязанцев		
Т.контр.			
Изм. № лист		Лист	Листов
Н.контр. Нечасів		Кафедра ТМ	
Утв. Рязанцев		гр. ТМ-23М	
Копіював		Формат А4	

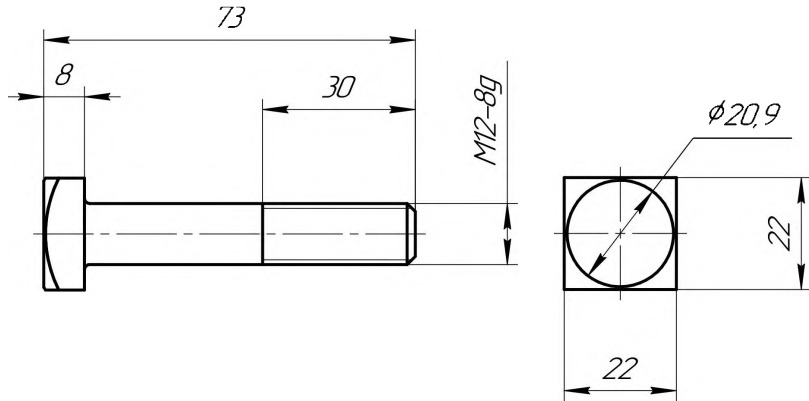


- 1 Покв. К, Т цементувати  $h=0,8..1,2$  58..60 HRCз.
- 2 H14; h14; ±IT14/2
- 3 Гострі краї притупити  $R0,2..0,3$ мм

КНУ.КМР.131.24.1-01.05.П			
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Бабіу		
Проб.	Рязанцев		
Т.контр.			
Изм. № лист		Лист	Листов
Н.контр. Нечасів		Кафедра ТМ	
Утв. Рязанцев		гр. ТМ-23М	
Копіював		Формат А4	

КНУ.КМР.13124.1-0105.БВ

$\sqrt{Ra\ 10,0\ (\checkmark)}$



- 1 30...36 HRCз.
- 2 H14; h14; ±IT14/2
- 3 Гострі країки притупити R0,2...0,3мм

КНУ.КМР.13124.1-0105.БВ

Болт верстатний  
M12x65

Сталь 45 ДСТУ 7806:2015

Лист	Масса	Масштаб
		1:1
Лист	Листов	1

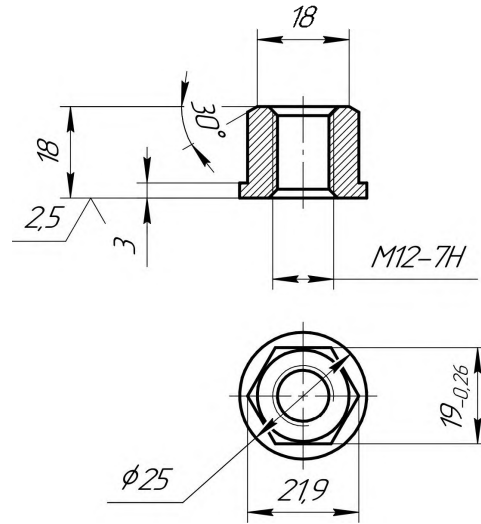
Кафедра ТМ  
гр. ТМ-23М

Копіював

Формат А4

КНУ.КМР.13124.1-0105.ГБ

$\sqrt{Ra\ 10,0\ (\checkmark)}$



- 1 36...40 HRCз.
- 2 H14; h14; ±IT14/2
- 3 Гострі країки притупити R0,2...0,3мм

КНУ.КМР.13124.1-0105.ГБ

Гайка з буртиком  
M12

Сталь 45 ДСТУ 7806:2015

Лист	Масса	Масштаб
		1:1
Лист	Листов	1

Лист	Масса	Масштаб
		1:1
Лист	Листов	1

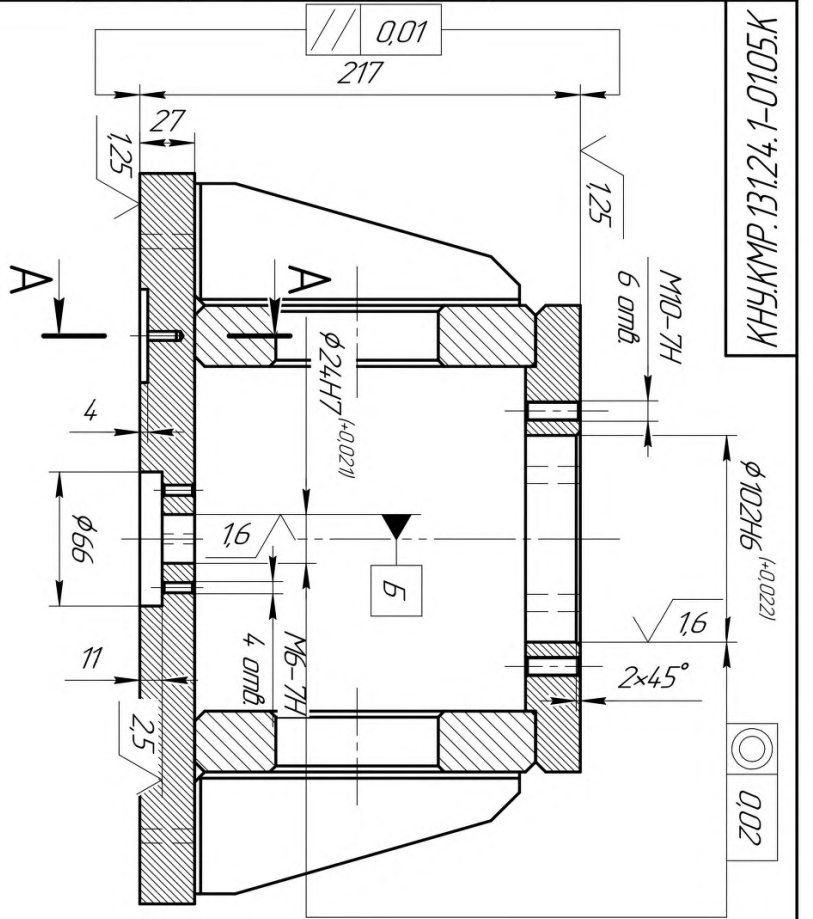
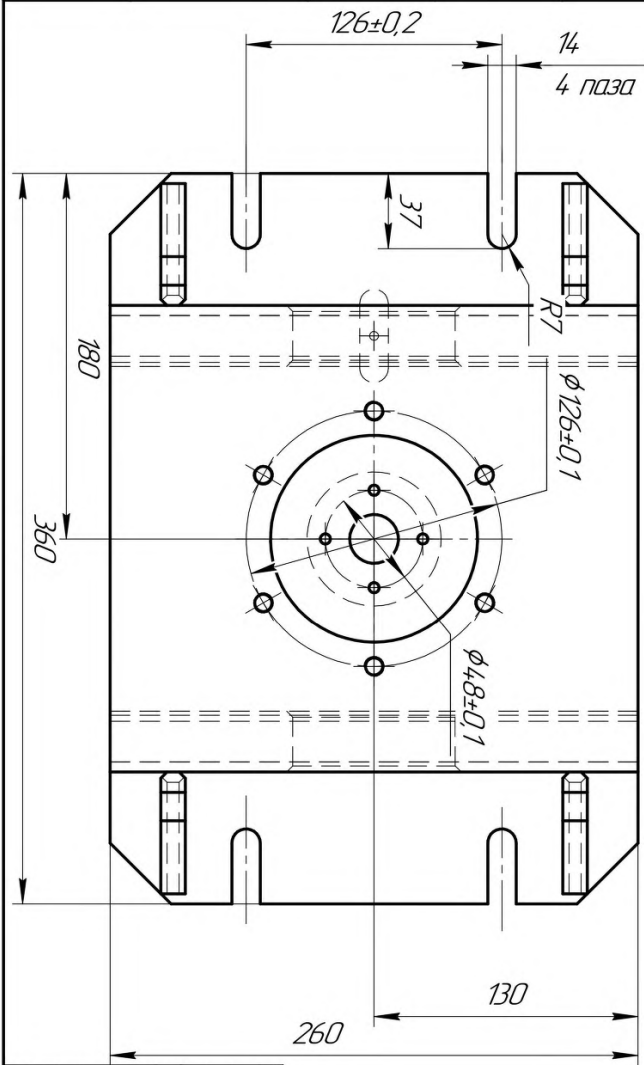
Кафедра ТМ  
гр. ТМ-23М

Копіював

Формат А4

И.н.б. № подл.	Подп. и дата	Взам. ин.б. №	И.н.б. № дубл.	Подп. и дата

Справ. №	Перв. примен.

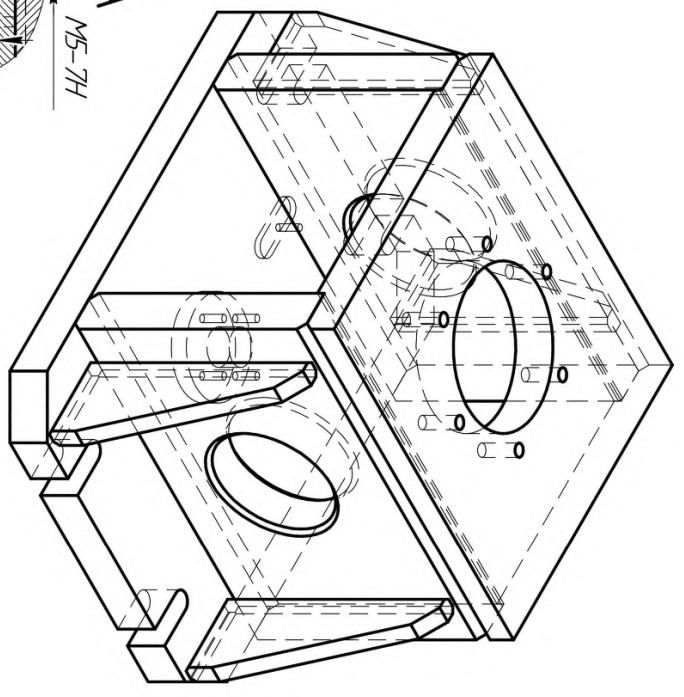
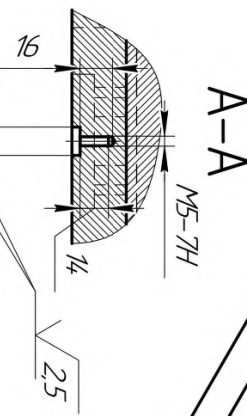


КНУ.КМР.13124.1-0105.К

002

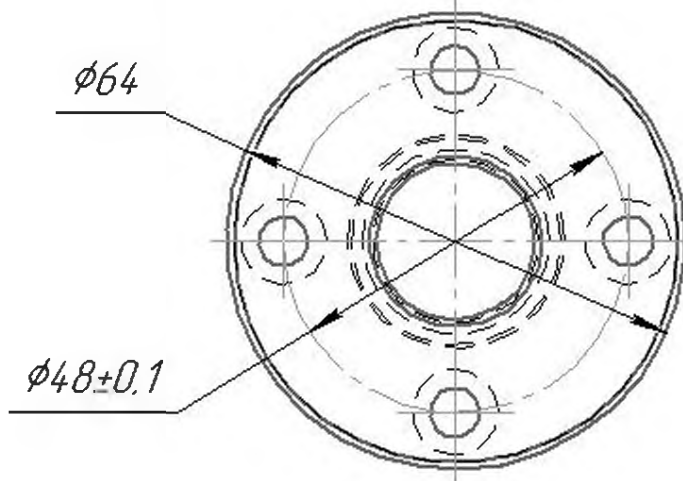
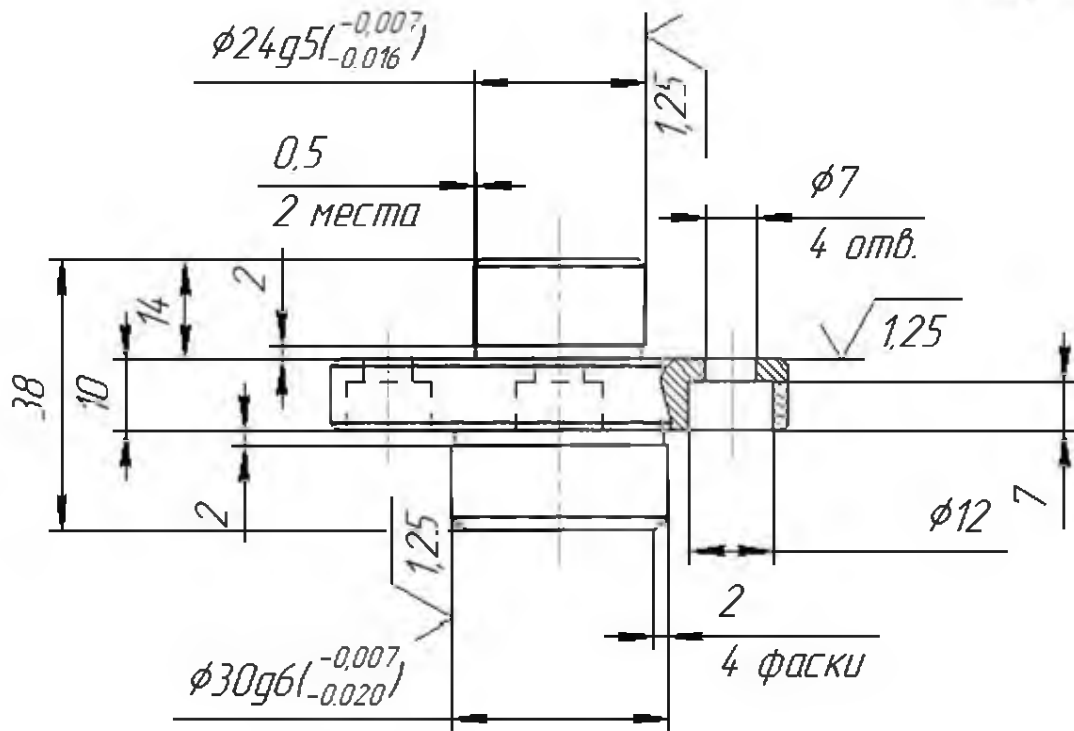
И.н.б. № подл.	Подп. и дата	Взам. ин.б. №	И.н.б. № дубл.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.
КНУ.КМР.13124.1-0105.К						
Корпус						
И.н.б. № подл.	Подп. и дата	Взам. ин.б. №	И.н.б. № дубл.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.
Кафедра ТМ зр. ТМ-23М						

1 Н14; Н14; ±IT14/2  
 2 Распил краев и притупление R 0,2...0,3 мм



КНУ.КМР.131.24.1-01.05.Ц

$\sqrt{Ra\ 10,0\ (\checkmark)}$



- 1 36...42 HRCз.
- 2 H14, h14, +IT14/2
- 3 Гостри крайки притупити R0,2...0,3мм

Преб. примен.  
 Склад. №  
 Подп. и дата  
 Инв. № дубл.  
 Инв. № инв.  
 Подп. и дата  
 Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докцм.	Подп.	Дата
Разраб.		Бабий		
Пров.		Рязанцев		
Т.контр.				
И.контр.		Нечаев		
Утв.		Рязанцев		

КНУ.КМР.131.24.1-01.05.Ц

**Центровик**

Сталь 40Х ГОСТУ 7806:2015

Лист	Масса	Масштаб
	0,35	1:1
Лист	Листов	1

Кафедра ТМ  
гр. ТМ-23м

Копировал

Формат А4

КНУ.КМР.131.24.1-01.05.ПК

Лист № 1

Справ. №

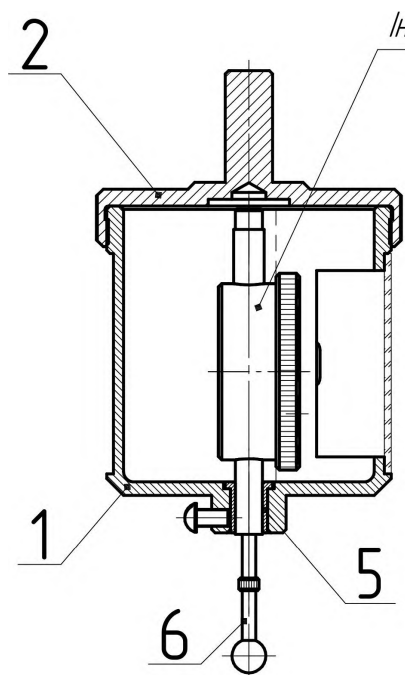
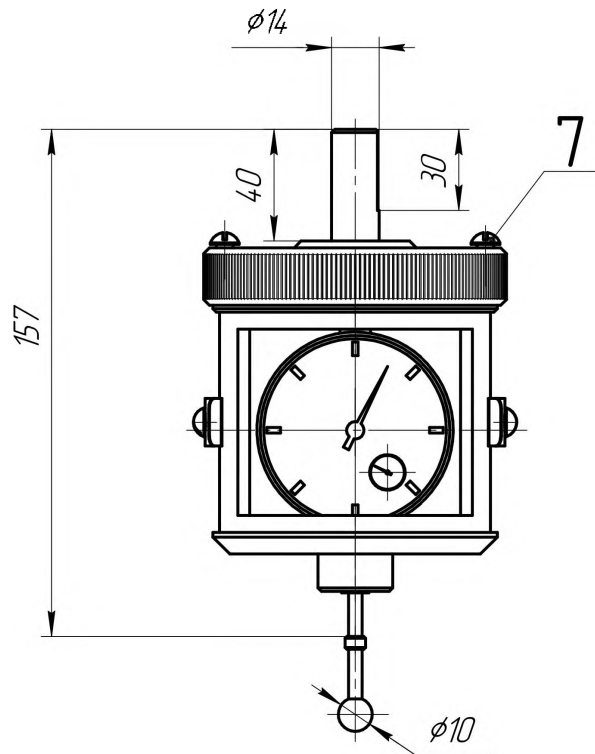
Подп. и дата

Изм. №

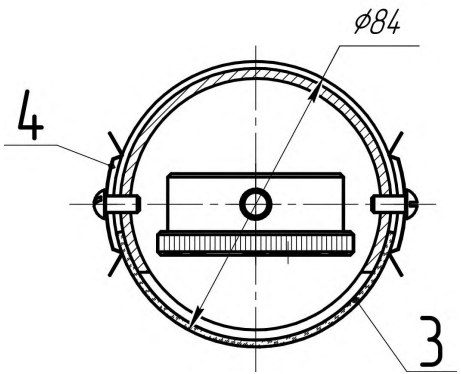
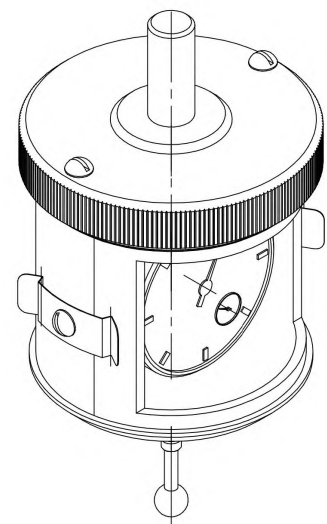
Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. №



Индикатор годинникового типу ИЧ-10



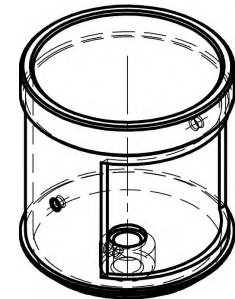
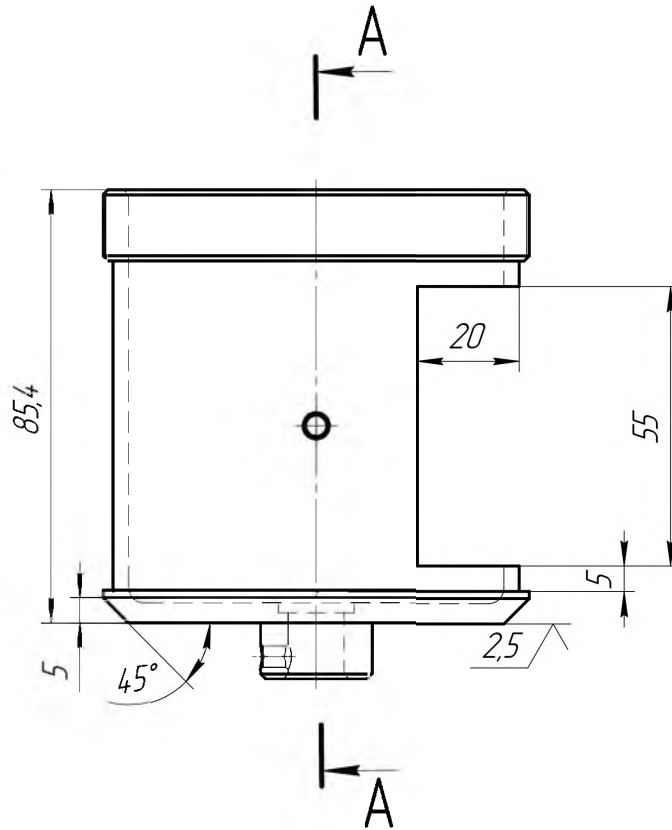
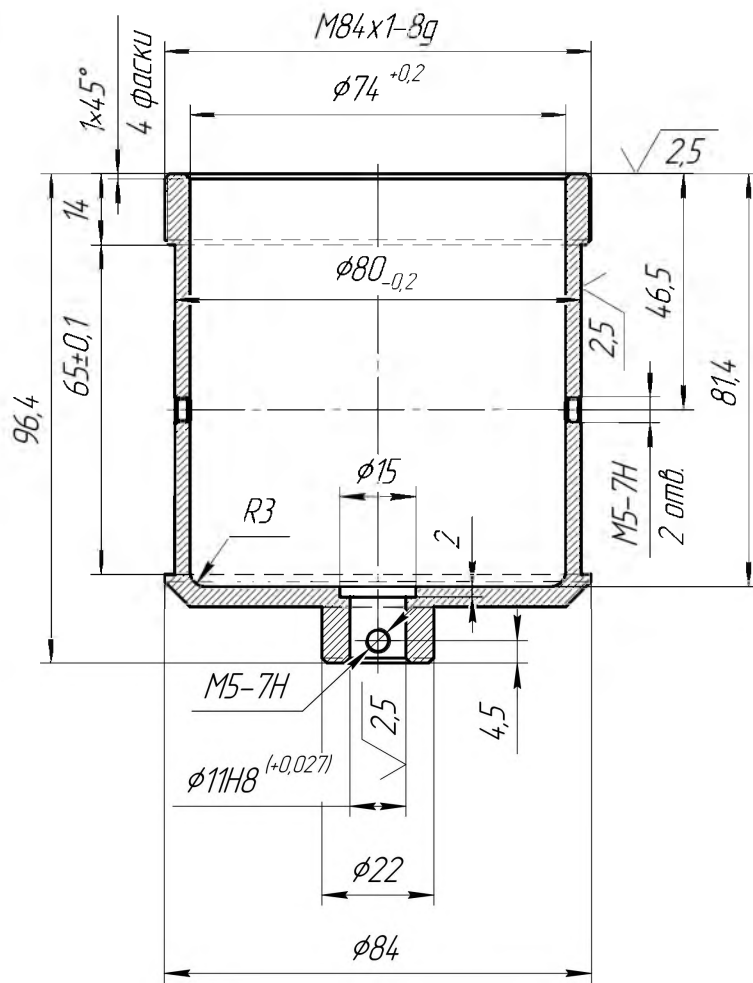
КНУ.КМР.131.24.1-01.05.ПК				Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ док.им.	Подп.	Дата	1,45	1:15
Разраб.	Бабіи					
Пров.	Рязанцев				Лист   Листов 1	
Т.контр.					Кафедра ТМ гр. ТМ-23м	
Н.контр.	Нечаев				Формат А3	
Утв.	Рязанцев					

Копировал

КНУ.КМР.131.24.1-01.05.К

A-A

$\sqrt{Ra\ 8,0 (\sqrt{1})}$



- 1 30...36 HRC<sub>э</sub>.
- 2 H14, h14, ±IT14/2.
- 3 Гострі краї ку притупити R0,2...0,3мм
- 4 Покриття: Хім.Окс.пэм

				КНУ.КМР.131.24.1-01.05.К			
Изм.	Лист	№ док.им.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Бабіу					0,6	1:1
Проб.	Рязанцев						
Т.контр.					Лист	Листов	1
Н.контр.	Нечаев				Сталь 40Х ДСТУ 7806:2015		
Утв.	Рязанцев						

Копировал

Формат А3

Лист 1

Справ. №

Подп. и дата

Изм. №

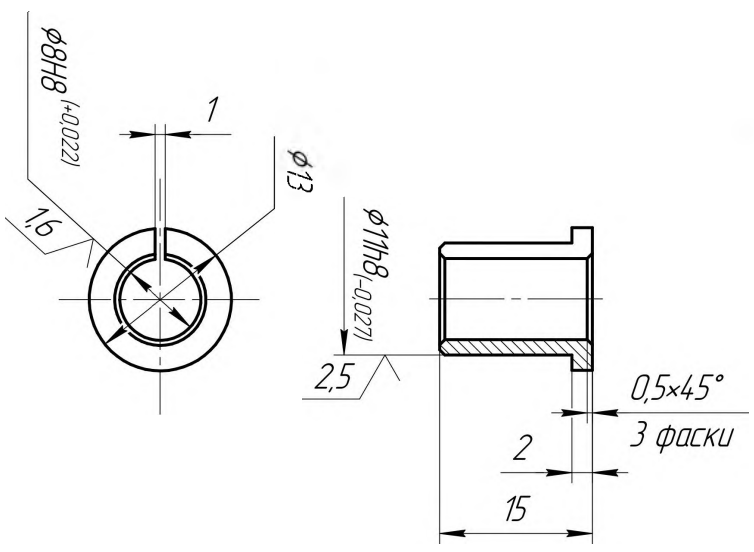
Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. №

КНУ.КМР.13124.1-0105.В

√ Ra 8,0 (✓)

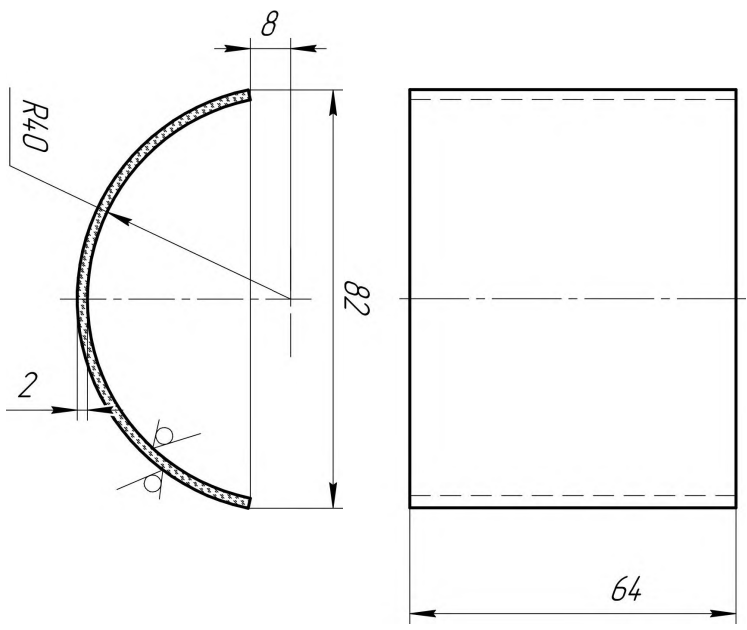


- 1 36...42 НРСЭ
- 2 Н14, Н14, ±IT14/2.
- 3 Гостри крайки пригугилити R0,2...0,3мм

Инв. № подл.		Подп. и дата		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. и дата		Справ. №		Перв. примен.	
Исполн. Умб	Нецелев Разрабчев	Исполн. Умб	Нецелев Разрабчев										
Изм. Лист				№ док-м.				Подп.		Дата			
Разрабч. Бабун				Разрабч. Разрабчев									
Подп. Т. Контр.													
Исполн. Умб				Нецелев Разрабчев									
КНУ.КМР.13124.1-0105.В										Лист		Масшаб	
Втулка										0,01		2:1	
Сталь 45 ДСТУ 7806:2015										Кафедра ТМ		зр. ПМ-23М	
Копирован										Формат А4			

КНУ.КМР.13124.1-0105.Е

√ Ra 10,0 (✓)



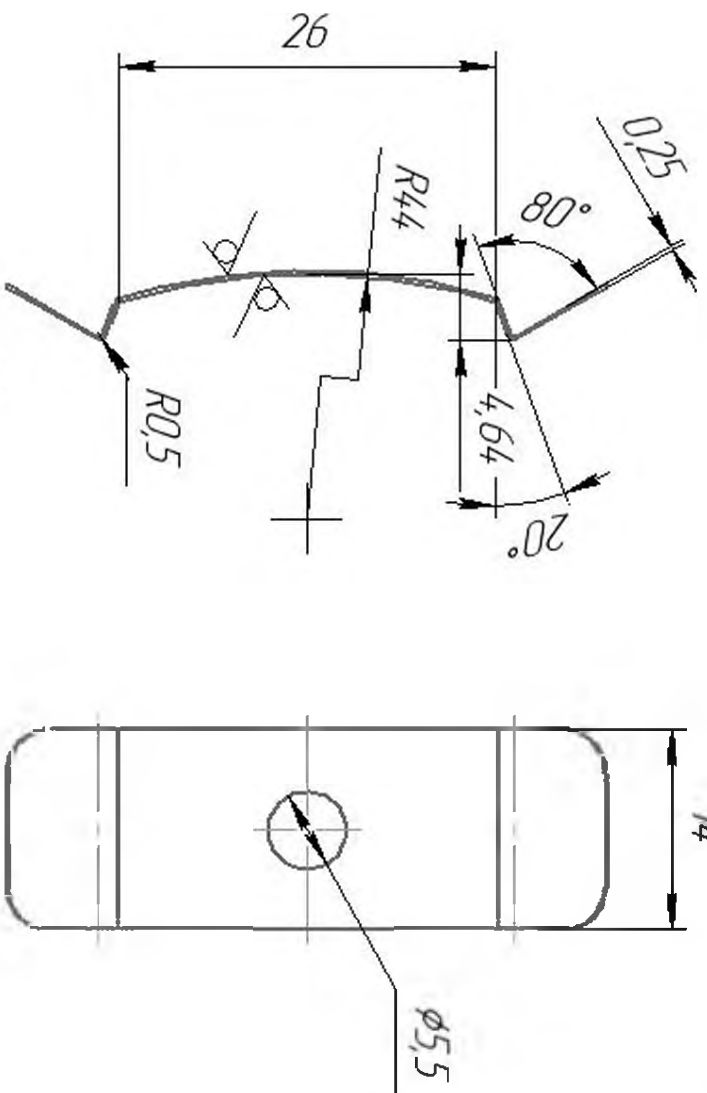
- 1 Н14, Н14, ±IT14/2.

Инв. № подл.		Подп. и дата		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. и дата		Справ. №		Перв. примен.	
Исполн. Умб	Нецелев Разрабчев	Исполн. Умб	Нецелев Разрабчев										
Изм. Лист				№ док-м.				Подп.		Дата			
Разрабч. Бабун				Разрабч. Разрабчев									
Подп. Т. Контр.													
Исполн. Умб				Нецелев Разрабчев									
КНУ.КМР.13124.1-0105.Е										Лист		Масшаб	
Екран										0,04		1:1	
Дрескино прозоре 2мм										Кафедра ТМ		зр. ПМ-23М	
Копирован										Формат А4			

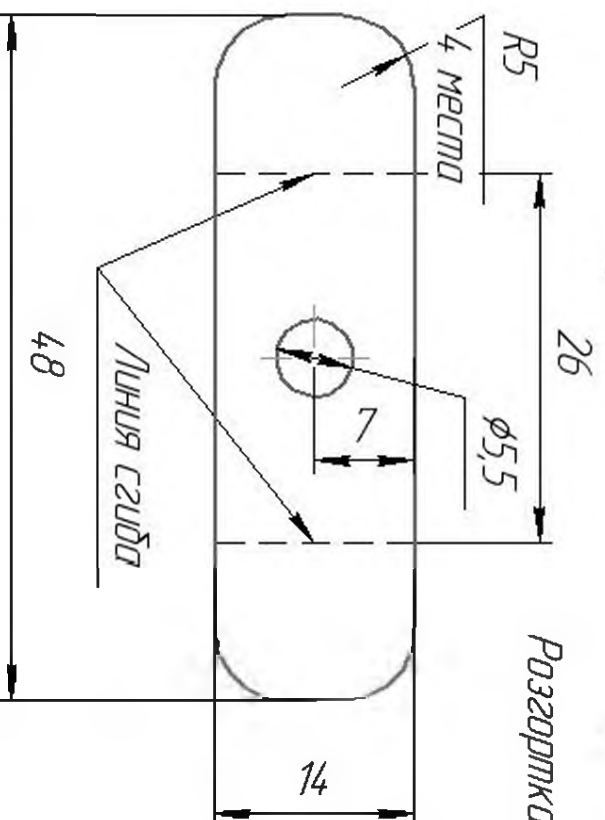
КНУ.КМР.13124.1-01.05.П

√ Ra 10,0 (√)

Справ. №	Перв примен.



Разбортка



1 Н14, Н14, ±IT14/2.

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подл. и дата

Изм./Лист	№ докум.	Подл.	Дата
Разработ	Бабич		
Пров	Рязанцев		
Технпр.			
Начнпр.	Нечасов		
Удб	Рязанцев		

КНУ.КМР.13124.1-01.05.П

**ПРИЖИМ**

Латунь 163 0.25mm

Лист	Масса	Масштаб
Лист	Листов	
	0	2:1

Кафедра ТМ  
ЗР. ПМ-23м

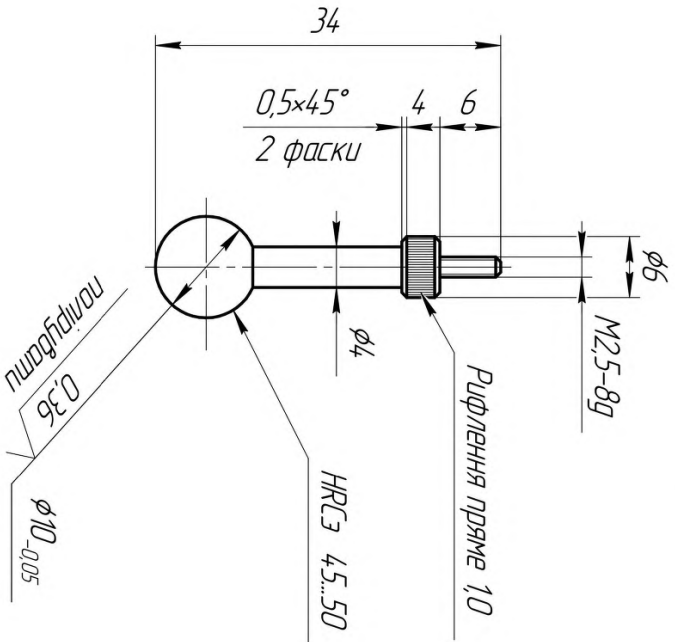
Копировал

Формат А4



ДКУЖМР.131.24.1-01.05.КК

✓ Ra 6,3 (✓)

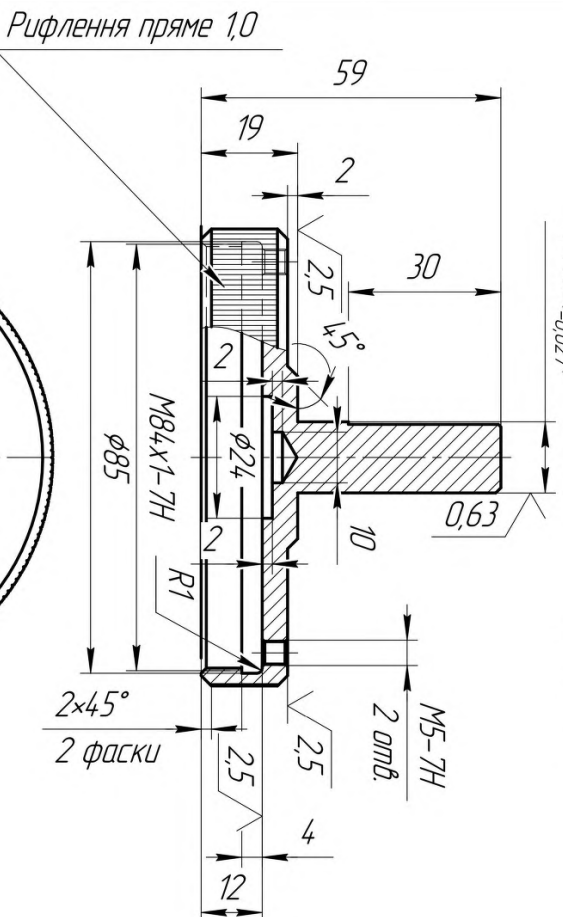


- 1 Н14; н14; ±IT14/2.
- 2 ГОСТ1 крайки прилигитли R0,2...0,3мм
- 3 Покрыття: Хім.Окс.Лэм

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дцбл.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.
Изм./Лист	№ док-м.	Подп.	Дата			
Разработ./Проб./Т.контр.	бд/и/в/и/в					
Исполн./Упр.	Исполн./Упр.					
КНУЖМР.131.24.1-01.05.КК				Лист 1		
Кінцевик сферичний R5				Масштаб 0:01		
Сталь 45 ДСТУ 7806:2015				Кафедра ТМ зр. ПМ-23м		
Копіював				Формат А4		

Ф.5010-1-721С1.ДКУЖМР.131.24.1-01.05.Ф

✓ Ra 8,0 (✓)



- 1 30...36 HRc3.
- 2 Н14; н14; ±IT14/2.
- 3 ГОСТ1 крайки прилигитли R0,2...0,3мм
- 4 Покрыття: Хім.Окс.Лэм

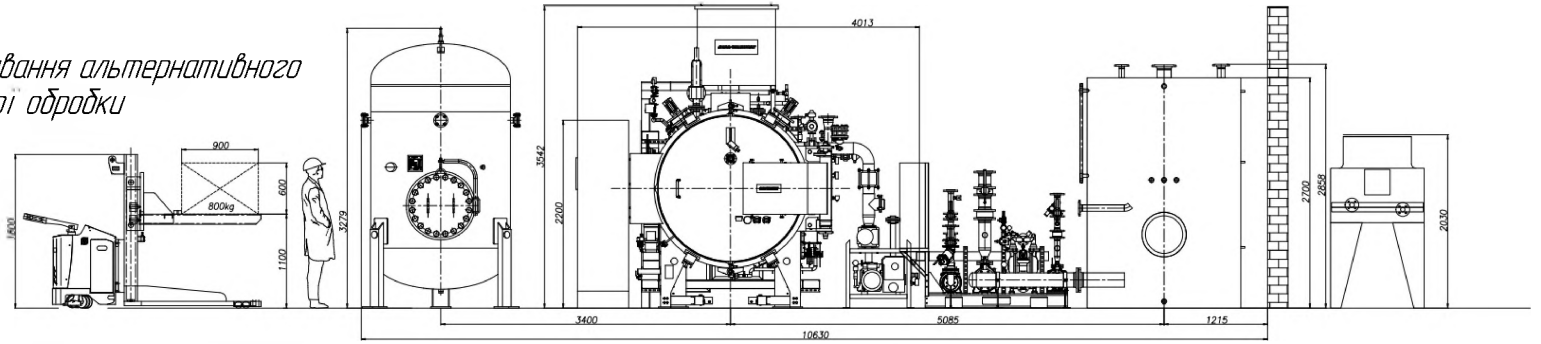
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дцбл.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.
Изм./Лист	№ док-м.	Подп.	Дата			
Разработ./Проб./Т.контр.	бд/и/в/и/в					
Исполн./Упр.	Исполн./Упр.					
КНУЖМР.131.24.1-01.05.Ф				Лист 1		
Фланець				Масштаб 0:37		
Сталь 40Х ДСТУ 7806:2015				Кафедра ТМ зр. ПМ-23м		
Копіював				Формат А4		



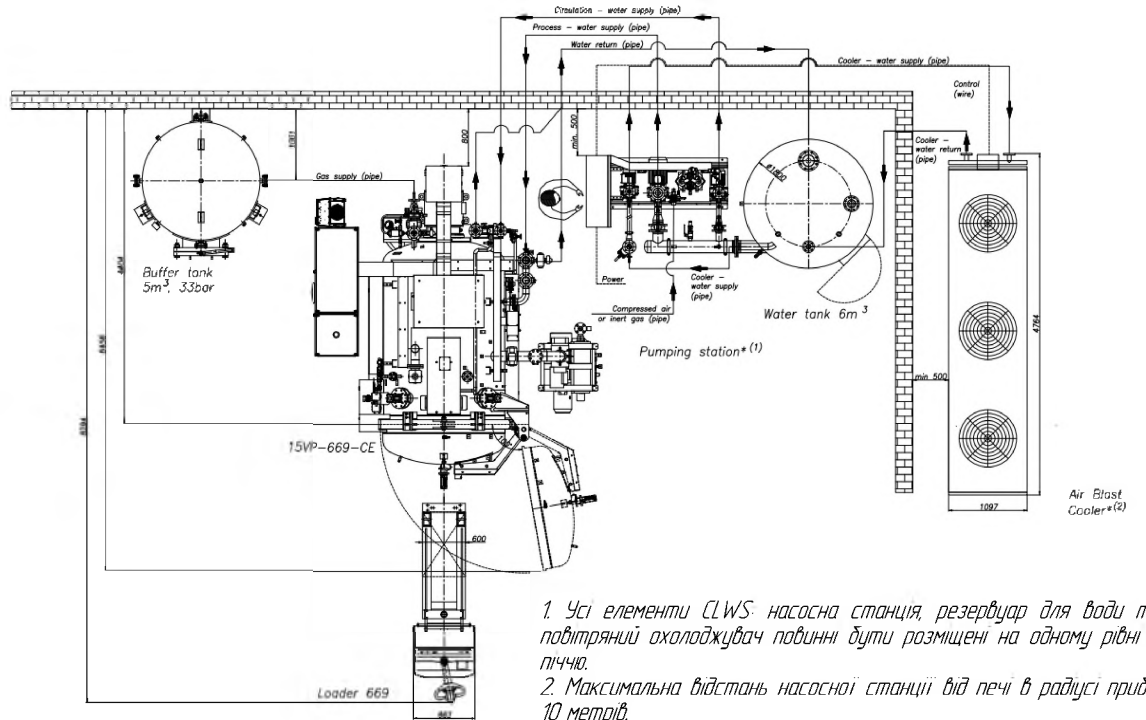
Вибір та обґрунтування альтернативного варіанту термічної обробки



Насос вакуумний пластинчато-роторний НВР



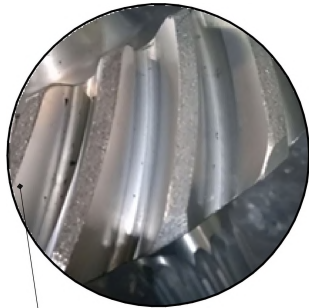
Дифузійний високовакуумний паромасляний насос Н 100.



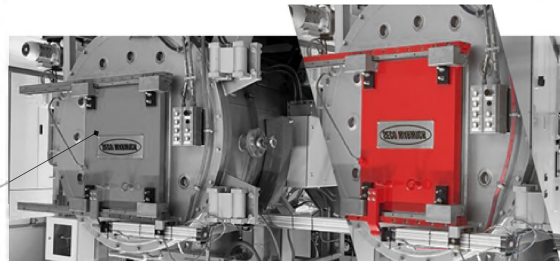
1. Усі елементи CLWS: насосна станція, резервуар для води та повітряний охолоджувач повинні бути розміщені на одному рівні з печю.
2. Максимальна відстань насосної станції від печі в радіусі прийд. 10 метрів.
3. Загальна довжина трубопроводів, що ведуть до та від повітряоохолоджувача макс. 60 метрів.
4. Максимальна висота трубопроводів 6 метрів.
5. Зворотні трубопроводи повинні проходити з ухилом 1\*.
6. Перевірте герметичність всієї системи після остаточного монтажу.



Об'ємне гартування



Вакуумне гартування



CaseMaster Evolution T

КНУ.КМР.131.24.1-01.07.НЧ			
Имя Лист	Г.Л.Воким	Подп.	Листа
Разраб	Бабю		
Проб	Рязанцев		
Т.контр			
Исполн	Нечас		
Утв	Рязанцев		
Научова частина			Лист
			Масса
			Масштаб
			1:25
			Лист
			Листов
			1
Кафедра ТМ			
гр. ПМ-23М			
Формат А2			