

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 деталей носіннерушальної машини НРХ-04-01М з використання систем автоматизації

Виконав: магістрант  
групи ПМ-23м  
Дяченко М.С.  
Керівник випускної  
роботи:  
Рязанцев А.О.

Кривий Ріг  
2024 р.

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

## ПОЯСНОВАЛЬНА ЗАПИСКА ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка

на тему: : Розробка інноваційних процесів  
конструкторськотехнологічної підготовки виготовлення деталі  
носіннерушальної машини НРХ-04-01М з використання CAD-CAM  
систем.

Виконав магістрант гр. ПМ-20м

\_\_\_\_\_

(підпис)

Дяченко М.С.

Керівник МВР

\_\_\_\_\_

(підпис)

Рязанцев А.О.

Нормоконтроль

\_\_\_\_\_

(підпис)

Нечасєв 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**

Студента гр. ПМ-23м Дяченко Микити Сергійовича

Тема: Розробка інноваційних процесів конструкторсько-технологічної підготовки виготовлення деталі носіннерушальної машини НРХ-04-01М з використанням САД-САМ систем.

1. Керівник проекту: Рязанцев А.О..

Затверджена наказом по КНУ № \_\_\_\_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р.

2. Термін подання студентом закінченої роботи \_\_\_\_\_ р.

3. **Вихідні дані до роботи:** 1. Креслення вузла. 2. Креслення деталі «Шків». 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.Ротор носіннерушальної машини НРХ-04-01М (складальне креслення). 2. Шків. 3.Корпус. 4 Ескізи операцій. 5. Верстатно-інструментальне налагодження. 6. Верстатне пристосування. 7. Контрольне пристосування. 8. Науково-дослідна робота.

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Організаційно-економічна підготовка виробництва	Рязанцев А.О.		

## 7. Календарний план:

Розділи пояснювальної записки	Термін виконання
1 Розробка та узгодження технічного завдання	19.09.2024
1.1 Технічне завдання та аналіз вихідних даних	20.09.2024
1.2 Інформація про деталь	22.09.2024
1.3 Вимоги до методів проєкування	25.09.2024
2 Проєкування технологічного процесу складання	27.09.2024
2.1 Службове призначення виробу	29.09.2024
2.2 Розрахунок лінійного розмірного ланцюга	30.09.2024
2.3 Проєкування технологічного процесу складання	01.10.2024
3 Технологічна підготовка виробництва виробу	03.10.2024
3.1 Техніко-економічний аналіз вихідних даних для обробки деталі	05.10.2024
3.2 Проєкування технологічного процесу обробки деталі	07.10.2024
4 Моделювання та програмування операцій механічної обробки	09.10.2024
5 Конструкторська підготовка виробництва	11.10.2024
6 Організаційно-економічна підготовка виробництва	.10.2024
6.1 Формування вихідних параметрів механічної дільниці цеху	02.11.2024
6.2 Охорона праці та екологія виробництва	05.11.2024
6.3 Розрахунки ключових техніко-економічних показників	08.11.2024
7 Розробка комплексу інструмента для дослідження процесу стуржкоутворення при торцевому фрезеруванні	11.11.2024
Висновки	15.11.2024
Додатки	25.11.2024
Попередній захист	12.12.2024

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

Завдання видав керівник  
магістерської випускної роботи

\_\_\_\_\_

Рязанцев А.О.

Завдання отримав  
магістрант

\_\_\_\_\_

Дяченко М.С.

№ рядка	Формат	Позначення	Назва	Кількість	Примітки
1					
2			Документація загальна		
3					
4	A4	КНУ.КМР.131.24.05	Пояснювальна записка з технологічним процесом	1	
5					
6					
7		За базовою документацією	Креслення складального вузла	1	
8			Документація щодо розділів проекту		
9					
10					
11	A3			1	
12	A1	КНУ. КМР .131.24.1-05.РІН	Креслення інструментальної налашки	1	
13	A1	КНУ. КМР .131.24.1-05.ЕООДШ	Ескізи операцій обробки деталі шків	1	
14				1	
15	A1	КНУ. КМР .131.24.1-05.ЕООДК	Ескізи операцій обробки деталі корпус		
16					
17	A3	КНУ. КМР .131.24.1-05.ІІІ	Креслення деталі шків		
	A3	КНУ. КМР .131.24.1-05.К	Креслення деталі корпус		

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-05.ВМ</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розробив</i>		<i>Дяченко</i>			<i>Відомість матеріалів</i>		
<i>Перевірів</i>		<i>Рязанцев</i>					
<i>Н. Контр.</i>		<i>Нечаяев</i>					
<i>Затверд.</i>		<i>Рязанцев</i>					
					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
					<i>Кафедра ТМ гр ПМ-23м</i>		

6  
РЕФЕРАТ

На тему : Розробка інноваційних процесів конструкторсько-технологічної підготовки виготовлення деталей насіннерушальної машини НРХ-04-01М з використання систем автоматизації

Пояснювальна записка до дипломного проектування складається з: 69 стор., рисунків, таблиць, комплект карт на 12 стор. на технологічні процеси механічної обробки деталі а також листів графічної частини 10.

Кваліфікаційна магістерська робота присвячена розробці технологічного забезпечення виготовлення деталей "Шків" та "Корпус підшника" насіннерушальної машини НРХ-04-01М з використання систем автоматизації. Розгляд технології виготовлення даних деталей є критичним для покращення якості та надійності обладнання.

Актуальність дослідження обумовлена постійним розвитком машинобудівної галузі, впровадження новітніх технологій та автоматизованих систем для підвищення ефективності та якості виробництва. В умовах зростаючої конкуренції та глобалізації особливе значення набуває оптимізація конструкторсько-технологічної підготовки виготовлення деталей машин. Носіннерушальні машини, зокрема модель НРХ-04-01М, є важливою ланкою аграрного сектору, що забезпечує ефективну обробку сільськогосподарської продукції. Використання систем автоматизації в процесі проектування та виготовлення деталей таких машин дозволяє значно знизити виробничі витрати, скоротити терміни виготовлення продукції та підвищити її якість. Тому розробка інноваційних підходів до конструкторсько-технологічної підготовки є надзвичайно актуальною задачею для вітчизняної промисловості. Це дослідження спрямоване на вирішення сучасних викликів автоматизації, що є критичним для підвищення конкурентоспроможності українських підприємств. Метою роботи є розробка та впровадження інноваційних процесів конструкторсько-технологічної підготовки виготовлення деталей носіннерушальної машини НРХ-04-01М із використанням сучасних автоматизованих систем. Це передбачає оптимізацію проектних рішень, вдосконалення технологічних процесів та впровадження програмних засобів автоматизації, що забезпечують ефективне управління виробничими циклами та підвищення продуктивності.

Об'єктом дослідження є конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення деталей носіннерушальної машини. Предметом дослідження є методи та засоби автоматизації які включають в себе розробку алгоритмів проектування, вибір оптимальних технологічних рішень, використання сучасних САПР і САМ-систем для підвищення продуктивності та забезпечення якості виробничих процесів.

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-04.Р</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Дяченко</i>			<i>Реферат</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Рязанцев</i>					1	2
<i>Реценз.</i>						<i>Кафедра ТМ гр. ПМ-23м</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Нечаєв</i>						
<i>Утверд.</i>		<i>Рязанцев</i>						

## ABSTRACT

The explanatory note to the diploma design consists of: 63 pages, drawings, tables, a set of maps on 12 pages. on the technological processes of mechanical processing of the part, as well as sheets of the graphic part 10.

The qualification master's thesis is devoted to the development of technological support for the manufacture of parts "Pulley" and "Busbar housing" of the seed-moving machine HPX-04-01M using automation systems. Consideration of the manufacturing technology of these parts is critical for improving the quality and reliability of the equipment.

The relevance of the study is due to the constant development of the machine-building industry, the introduction of new technologies and automated systems to increase the efficiency and quality of production. In conditions of growing competition and globalization, optimization of the design and technological preparation of the manufacture of machine parts is of particular importance. Seed-moving machines, in particular the HPX-04-01M model, are an important link in the agricultural sector, ensuring the effective processing of agricultural products.

The use of automation systems in the process of designing and manufacturing parts of such machines allows to significantly reduce production costs, shorten the terms of manufacturing products and improve their quality. Therefore, the development of innovative approaches to design and technological preparation is an extremely urgent task for the domestic industry. This research is aimed at solving modern automation challenges, which is critical for increasing the competitiveness of Ukrainian enterprises. The purpose of the work is to develop and implement innovative processes of design and technological preparation for the manufacture of parts of the NRX-04-01M carrier-moving machine using modern automated systems. This involves optimizing design solutions, improving technological processes and implementing automation software tools that ensure effective management of production cycles and increasing productivity.

The object of the research is design and technological preparation for the manufacture of parts of the carrier-moving machine. The subject of the research is automation methods and tools that include the development of design algorithms, the selection of optimal technological solutions, the use of modern CAD and CAM systems to increase productivity and ensure the quality of production processes.

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-04.P</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		2

## ЗМІСТ

Вступ	10
1 Розробка та узгодження технічного завдання	11
1.1 Технічне завдання та аналіз вихідних даних	11
1.2 Службове призначення об'єкту проектної задачі	15
1.3 Вимоги до методів проектування, обладнання та технологій	15
2 Проектування технологічного процесу складання	17
2.1 Службове призначення виробу	20
2.2 Розрахунок лінійних та кутових розмірних ланцюгів	21
2.3 Проектування технологічного процесу складання	21
3 Технологічна підготовка виробництва виробу	24
3.1 Техніко-економічний аналіз вихідних даних для обробки деталі «Шків»	24
3.1.1 Службове призначення деталі . Вибір матеріалу і варіантів замін	24
3.1.2 Аналіз якості поверхонь деталей	25
3.1.3 Технічний контроль робочого креслення	26
3.1.4 Аналіз технологічності деталі	26
3.1.4.1 Якісний аналіз технологічності	27
3.1.5 Вибір типу виробництва. Задачі проектування. Пропозиції щодо Удосконалення	28
3.1.5.1 Вибір типу виробництва та методу роботи	29
3.1.5.2 Вибір діючого заводського чи типового технологічного процесу. Задачі проектування. Пропозиції щодо удосконалення типового ТП	
3.2 Проектування технологічного процесу обробки деталі	32
3.2.1 Вибір, техніко-економічне обґрунтування та проектування заготовок	32
3.2.2 Проектування заготовок	37
3.2.3 Вибір і обґрунтування баз	38
3.2.4 Розробка маршруту обробки деталі	39
3.2.6 Розробка технологічної операції	42
3.2.6.1 Вибір режимів різання, нормування технологічних операцій	42
3.1.7 Техніко-економічний аналіз вихідних даних для обробки деталі «Корпус»	43

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-04.3</i>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Дяченко			<i>Зміст</i>	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Рязанцев					1	2
Реценз.						<i>Кафедра ТМ гр. ПМ-23м</i>		
Н. Контр.		Нечаев						
Утверд.		Рязанцев						



4	Моделювання та програмування операцій механічної обробки	45
4.1	Розробка верстатно–інструментального налагодження та розрахунково-технологічної карти для операції на верстатах з ЧПК	46
4.2	Робота з проміжними файлами, вибір системи ЧПК, постпроцесора та отримання керуючих програм	48
4.3	Візуалізація та перевірка керуючих програм	52
5	Конструкторська підготовка виробництва	54
5.1	Проектування верстатного оснащення	54
5.2	Проектування контрольного оснащення	55
6	Організаційно-економічна підготовка виробництва	58
6.1	Охорона праці та екологія виробництва	58
6.2	Розрахунки ключових техніко-економічних показників	59
7	Комплексна оцінка ефективності проектних рішень з використанням інноваційно-наукових ресурсів	61
	Висновки	
	67	
	Список використаних джерел	68
	Додатки	69

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-04.3</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		2

## ВСТУП

У сучасному масложировому виробництві, де ключову роль відіграють висока продуктивність, якість та ефективність, значення насіннярушок зростає як ніколи. Вони є незамінним обладнанням для подрібнення насіння на фракції, які відповідають виробничим стандартам. Проте в реальних умовах робота насіннярушок не завжди проходить бездоганно, а одним із визначальних компонентів, що впливають на їх ефективність, є ротор.

З огляду на постійний розвиток технологій та впровадження інновацій, дослідження ротора стає все більш актуальним для підвищення якості та ефективності насіннярушок. У цьому дипломному проекті буде проведено аналіз різних аспектів конструкції, виготовлення та оптимізації ротора, зокрема шківа та корпусу підшипника, з метою покращення його надійності й продуктивності.

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-04.В</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>	<i>Дяченко</i>				<i>Вступ</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>	<i>Рязанцев</i>						1	1
<i>Реценз.</i>						<i>Кафедра ТМ гр. ПМ-23м</i>		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Нечаев</i>							
<i>Утверд.</i>	<i>Рязанцев</i>							

# 1 РОЗРОБКА ТА УЗГОДЖЕННЯ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

## 1.1 Технічне завдання та аналіз вихідних даних

Технологічне забезпечення виготовлення вузла «Ротор», а саме деталей «Шків» та «Корпус підшипника» насіннярушальної машини НРК-04-01М є предметом даного дослідження. Ротор є ключовим вузлом в конструкції насіннярушальної машини НРК-04-01М, від якого залежить ефективність роботи всього агрегату. Креслення вузла заданих деталей представлено на рис. 1.1, 1.2 та 1.3, а складальний вузол (насіннярушальна машина) на рис. 1.3.

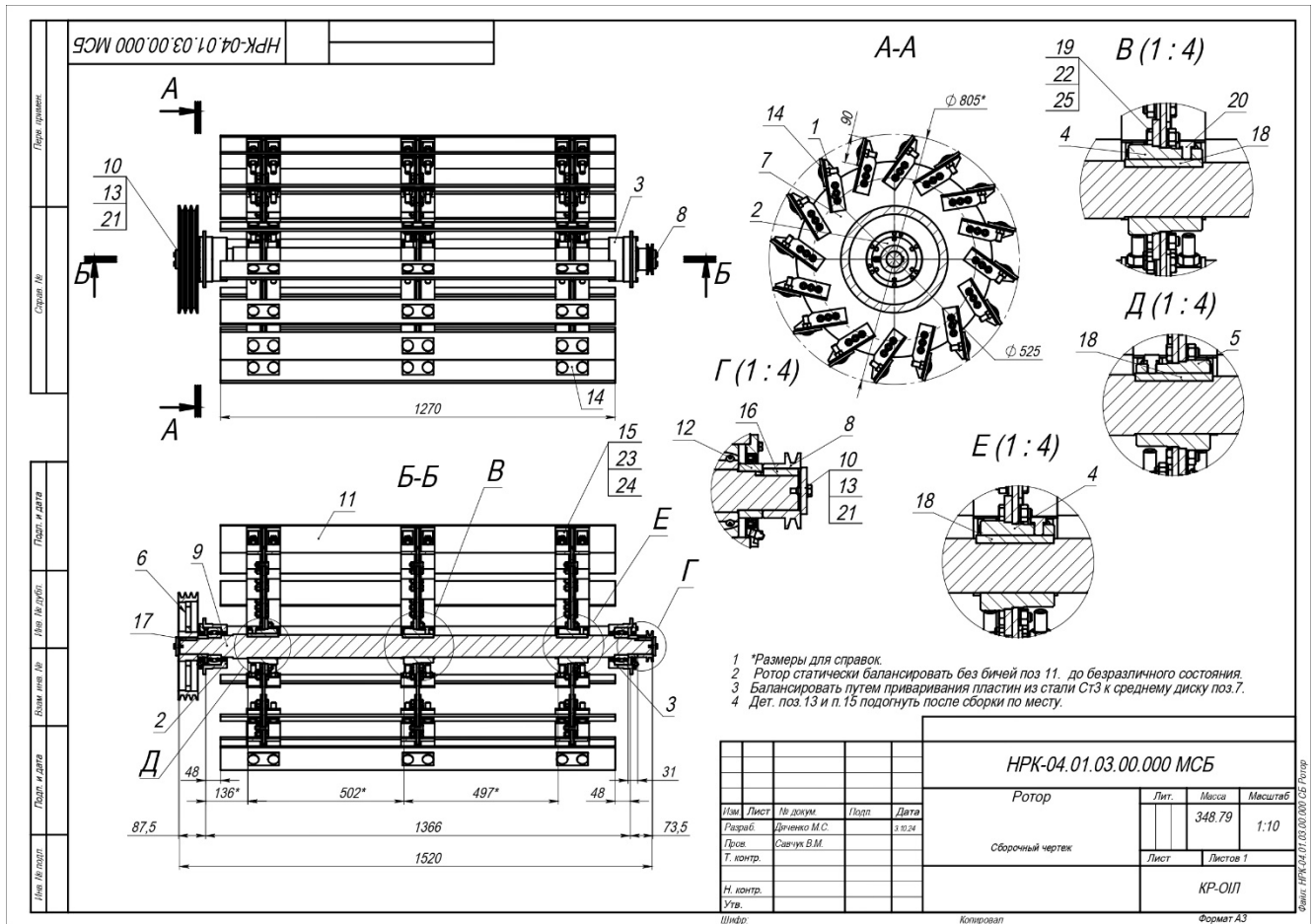


Рисунок 1.1- Креслення вузла «Ротор»

<p style="text-align: right;"><i>КНУ.КМР.131.24.1-04.01.РТУТЗ</i></p>				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.		Дяченко		
Провер.		Рязанцев		
Реценз.				
Н. Контр.		Нечаев		
Утверд.		Рязанцев		
			Лит.	Лист
				1
			Листов	5
			Кафедра ТМ гр. ПМ-23м	

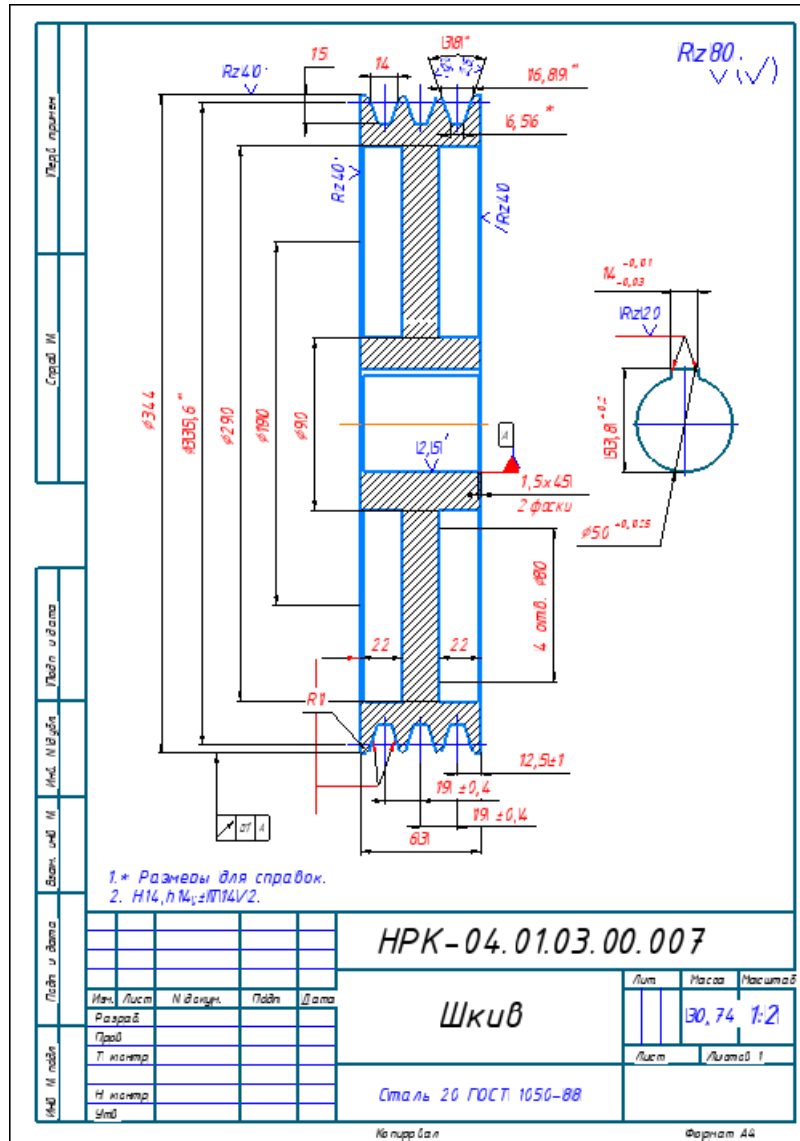


Рисунок 1.2- Креслення заданої деталі «Шків»

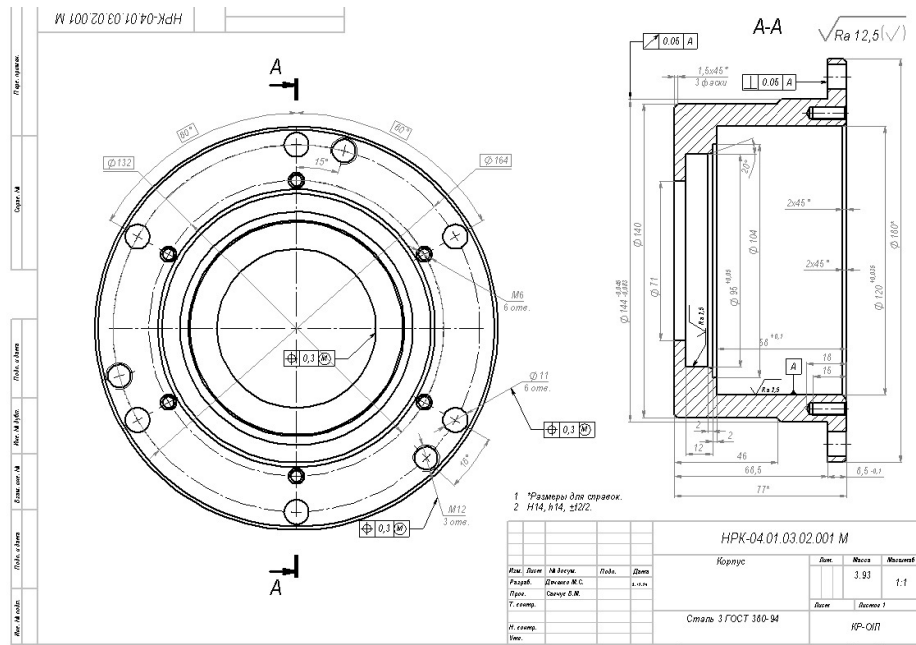


Рисунок 1.3- Креслення заданої деталі «Корпус подшипника»

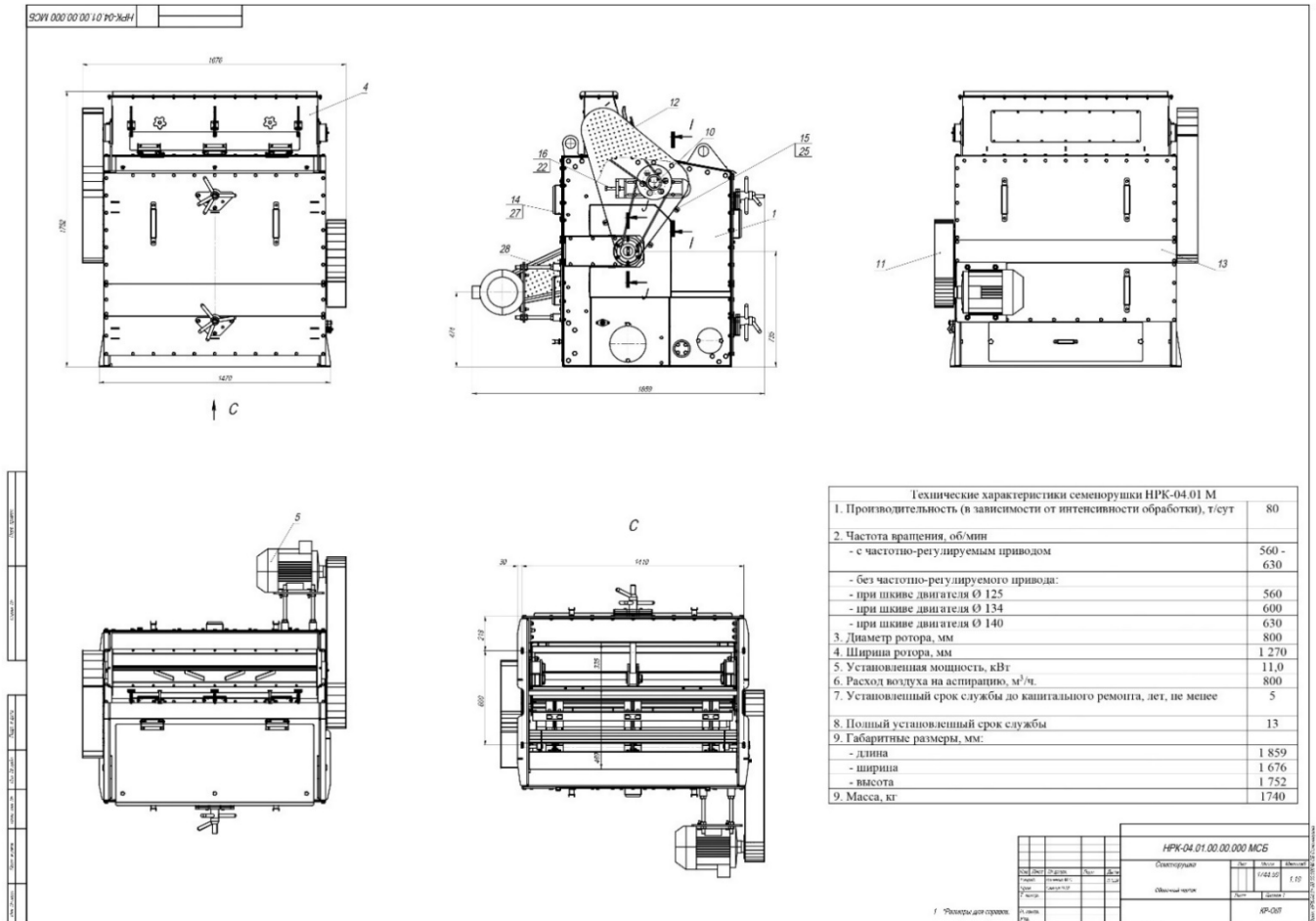


Рисунок 1.4- Креслення насіннярушальної машини

Об'єктом дослідження є технологічне забезпечення виготовлення деталі «Шків», та «Корпус підшипника» носіннерушальної машини НРХ-04-01 М.

Предметом дослідження є конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення деталі шків носіннерушальної машини НРХ-04-01 М з використанням систем автоматизації.

## 1.2 Службове призначення об'єкту проєктної задачі

Деталі шків та корпус підшипника є складовою вузла ротор носіннерушальної машини НРХ-04-01 М (рис. 1.5), (рис 1.6) та (рис 1.7). Машини насіннерушальні безперервної дії призначені для обвалення шкірочного олійного насіння на підприємствах масложирової промисловості.



Рисунок 1.5- Насіннярушальна машина

## 1.3 Вимоги до методів проєктування, обладнання та технологій

Метою кваліфікаційної роботи є застосування систем автоматизації, зокрема САD, САМ технологій, що забезпечило моделювання об'ємної моделі складального вузла «Ротор» і деталей «Шків» та «Корпус підшипника» на основі двовимірного креслення. (рис. 1.6), (рис. 1.7), (рис.1.8) .

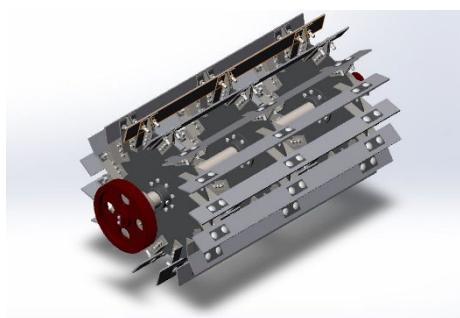


Рисунок 1.6 –3D модель вузла «Ротор»

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-04.01.РТУТЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

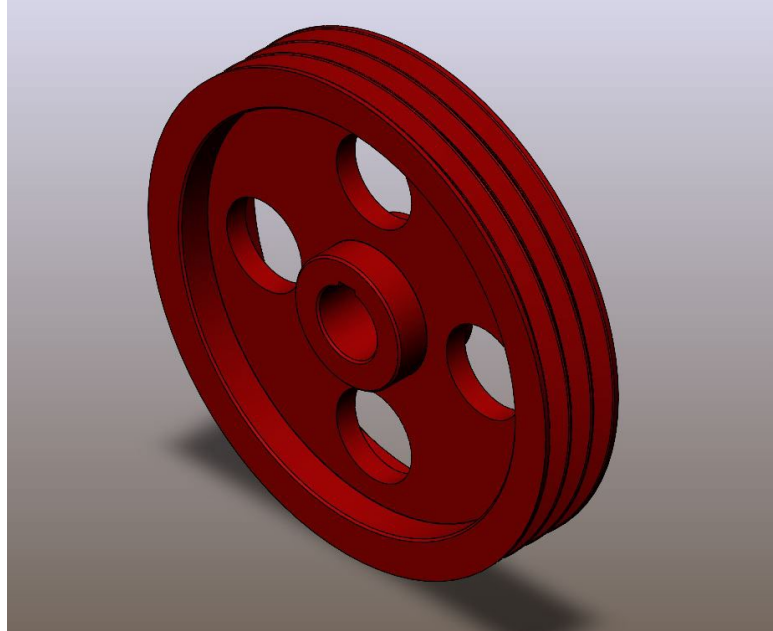


Рисунок 1.7 –3D модель деталі «Шків»

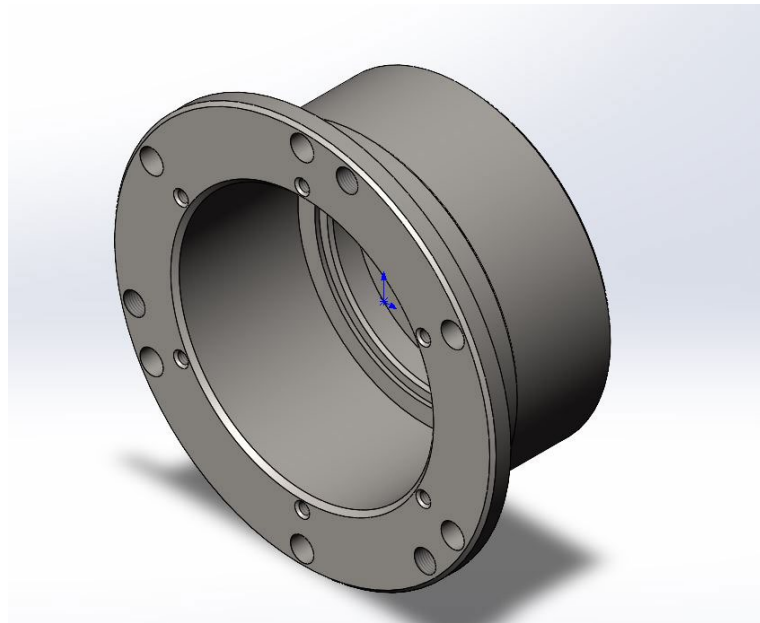


Рисунок 1.8 –3D модель деталі «Корпус підшипника»

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-04.01.РТУТЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

## 2 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СКЛАДАННЯ

### 2.1 Службове призначення виробу

Загальний вид насіннерушальні машини можна побачити на рисунку 2.1



Рисунок 2.1 Насіннерушальна машина НРХ-04.01 М

Машини насіннерушальні безперервної дії призначені для обвалення шкiрочного олійного насіння на підприємствах масложирової промисловості. Конструкція НРХ-4-01М складається з корпусу, всередині якого розташовані підшипникові вузли, що утримують ротор, деки та декотримач. Також до складу входять верхній і нижній механізми регулювання зазору між ротором і декою, живильник, регульований

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-04.02.ПТПС</i>					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						
Разраб.	Дяченко				Лит.	Лист	Листов			
Провер.	Рязанцев					1	7			
Реценз.					<i>Проектвання технологічного процесу складання</i>					
Н. Контр.	Нечасов							<i>Кафедра ТМ гр. ПМ-23м</i>		
Утверд.	Рязанцев									



відбивач, привід, захисні огорожі й аспіраційний патрубок (оскільки машина не оснащена власним вентилятором і підключається до центральної аспіраційної системи). Ротор обертається завдяки клинопасовій передачі від приводного двигуна, розміщеного на задній стінці машини.

У живильнику встановлено живильний валик, який отримує обертання через клинопасову передачу від ротора за допомогою контрприводу. Завдяки регулювальній заслінці й валику продукт рівномірно розподіляється по всій ширині живильника й подається у лоток до зони між ротором і декою (рушильну камеру). У цій камері насіння подрібнюється завдяки багаторазовим ударам бичів і відбиванню об рифлену поверхню деки. Після подрібнення ядра насіння і лушпиння відбивачем спрямовуються на вихід із машини. Інтенсивність подрібнення насіння в камері регулюється зміною зазору між декою та бичами.

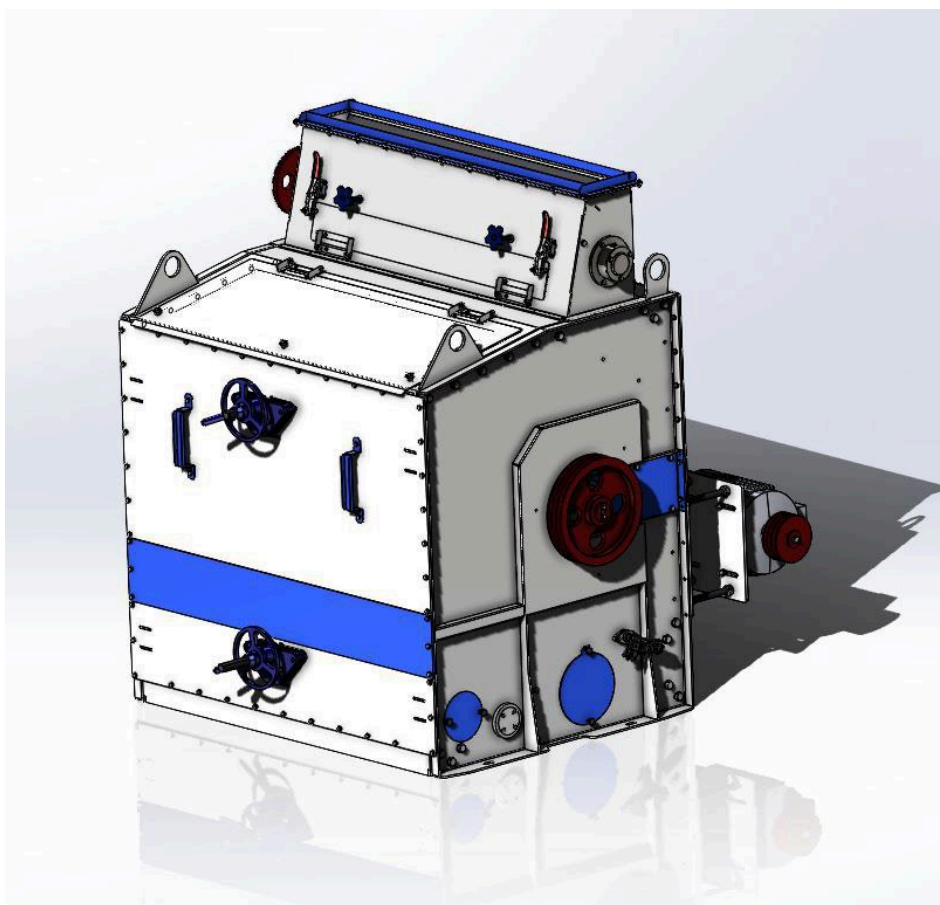


Рисунок 2.2- Насіннярушальна машина у 3D

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

КНУ.КМР.131.24.1-04.02. ПТПС

Лист

2

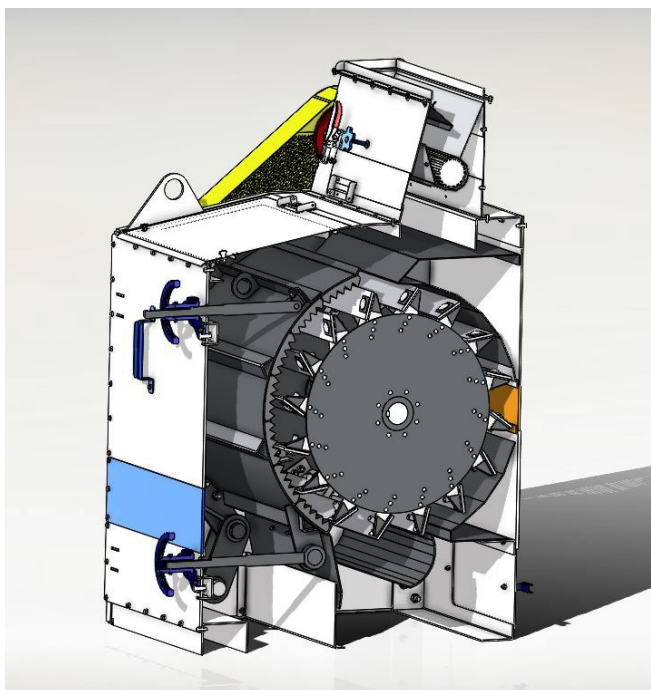


Рисунок 2.3- Насіннярушальна машина (у розрізі)

Характеристики насіннярушальної машини наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1-Характеристики насіннярушальної машини

Типорозмір	
Продуктивність (в залежності від інтенсивності обробки), т/добу	80
1	2
Частота обертання, об/хв	
-з частотно-регульованим приводом	560-630
-без частотно-регульованого привода:	
при шківу двигуна:	560
-Ø125	600
-Ø 133,9	630
-Ø140,6	
Габаритні розміри, мм:	
-довжина	1750
-ширина	1615
-висота	1710
Діаметр ротора, мм	420-700
Ширина ротора, мм	1270
Встановлена потужність,кВт	250
Маса, т	1750

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

КНУ.КМР.131.24.1-04.02. ПТПС

Лист

3

## 2.2 Розрахунок лінійних та кутових розмірних ланцюгів

Для ефективного функціонування складного механізму всі його компоненти повинні бути правильно встановлені та взаємодіяти у заданому положенні. Оцінка точності їхнього взаємного розташування враховує зв'язок між розмірами різних деталей виробу.

Ми розробляємо схему розмірної послідовності та проводимо розрахунки, застосовуючи метод нормального розподілу за допомогою бібліотеки DimChain CAD/CAM. Щоб забезпечити найкоротший маршрут у розмірному ланцюзі, усі деталі, що входять до нього, повинні мати однакові розміри. Ми задаємо номінальні розміри складових і формуємо технологічний ланцюг.

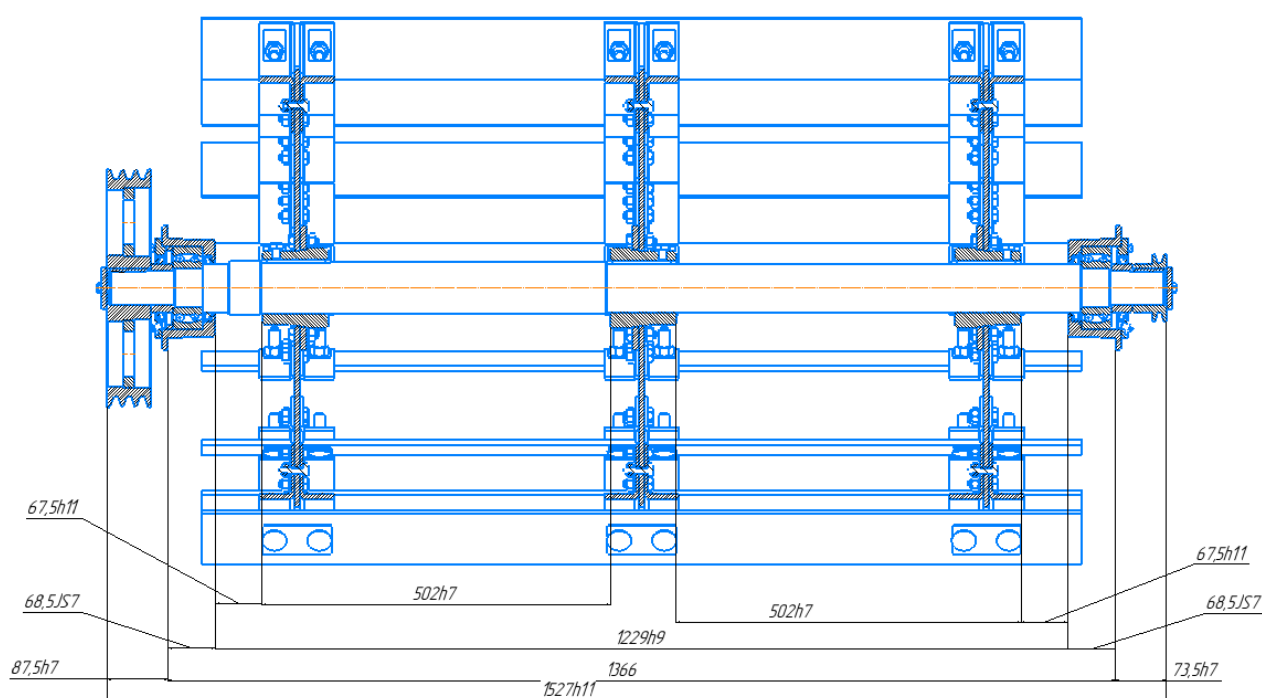


Рисунок 2.4 – Розташування розмірного ланцюга

Щоб досягти необхідної відстані між об'єктами, скористаємося методом компенсації прокладок: за допомогою конфігуратора CAD інтегруємо розмірний ланцюг, відомий як DimChain, в бібліотеку механіки.

Після створення розмірного ланцюга та встановлення розмірів і допусків запустимо диспетчер обчислень. Ланцюг поступово замикаємо безперервним натисканням лівої кнопки миші.

					КНУ.КМР.131.24.1-04.02. ПТПС	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

Текущая: 1  
Всего: 1  
Звенья:

Цепь	Н	Ном.	ВО	НО	П	У.ВО	У.НО	Д.ВО
01.00		1527.00	0.000	-0.780				0.000
01.01		87.50	0.000	-0.035				0.000
01.02		73.50	0.000	-0.030				0.000
01.03		68.50	0.015	-0.015				0.000
01.04		68.50	0.015	-0.015				0.000
01.05		67.50	0.000	-0.190				0.000

Настройки  
Способ расчета: Минимум Максимум  
Коэффициент риска: 1.0

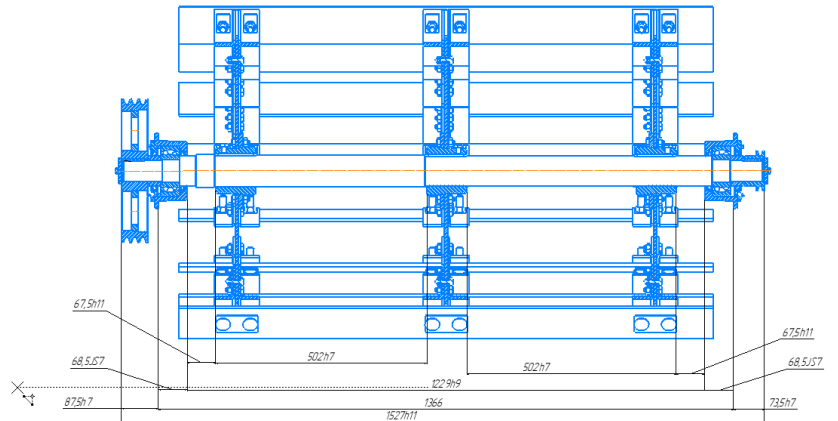


Рисунок 2.4 – менеджер розрахунку розмірних ланцюгів

Вибравши метод розрахунку для нормального розподілу, ми отримали потрібні розміри та допуски для замикаючої ланки. Після цього зберігаємо у формати «txt».

Цепь	Н	Ном.	ВО	НО	П	У.ВО	У.НО	Д.ВО	Д.НО	d1/dT	dT
Метод расчета : Минимум Максимум											
Риск фактор : 1.00											
01.00	+	1527.00	0.000	-0.780				0.000	0.000	0.000	0.000
01.01	-	87.50	0.000	-0.035				0.000	0.000	0.000	0.000
01.02	+	73.50	0.000	-0.030				0.000	0.000	0.000	0.000
01.03	+	68.50	0.015	-0.015				0.000	0.000	0.000	0.000
01.04	-	68.50	0.015	-0.015				0.000	0.000	0.000	0.000
01.05	+	67.50	0.000	-0.190				0.000	0.000	0.000	0.000
01.06	+	67.50	0.000	-0.190				0.000	0.000	0.000	0.000
01.07	-	502.00	0.000	-0.070				0.000	0.000	0.000	0.000
01.08	-	497.00	0.000	-0.070				0.000	0.000	0.000	0.000

Рисунок 2.5 – результати розрахунку

### 2.3 Проектування технологічного процесу складання

Перед складанням ротора ретельно очищаємо вал. Перевіряємо наявність і достатню кількість мастила в підшипнику. Крім того, необхідно стежити за тим, щоб випускні отвори для змащення в корпусі підшипника не були забиті, а випускні отвори в корпусі підшипника гарантували відсутність мастила для усунення всіх дефектів, особливо задирів і вм'ятин.



На рисунку .2.6 схема процесу збирання вузла

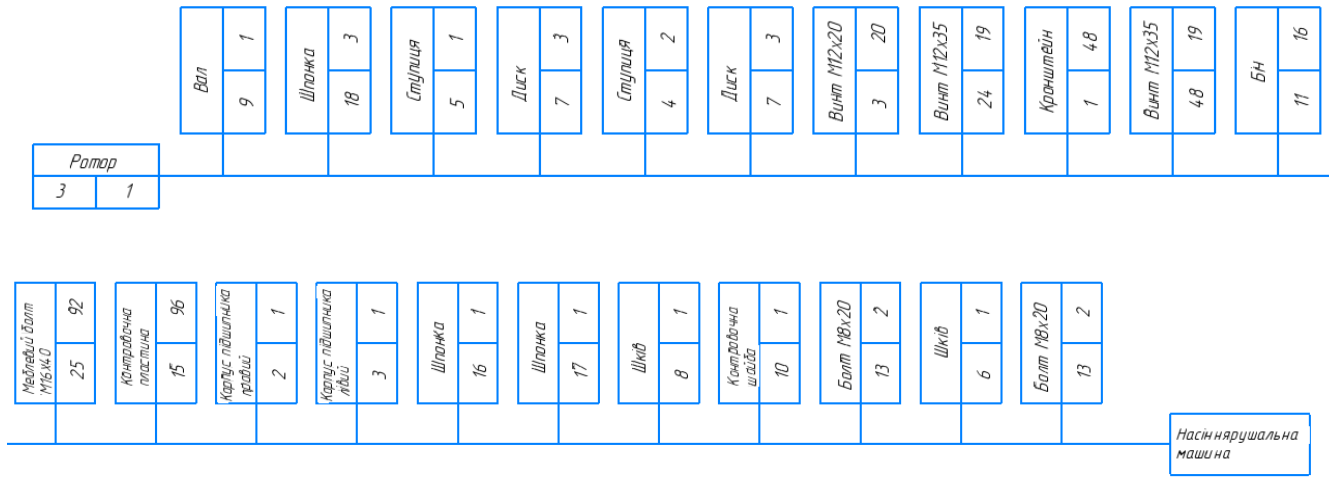


Рисунок 2.6 – Схема процесу збирання вузла

### 3 ТЕХНОЛОГІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА ВИРОБУ

#### 3.1 Техніко-економічний аналіз вихідних даних для обробки деталі «Шків»

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

Основна функція шківа полягає у передачі обертового руху між приводом та ротором. Проектована деталь встановлюється в насіяльнорухливі машині й слугує обертовим елементом. Загальна довжина шківа становить 63 мм, а його максимальний зовнішній діаметр — 344 мм.

Шків має три клинові канавки та під час роботи зазнає дії окружних, радіальних і нормальних сил, що підтверджує його здатність витримувати високі навантаження.

Підвищене навантаження зумовлене передачею крутного моменту та обертового руху.

Деталь функціонує у замкнутому механізмі, що захищає її від пилу, бруду та зовнішніх пошкоджень.

Для виготовлення шківа обрана сталь 20 відповідно до ДСТУ 7809:2015, що забезпечує необхідну міцність, твердість і зносостійкість.

У процесі проектування враховано технологічні особливості масового виробництва, що робить конструкцію шківа та корпусу пішипника практичною та відповідною. В якості альтернатив можуть використовуватися Сталь 3, хімічний склад і механічні властивості яких наведені в таблицях 3.1 та 3.2.

Таблиця 3.1 – Хімічний склад сталей для деталі

Марка сталі	C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
Сталь 20	0.17-0.24	0.17-0.37	0.35-0.65	≤0.30	≤0.035	≤0.030	≤0.25	≤0.30	≤0.08
Сталь 3	0.17-0.22	0.15-0.30	0.40-0.65	≤0.30	≤0.30	≤0.30	≤0.30	≤0.005	≤0.04

Таблиця 3.2 – Механічні властивості сталей

Марка сталі	$\sigma_t$ , МПа	$\sigma_{вр}$ , МПа	$\sigma_s$ , %	$\psi$ , %	$a_H$ , Дж/М <sup>2</sup>
	Не менше				
Сталь 20	245	410	25	55	882
Сталь 3	225	370	23	45	658

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-04.03.ТПВВ</i>		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.	Дяченко				Лит.	Лист	Листов
Провер.	Рязанцев					1	19
Реценз.					Технологічна підготовка виробництва виробу Кафедра ТМ гр. ПМ-23м		
Н. Контр.	Нечаєв						
Утверд.	Рязанцев						

### 3.1.2 Аналіз якості поверхонь деталей

Давайте присвоїмо номери всім поверхням на кресленні деталі «Шків».  
(Додаток 1)

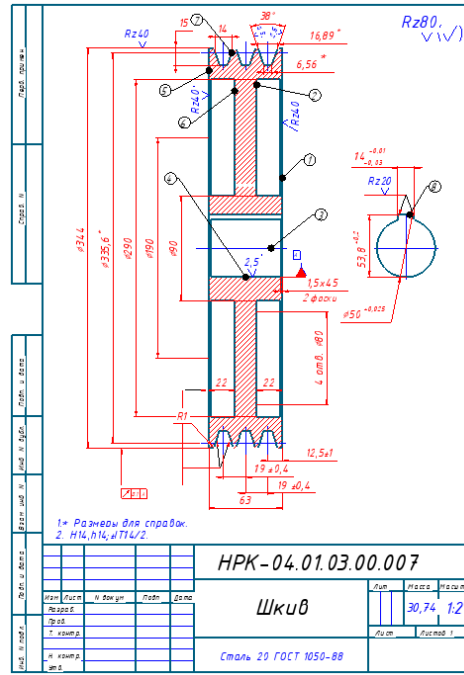


Рисунок 3.1-Креслення деталі «Шків»

До важливих поверхонь деталі шків, що визначають положення кільця, є торець і зовнішня циліндрична поверхня (позиції 1, 5, 7). До них пред'являються високі вимоги до точності розмірів, шорсткості поверхні та геометричної форми.

До виконавчих поверхонь відносяться поверхні 4,3,8..До допоміжних поверхонь відносять поверхні 2,6.. Вони служать для об'легчення деталі.

Основні та допоміжні поверхні мають підвищені вимоги до точності й шорсткості. Основні поверхні виконуються згідно з такими характеристиками: поверхня 1 відповідає 14 квалітету точності та має шорсткість Ra 2,5, а для іншої поверхні — 7 квалітет точності з шорсткістю Ra 1,6, що відповідає стандартним вимогам для подібних з'єднань.

На кресленні вказано базу у вигляді затемненого трикутника, що належить до поверхні 4. Відносно цієї бази зазначено взаємне розташування основних поверхонь, зокрема радіальне биття, яке не повинно перевищувати 0,1 мм. Для спряжених поверхонь

також встановлено, що радіальне биття не має перевищувати 0,1 мм, що відповідає нормам точності.

Таким чином, усі поверхні деталі виконані відповідно до їх функціонального призначення та встановлених вимог.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	КНУ.КМР.131.24.1-04.03. ТПВВ	Лист
						2





- К – найбільший діаметр деталі.
- С – максимальна довжина деталі: 63 мм.
- 9 – параметр центрального отвору: 50 мм.
- 21 – матеріал: Сталь 20.
- 41 – квалітет зовнішніх і внутрішніх поверхонь.
- 4 – маса деталі: 30 кг.

Как як деталь має великі розміри та масу неможливо використовувати продуктивний і економічний метод виготовлення заготовки. Деталь оснащена розвиненими базовими поверхнями для зручності установки під час обробки.

Жорсткість деталі визначається за формулою  $l/d$ .

$$l/d = 63/344 = 0.1$$

Шків має середню жорсткість. Конструкція шківу забезпечує вільний доступ як ріжучого, так і вимірювального інструменту. Для обробки використовуються токарні та довбальні верстати звичайної точності, що дозволяє досягти необхідних параметрів точності та шорсткості.

До нетехнологічних особливостей деталі належать не великі габарити та значна маса, що потребує використання підйомних кранів для транспортування, установки й закріплення, а також спеціальних верстатів. Нетехнологічними елементами є також отвори, які вимагають застосування лазерного верстату.

При обробці деталі використовуються як стандартні пристосування..

Загальний аналіз технологічності показує, що деталь є малотехнологічною через її значні розміри та вагу, що створює додаткові складнощі в процесі виготовлення.

#### 3.1.4.1 Кількісний аналіз технологічності

Коефіцієнт використання матеріалу визначаємо за формулою

$$K = \frac{M_d}{M_z}, \quad (3.1)$$

де  $M_z$  – маса заготовки,

$M_d$  – маса деталі.

$$K = \frac{25}{17,7} = 1,4.$$

Коефіцієнт використання матеріалу для деталей вал середній.

Розраховуємо середню точність за формулою:

$$IT_{сер} = \frac{\sum T \cdot n}{N}, \quad (3.2)$$

де T – квалітет точності,

n – кількість поверхонь однакової точності,

N – загальна кількість поверхонь.

					КНУ.КМР.131.24.1-04.03. ТПВВ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4



Розрахований коефіцієнт лежить у межах від 1 до 10, тому деталь підходить до багатосерійного типу виробництва.

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

Модель базується на типових технологічних процесах, що використовуються у виробництві дрібносерійної продукції. Компоненти обробляються на верстатах з числовим програмним управлінням (ЧПУ). Через малу вагу компонента значна частина витрат припадає на допоміжну робочу силу та штучно розрахований час.

Метою цього проекту є розробка більш економічно вигідного та ефективного виробничого процесу для цього компонента. У таблиці 3.4 показано процес виробництва цього компонента та основні етапи обробки деталі «Шків».

Таблиця 3.4 Типовий процес виробництва деталі «Шків».

№ оп.	1 Наімен. Операції 2 Верстат 3 Переходи	Ескіз операції
1	2	3
005	Підрізання торця Mazak INTEGREX 200 IV S Установ А Точити торець 1	
010	Точіння конавок Mazak INTEGREX 200 IV S Установ А Точити конавку 2	

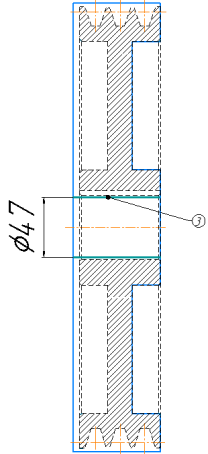
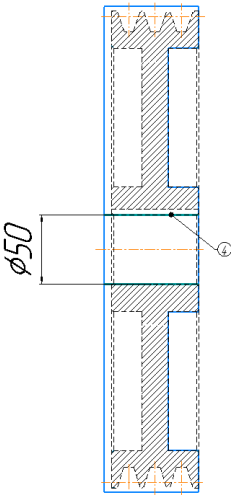
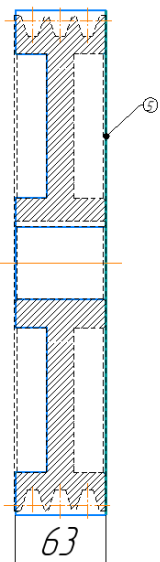
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

КНУ.КМР.131.24.1-04.03. ТПВВ

Лист

6

## Продовження таблиця 3.4

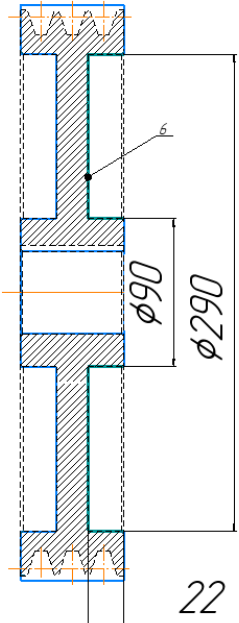
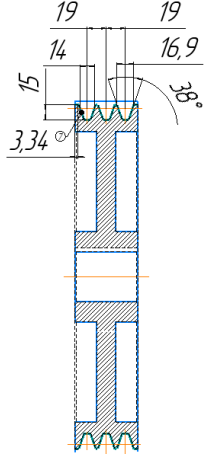
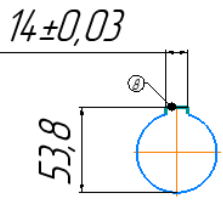
1	2	3
020	Сверління отвору Mazak INTEGREX 200 IV S Установ А Сверлити отвір 3	
030	Розточування отвору Mazak INTEGREX 200 IV S Установ А Розточувати отвір 4	
040	Підрізання торця Mazak INTEGREX 200 IV S Установ Б Точити торець 5	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

КНУ.КМР.131.24.1-04.03. ТПВВ

Лист

7

1	2	3
050	Точіння конавок Mazak INTEGREX 200 IV S Установ Б Точити конавку 6	
060	Точіння клинових конавок Mazak INTEGREX 200 IV S Установ Б Точити клинові конавки 7	
070	Довбання шпоночного пазу S200DR UNITECH- TROYAN Установ Б Довбати шпоночний паз 8	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Проаналізувавши типові технологічні процеси обробки деталей і враховуючи проектні завдання, було прийнято рішення про модернізацію верстата. Було запропоновано замінити існуючий верстат на верстат з ЧПК Mazak INTEGREX 200 IV S, що дозволить значно скоротити час на допоміжну обробку та гарантувати високу якість чистової та напівчистої токарної обробки.

Крім того, токарно-фрезерний верстат матиме можливість фрезерування та свердління, що значно скоротить час, необхідний для зміни та повторного закріплення заготовок. При цьому технологічні операції залишаться незмінними.

### 3.3 Проектування технологічного процесу обробки деталі «Шків»

#### 3.3.1 Вибір, техніко-економічне обґрунтування та проектування заготовок.

З таблиці 3.8 оптимальні фактори для заготовки, ми розглянемо метод кування.

Таблиця 3.8– Фактори способів виготовлення заготовки

Спосіб виготовлення заготовки	Фактори					Сума
	Форма і розміри заготовки	Необхідна точність якості поверхневого слою	Технологічні властивості матеріалу	Річна програма	Промислові можливості підприємства	
Поковка на молотах	-	+	+	+	+	4
Лиття в пісчано-глинясті форми	-	-	-	+	+	2
Електрошлакове лиття	+	+	-	+	-	2
Кування на пресах		+	+	+	+	5

#### 3.3.2 Проектування заготовок

Визначимо розміри заготовки відповідно до стандартів для виготовлення початкової стадії деталі методом поковки.

- Допуски та відхилення для діаметрів виступів і уступів встановлюються згідно з табличними значеннями, зазначеними в стандартах, наведених у таблиці 2:
  - Ø 350 мм — припуск на обробку становить  $5 \pm 7$  мм.
- Припуски та граничні відхилення визначаються як для загальної довжини деталі, так і для окремих уступів. Довжина виступів береться від єдиної базової площини:
  - l = 73 мм — припуск на обробку становить  $10 \pm 12$  мм.
 Усі визначені значення припусків і відхилень заносяться до таблиці 3.7.
- Додатково враховуються припуски на діаметри ковзання з урахуванням табличних значень основних припусків. Значення припусків, визначених за стандартами, заносяться до таблиці 3.6.

					КНУ.КМР.131.24.1-04.03. ТПВВ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

Таблиця 3.9 Таблица даних

	Номиналь й розмір	Основ й припус	Гранич відхиле ня	Додатко й припус	Кінцевий розмір	Пр т
	Ø 350	30	± 5	5	Ø 345 ± 5	
	L 73	30	± 7	10	L 63 ± 10	

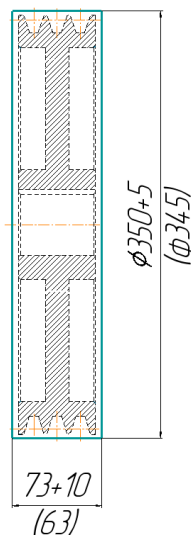


Рисунок 3.4 Заготовка шківa

Проведіть техніко-економічне обґрунтування для вибору найкращого методу виробництва заготовок.

За допомогою рівняння 3.6 визначте собівартість заготовки, отриманої методом кування.

$$A = K_m \cdot K_c \cdot K_{op} \cdot Q \cdot C - (Q - q) \cdot V \quad (3.6)$$

$Q=40$ - маса заготовки

$C=14$ - вихідна ціна 1 кг заготовки

$K_m=0.735$ - коефіцієнт врахування маси заготовки

$K_c=1$  коефіцієнт варіювання складності заготовки

$K_{op}=1.3$  коефіцієнт варіювання групи серійності

$q=30$  маса деталі заготовки

$V=4500$  вартість 1 т відходів

$$A = 0,735 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 40 \cdot 14 - (40 - 30) \cdot 4500 = 24,078$$

На основі отриманих даних можна зробити висновок, що використання пресового кування для виготовлення заготовок є більш економічно доцільним у разі великосерійного виробництва, з огляду на прораховані витрати на виготовлення заготовок.

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-04.03. ТПВВ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14



### 3.2.3 Вибір і обґрунтування баз

Деталі типу «шків» мають структурну основу, яка враховується в конструктивних рішеннях, що визначають їхні поверхні. Зокрема, поверхня 7 гарантує положення деталі відносно механізму. Технічна основа включає в себе центральний отвір і поверхню №3.

Торець шківів № 1 є важливою технічною базою для обробки на токарному верстаті; на верстатах з ЧПК корисним є поєднання вимірювальної та технічних баз. На рисунках 3.4 і 3.5 показано базову схему для обробки на токарному верстаті з різцем.

Компоненти типу «шків» мають структурну основу, яка враховується в конструктивних рішеннях, що визначають їхні поверхні. Зокрема, поверхня 7 гарантує положення деталі відносно механізму. Технічна основа включає в себе центральний отвір і поверхню №3.

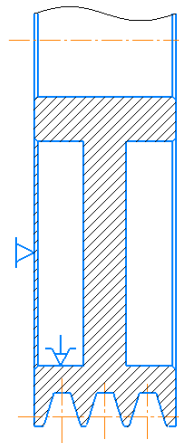


Рисунок 3.5 – Умовна схема базування шківів на токарній операції

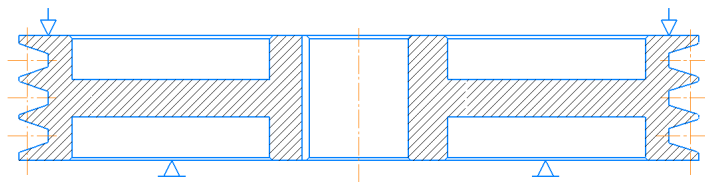


Рисунок 3.6 – Умовна схема базування шківів на довальній операції

## 3.2.4 Розробка маршруту обробки деталі

Виконання операцій обробки деталі «Шків» показана у таблиці 3.7

Таблиця 3.7 Операції обробки

№ оп.	Найменування операції	Оброблювальна поверхня	Поверхні які базують	Тип, модель верстату
010	Токарна з ЧПК Установ А	Торець 1	5, поводковий патрон	Mazak INTEGREX 200 IV S
015	Токарна з ЧПК Установ А	Канавка 2	5, поводковий патрон	Mazak INTEGREX 200 IV S
020	Токарна з ЧПК Установ А	Отвір 3	5, поводковий патрон	Mazak INTEGREX 200 IV S
025	Токарна з ЧПК Установ Б	Торець 5	1, поводковий патрон	Mazak INTEGREX 200 IV S
030	Токарна з ЧПК Установ Б	Канавка 6	1, поводковий патрон	Mazak INTEGREX 200 IV S
035	Токарна з ЧПК Установ Б	Клинові канавки 7	1, поводковий патрон	Mazak INTEGREX 200 IV S
045	Довбальна	8	3	S200DR UNITECH-TROYAN

Для зручності позначатимемо поверхні відповідно до нумерації, наведеної в додатку 1, а отримані дані внесемо до таблиці 3.8 та 3.9.

Таблиця 3.8 – Послідовність обробки поверхонь деталі «Шків»

№ оп.	1 Назва операції 2 Верстат 3 Зміст переходів технологічної операції	Верстатне пристосування	Інструмент
1	2	3	4
002	Токарна Установ А Верстат Mazak INTEGRGX 200 IV S 1 Точити торець 1 2 Точити канавку 2 3 Просверлити отвір 3 4 Розточити отвір 3	Патрон	Різець прохідний PCLNR/L 5050 T2509D (стр72) Пластина CNMG 250904RT TT7100 Різець канавочний TTIR/L 32-3С-T10 Пластина TDC8 TT8020 Сверло Ф48 TOP 2480-40T2-15 ( Пластина SOMT 150510 DL TT9080 Резець S32S HDUNR 1305 Пластина DNMG 130504 FG TT8115B
003	Токарна Установ Б Верстат Mazak INTEGRGX 200 IV S 1 Точити торець 5 2 Точити канавку 6 3 Точити клинові канавки 7	Патрон	Різець прохідний PCLNR/L 5050 T2509D (стр72) Пластина CNMG 250904RT TT7100 Різець канавочний TTIR/L 32-3С-T10 Пластина TDC8 TT8020 Різець канавочний TTER/L 2525-4-TB Пластина TDC4TT8020
004	Довбальна Верстат S200DR UNITECH- TROYAN Довбати шпоночний паз 8	Прижими	Довбальний різець

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-04.03. ТПВВ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

## 3.2.6 Розробка технологічної операції

Розглянемо та заповнимо таблицю. 3.10 на всі поверхні

Таблиця 3.9-Розробка технологічної операції

№ поверхні, розмір	Найменування переходів	Шорсткість Ra	Точність IT	Допуск Т	Припуск	Міжоп. розмір
1	2	3	4	5	6	7
1,2	1 Підрізання торця 2 Точіння конавку	25 12,5	7 14	+2	5 2,5	363±10 345±5
3,4	1 Сверління отв. 2 Розточування отворів	12,5 2,5	9 7	-	-	-
5,6	1 Підрізання торця 2 Точіння канавок	25 12,5	7 14	+5	5 2,5	-
7	1 Точіння клинових канавок	2,5	7	-	-	-
8	1 Довбання шпоночного пазу	2,5	7	-	-	-

## 3.2.6.1 Розрахунок і вибір режимів різання, нормування технологічних операцій

Вводячи дані про оброблювані діаметри, довжини, допуски і шорсткість поверхні, а також використовуючи розрахунки з онлайн-бази даних для введення інформації про поверхню деталі, можна визначити оптимальні параметри для поліпшення процесу обробки.

Параметри обробки: :

- Чорнова обробка поверхонь:
  - Швидкість різання (V) = 240,21 м/хв
  - Подача (S) = 0,15 мм
  - Глибина різання (t) = 2,5 мм
- Чистова обробка поверхонь:
  - Швидкість різання (V) = 250–270 м/хв
  - Подача (S) = 0,65 мм
  - Глибина різання (t) = 1–2 мм
- Свердлильна операція:
  - Швидкість різання (V) = 230 м/хв
  - Подача (S) = 0,25 мм

Детальні режими різання представлені на технологічних картах плану обробки поверхонь цієї деталі.

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-04.03. ТПВВ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

### 3.1.7 Техніко-економічний аналіз вихідних даних для обробки деталі «Корпус»

#### 3.1.7.1 Службове призначення деталі . Вибір матеріалу і варіантів заміन.

Основна функція корпусу полягає у забезпеченні підтримки та захисту підшипника.. Загальна довжина корпусу становить 77 мм, а його максимальний зовнішній діаметр — 180 мм.

Корпус підшипника під час роботи зазнає дії окружних, радіальних і нормальних сил, що підтверджує його здатність витримувати високі навантаження.

Підвищене навантаження зумовлене передачею крутного моменту та обертового руху.

Для виготовлення корпусу обрана сталь 3 відповідно до ДСТУ 7809:2015, що забезпечує необхідну міцність, твердість і зносостійкість.

У процесі проектування враховано технологічні особливості масового виробництва, що робить конструкцію корпусу підшипника практичною та відповідною. 3.10 та 3.11.

Таблиця 3.10 – Хімічний склад сталей для деталі

Марка сталі	C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
Сталь 3	0.17- 0.22	0.15- 0.30	0.40- 0.65	≤0.30	≤0.30	≤0.30	≤0.30	≤0.005	≤0.04

Таблиця 3.11 – Механічні властивості сталей

Марка сталі	$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_{вр}$ , МПа	$\sigma_5$ , %	$\psi$ , %	$a_H$ , Дж/М <sup>2</sup>
	Не менше				
Сталь 3	225	370	23	45	658

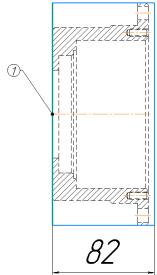
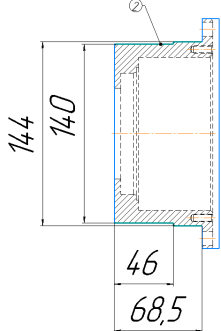
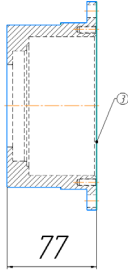


3.1.7.3 Вибір діючого заводського чи типового технологічного процесу. Задачі проектування. Пропозиції щодо удосконалення типового ТП

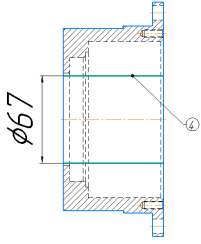
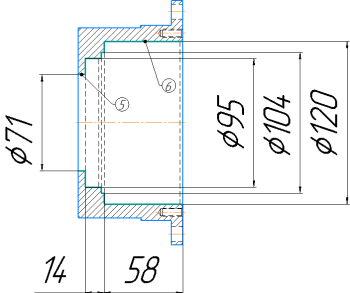
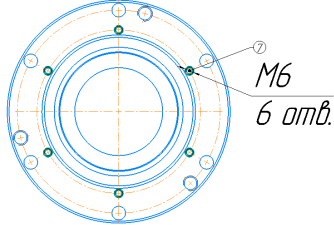
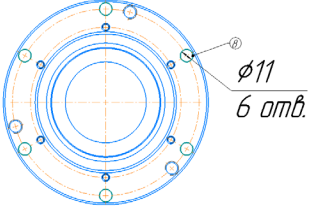
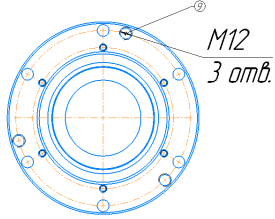
Модель базується на типових технологічних процесах, що використовуються у виробництві дрібносерійної продукції. Компоненти обробляються на верстатах з числовим програмним управлінням (ЧПУ). Через малу вагу компонента значна частина витрат припадає на допоміжну робочу силу та штучно розрахований час.

Метою цього проекту є розробка більш економічно вигідного та ефективного виробничого процесу для цього компонента. У таблиці 3.12 показано процес виробництва цього компонента та основні етапи обробки деталі «Корпус».

Таблиця 3.12 Типовий процес виробництва деталі «Корпус».

№ оп.	1 Наімен. Операції 2 Верстати 3 Переходи	Ескіз операції
1	2	3
010	Підрізання торця Mazak INTEGREX 200 IV S Установ А Точити торець 1	
020	Точіння зовнішньої поверні Mazak INTEGREX 200 IV S Установ А Точити зовнішню поверхню 2	
030	Підрізання торця Mazak INTEGREX 200 IV S Установ Б Точити торець 3	

## Продовження таблиці 3.12

040	Свердління Mazak INTEGREX 200 IV S Установ Б Сверлити отвір 4	
050	Розточування внутрішньої поверхні Mazak INTEGREX 200 IV S Установ Б Розточувати внутрішню поверхню 5,6	
060	Сверляння отворів, нарізання різьби Mazak INTEGREX 200 IV S Установ Б Сверлити отвори та нарізати різьбу 7	
070	Сверляння отвору, Mazak INTEGREX 200 IV S Установ Б Сверлити отвори 8	
080	Сверляння отворів, нарізання різьби Mazak INTEGREX 200 IV S Установ Б Сверлити отвори та нарізати різьбу 9	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



Таблиця 3.13– Послідовність обробки поверхонь деталі «Корпус підшипника»

№ оп.	1 Назва операції 2 Верстат 3 Зміст переходів технологічної операції	Верстатне пристосування	Інструмент
1	2	3	4
002	Токарна Установ А Верстат Mazak INTEGRGX 200 IV S 1 Точити торець 1 2Точити зовнішньої поверхні 2	Патрон	Різець прохідний PCLNR/L 5050 T2509D (стр72) Пластина CNMG 250904RT TT7100
003	Токарна Установ Б Верстат Mazak INTEGRGX 200 IV S 1 Точити торець 3 2Сверління отвору 4 3 Розточка чорнова 5 4 Розточка чорнова 6	Патрон	Різець прохідний PCLNR/L 5050 T2509D Пластина CNMG 250904RT TT7100 Сверло Ø67 TOP 2480-40T2-15 Пластина SOMT 150510 DL TT9080 Расточка черновая Резец S50U PCLNR12 Пластина черновая SNP CNMG120412ET TT9080 Різець S50U PCLNR12 Пластина чистова CNMG1120404FA TT8115B
004	Токарна Установ Б Верстат Mazak INTEGRGX 200 IV S 1 Сверління та нарізання різьби 7 2Сверління отвору 8 3 Сверління та нарізання різьби 9	Прижими	Свердло-мітчик М 6 х 1,0 мм, HSS M2, L=44/8 мм, HEX-1/4" (YATO, YТ-44843) Свердло Ø 11,0 P9 Свердло Ø 10,2 P6M5 Мітчик M12

## 4 МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ ОПЕРАЦІЙ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

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

Так як специфіка раніше описаних методів обробки виберемо відповідне обладнання та інструменти. Для виконання токарних і свердлильних операцій вирішено використовувати верстат Mazak INTEGREX 200 IV S. Для шпоночних пазів, визначаємо довбальний верстат S200DR UNITECH-TROYAN для здійснення цієї операції..



Рисунок 4.1 - Верстат Mazak INTEGREX 200 IV S

Таблиця 4.1 – Характеристики за паспортом верстату Mazak INTEGREX 200 IV S

Характеристика	Значення
Виробник	MAZAK
Модель	INTEGREX 200 I
Рік випуску	2001
Система управління	Mazatrol PC Fusion CNC 640 MT
Діаметр токарної обробки (мм)	540
Довжина повороту (мм)	1018
Діаметр отвору шпинделя (мм)	51
Зміщення по осі X (мм)	530
Зміщення по осі Z (мм)	1065

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-04.04.МПОМО</i>		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.	Дяченко						
Провер.	Рязанцев						
Реценз.							
Н. Контр.	Нечасів						
Утверд.	Рязанцев						
<i>Моделювання та програмування операцій механічної обробки</i>					Лит.	Лист	Листов
						1	11
					<i>Кафедра ТМ гр. ПМ-23м</i>		

Продовження таблиці 4.1

Y - вісь (мм)	140
Частота обертання шпинделя (об/хв)	3500
Потужність приводу шпинделя (кВт)	22
Автоматичні пристрої для зміни інструменту (шт)	40
Частота обертання приводного інструменту (об/хв)	6000
Потужність приводного інструменту (кВт)	7,5
Габаритні розміри машини (Д x Ш x В)	3500 x 2200 x 2400
Вага (кг)	7600



Рисунок 4.2 – Довбальний верстат S200DR UNITECH-TROYAN

Таблиця 4.2 – Характеристики обраного верстату S200DR UNITECH-TROYAN

Виробник	Unitech-Troyan
Макс. Хід довбача, мм	200
Відстань від долб'яка до столу, мм	355
Число ходів за хвилину при 50 Гц	17-72
Число ходів за хвилину при 60 Гц	14-72

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-04.04. МПОМО</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		2

## Продовження таблиці 4.2

Поворот голови	±45
Повздовжній хід робочого столу, мм	230
Поперечний хід робочого сталу, мм	270
Відстань від шпінделя до колони, мм	350
Діаметр робочого столу, мм	315
Робоча напруга, В	400
Розмір верстату (ДхШхВ), мм	860x1350x1820
Вага, кг	875

З урахуванням всіх методи обробки поверхонь деталі, вибираємо сучасне обладнання. Для кожної оброблюваної поверхні підбираємо відповідний інструмент.

Каталог TaeguTec 2021

Токарна операція:

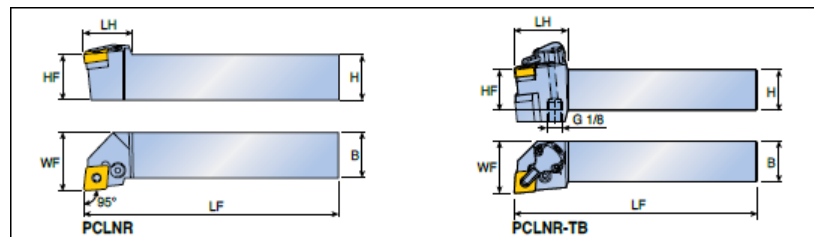


Рисунок 4.3- PCLNR/L 5050 T2509D [с. 72]

Геометричні параметри:  $h=50\text{мм}$ ;  $b=50\text{мм}$ ;  $l_1 = \text{мм}$ ;  $f_1 = 300\text{мм}$ ;  $l_3 = 47\text{мм}$ .

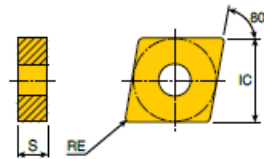


Рисунок 4.4.- пластина CNMG 250904RT TT7100 [с. 260]

Геометричні параметри:  $l=9,52\text{мм}$ ;  $s=9.52\text{мм}$ ;  $h=5.15\text{мм}$ ;  $r=1\text{мм}$ .

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	КНУ.КМР.131.24.1-04.04. МПОМО	
						3

Обробка торцевої конавки:

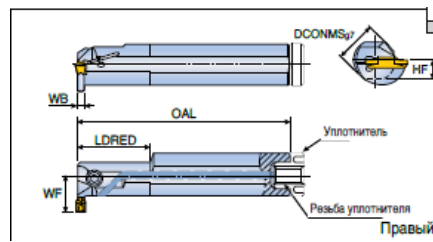


Рисунок 4.5- Державка TTIR/L 32-3C-T10 [с. 438]

Геометричні параметри:  $h=25\text{мм}$ ;  $b=25\text{мм}$ ;  $l_1 = 150\text{мм}$ ;  $f_1 = 32\text{мм}$ ;  $l_3 = 35$ .

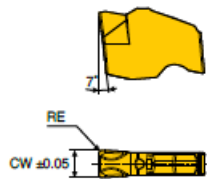


Рисунок 4.6.- Пластина TDC8 TT8020 [ с. 471]

Геометричні параметри:  $d= 12.7\text{мм}$ ;  $l=12.9\text{мм}$ ;  $s=4.76\text{мм}$ ;  $h=5.15\text{мм}$ ;  $r=0,8\text{мм}$ .

Обробка отвору:

Обробка отвору 48мм

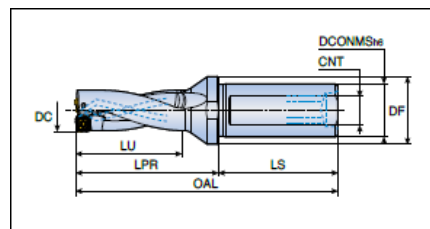


Рисунок 4.7- Свердло TOP 2480-40T2-15 (стр. 607)

Геометричні параметри:  $LFS = 175 \text{ мм}$ ;  $LS=70\text{мм}$ ;  $LU=80 \text{ мм}$ ;  $DMM=40 \text{ мм}$ ;  $DF=60\text{мм}$ ;

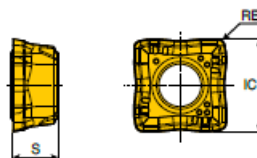
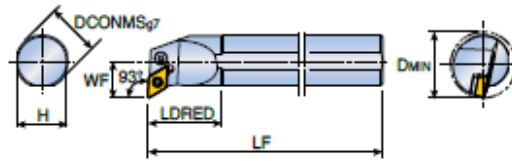


Рисунок 4.8.- Пластина SOMT 150510 DL TT9080 [с. 735]

Геометричні параметри:  $d= 4,4\text{мм}$ ;  $s=2.38\text{мм}$ ;  $h=5.15\text{мм}$ ;  $r=0,4\text{мм}$

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-04.04. МПОМО</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

Розточувальна операція: \_\_\_\_\_



**S-HDUNR**

Рисунок 4.9- Державка Резец S32S HDUNR 1305 [с. 190]  
Геометричні параметри:  $h=30$  mm,  $b=25$  mm,  $l_1=150$ mm;

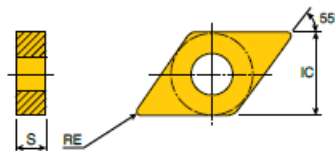


Рисунок 4.9.- Пластина DNMG 130504 FG TT8115B [3 с. 265]  
Геометричні параметри:  $d=9,52$ мм;  $l=15$ мм;  $s=4,76$ мм;  $r=0,8$ мм;

Обработка клиновых канавок:

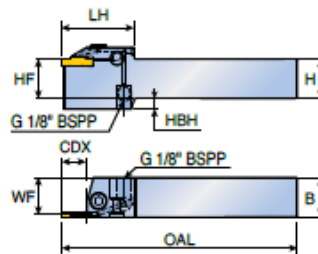


Рисунок 4.10- Державка TTER/L 2525-4-TB [с. 427]  
Геометричні параметри:  $h=20$ мм;  $b=20$ мм;  $l_1 = 150$ мм;  $f_1 = 32$ мм;  $l_3 = 30$ мм.

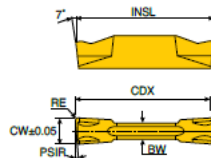


Рисунок 4.11.- Пластина TDC4 TT8020 [с. 472]

Інструментальне налаштування охоплює комплексний підбір ріжучого та допоміжного інструменту, які розташовуються з урахуванням конструкційних особливостей деталі та її технологічних операцій. Інструменти організуються послідовно: спочатку обирається основний ріжучий інструмент, після чого додаються допоміжні, щоб забезпечити точне розташування на посадкових поверхнях металорізального верстату. Під час створення конфігурації враховуються особливості виробничого процесу, вимоги до точності, рівень продуктивності та зручність обслуговування інструментального оснащення.

					КНУ.КМР.131.24.1-04.04. МПОМО	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

Так як текстура оброблюваної поверхні, спосіб базування деталі, тип верстата та ключові розміри ріжучого інструменту вибираємо допоміжний інструмент. Особлива увага приділяється уникненню конфліктів і врахуванню унікальних конструктивних особливостей.

Каталог SECO 2015 р

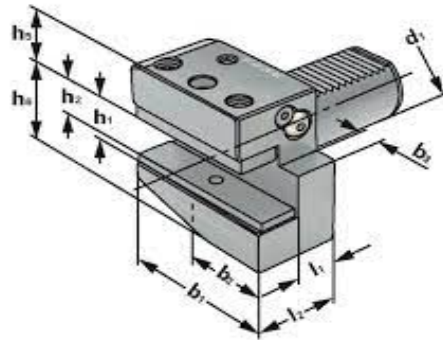


Рисунок-4.14. Різцетримач правий, короткий DIN 69880 V1(стр. 603) Геометричні параметри:  $d_1 = 40\text{мм}$ ;  $h_1 = 25\text{мм}$ ;  $l_2 = 50\text{мм}$ ;  $b_1 = 100\text{мм}$ .

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

Щоб отримати код обробки деталі застосовується сучасне програмне забезпечення FeatureCAM, яке виділяється потужним модулем для максимально ефективного моделювання та контролю процесів обробки, зокрема токарних і фрезерних операцій.

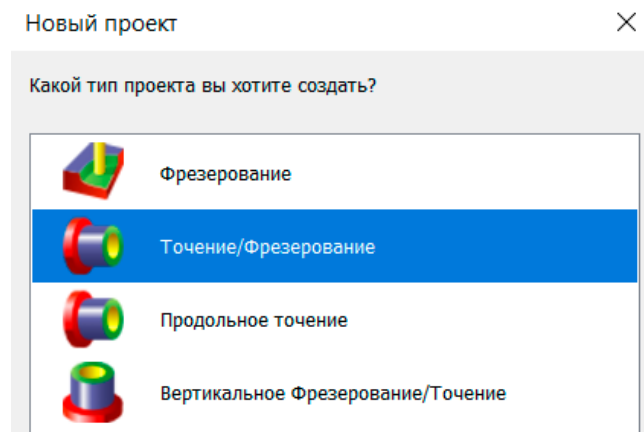


Рисунок 4.15– Вибираємо токарну обробку в FeatureCAM

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-04.04. МПОМО</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

У FeatureCAM вбудована база даних для вибору ріжучого інструменту та режими різання. База містить тисячі інструментів, що дозволяє редагувати наявні параметри або додавати власні. Таблиці режимів різання і подачі легко налаштовуються під конкретні вимоги. Під час роботи FeatureCAM автоматично підбирає оптимальний інструмент для обробки, визначає кількість проходів залежно припуску деталі та надає готові режими різання разом із програмою обробки, що значно спрощує і оптимізує процес створення керуючих програм.

Для створення правильної програми в FeatureCAM потрібно виконати такі дії:

1. Створити проєкт у FeatureCAM чи завантажити 3D-модель, створену в іншій CAD-системі. Рекомендується імпортувати моделі з систем автоматизованого проєктування (САПР), зокрема оцифровані моделі заготовок, підготовлених для отримання остаточної деталі шківів .

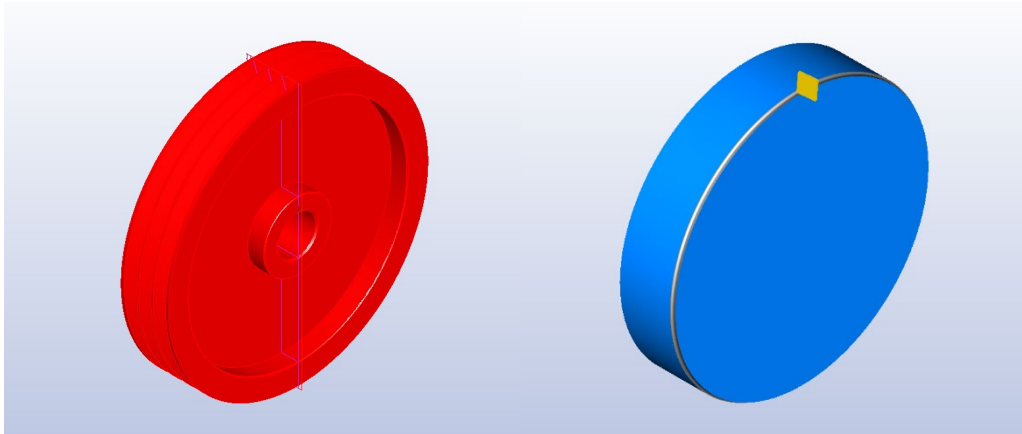


Рисунок 4.16-Тривимірна модель заготовки та обробленого шківів.

2)Визначте необхідні поверхні деталі автоматично або вручну за допомогою відповідного інструменту, після чого згенеруйте контури.

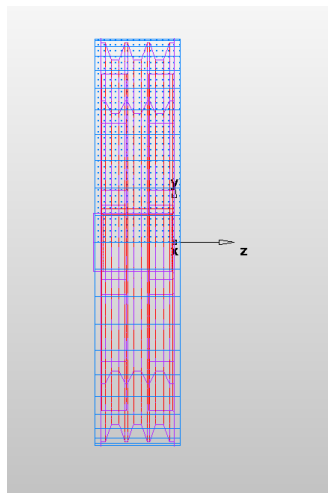
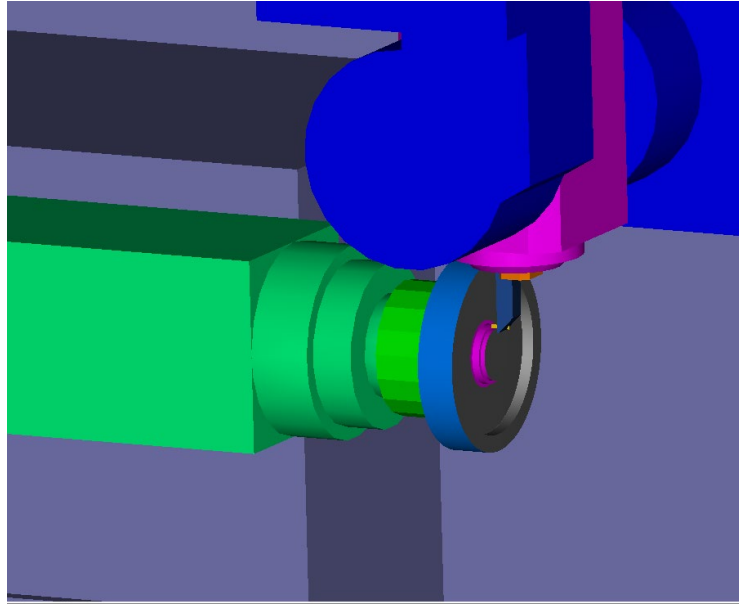


Рисунок 4.17- Криві готової деталі шківів та її заготовки.



3. 3) Запустіть команду компіляції програми. У результаті буде створено готову керуючу програму для верстата з ЧПК.



Риунку 4.18- Симуляція обробки на верстаті.

Для інтеграції з токарно-фрезерним модулем програми FeatureCAM файл моделі має бути STEP 3D, щоб система змогла його розпізнати.

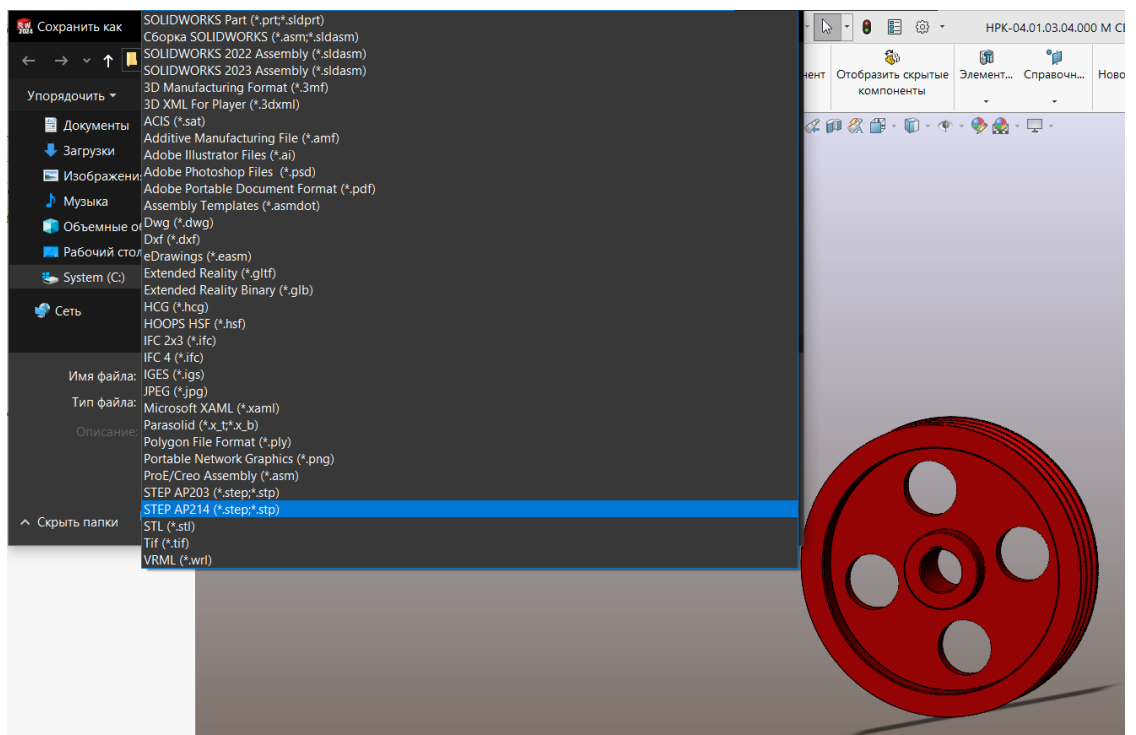


Рисунок 4.19 – Імпортування деталі 3D у формат STEP

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-04.04. МПОМО</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

Імпортовану деталь за допомогою менеджера установок, вибираємо першу точку деталі, до якої будемо розглядати траєкторію обробки.

- Использовать Мастер, чтобы задать положение исходного установка и размеры заготовки  
 Принять данные импорта 'как есть' и выйти из Мастера
- (выберите эту опцию, если импортируете, например, зажим, или хотите, чтобы положение детали соответствовало исходному положению в CAD-пакете)

Выбрать направление оси Z исходного установка

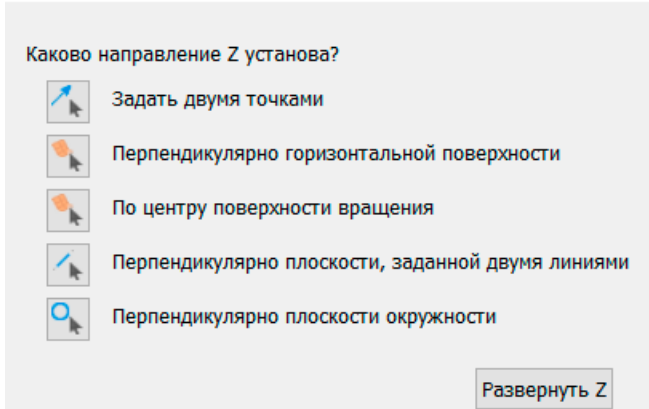


Рисунок 4.20 – Параметры для менеджера установок.

Обираємо ескіз моделі (заготовки) та розташовуємо її відносно створеного ескізу нашої деталі, для виконання подальшої позиціонування.

Розташовуємо так, щоб виконати дві установи правого та лівого торця.

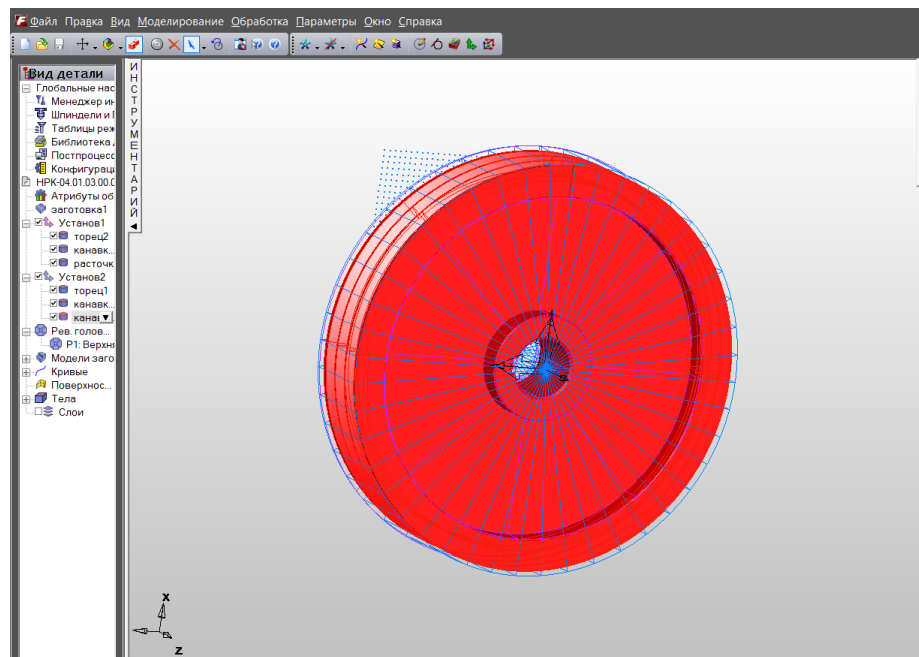


Рисунок 4.21 – Установки деталі «Шків»

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-04.04. МПОМО</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

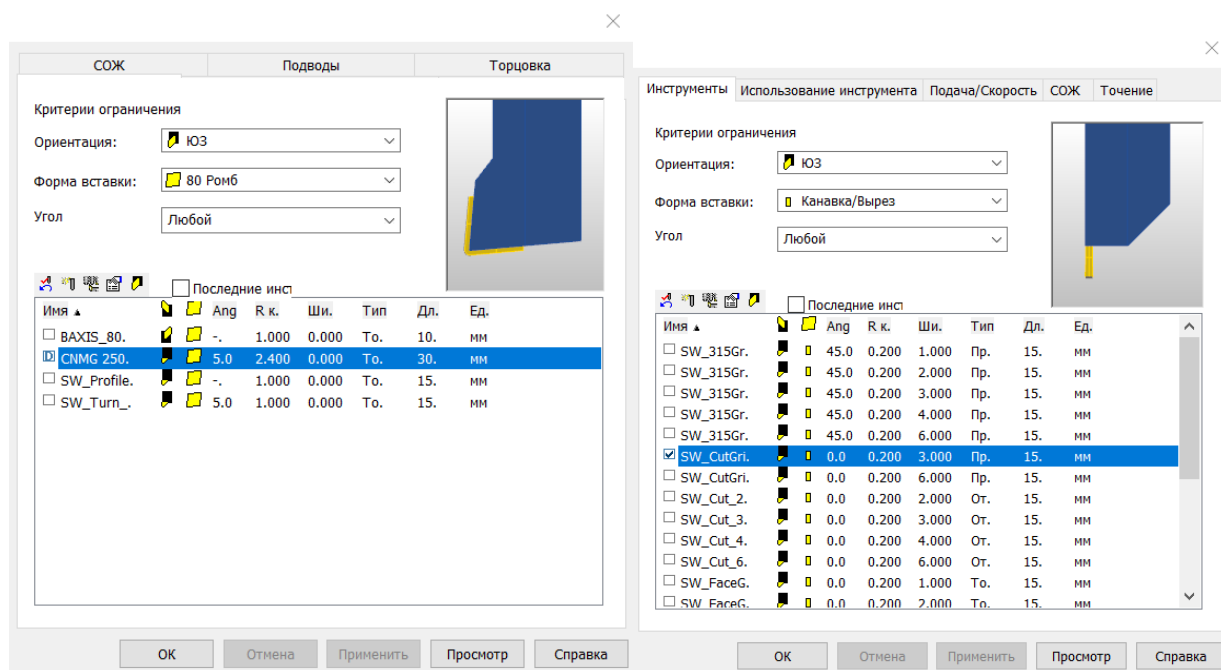


Рисунок 4.22- Вибираємо токарний інструмент точіння за допомогою бібліотеки інструментів.

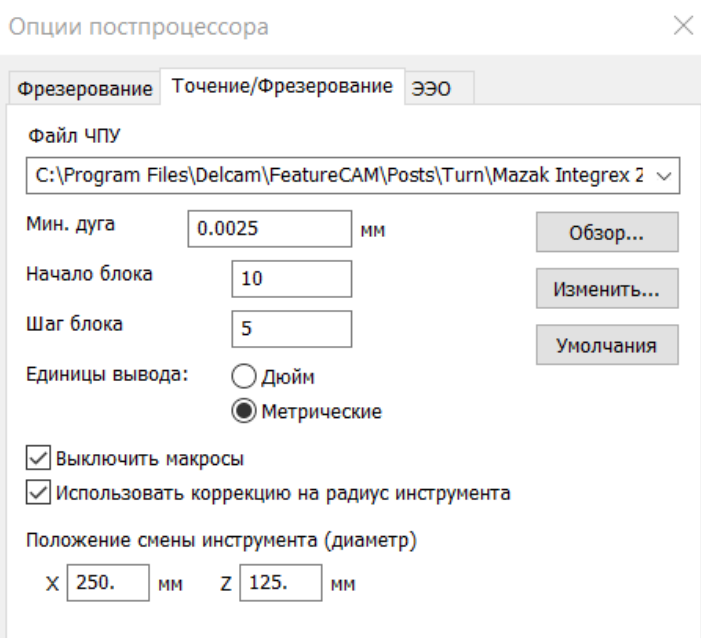


Рисунок 4.23- Використання Mazak INTEGREX 200 IV S

### 4.3 Візуалізація та перевірка керуючих програм.

FeatureCAM дає можливість виконувати двокоординатну та п'ятикоординатну обробку. Це надає перевагу у програмуванні різних операцій токарної обробки.

Використання підтримки проти шпинеля, функцій затискування деталі та подавання матеріалу спрощує швидке програмування різних операцій токарної обробки. Цей модуль об'єднує всі токарні процеси обробки і також має можливості для додаткової обробки. Він підтримує різноманітні цикли для грубої і фінішної обробки, використовуючи різні техніки для остаточного відточення кінцевих і вздовжніх деталей. Цей підхід допомагає збільшити термін служби інструменту, забезпечуючи високу якість завершальної обробки та ефективно видалення стружки. Після завершення всіх етапів генерації програми управління ми отримуємо траєкторію та відео обробки для деталі, яку необхідно обробити - шків.

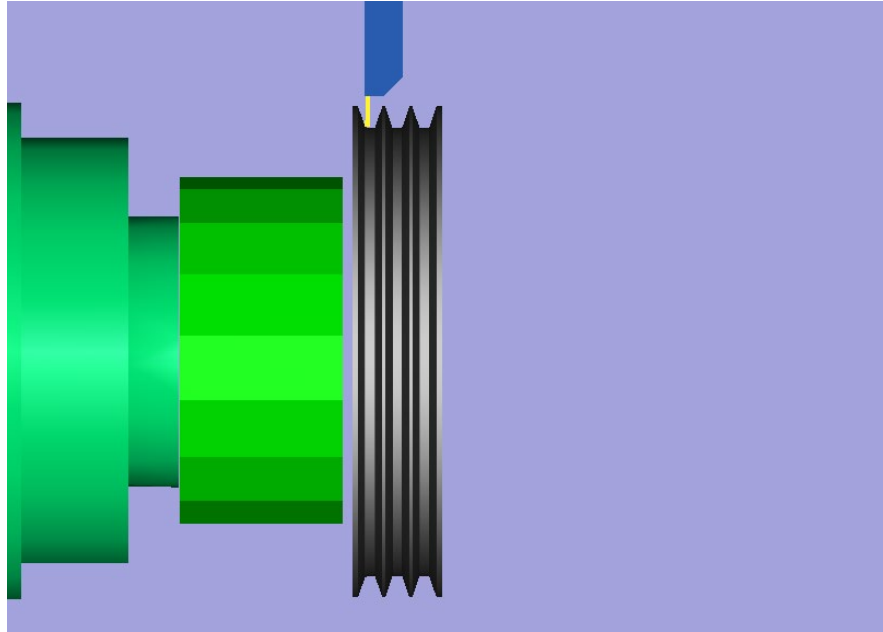


Рисунок 4.23-Симуляція обробки

```

Код УП
● P1:Верхня реві головка
ОНРК-04.01.03.00 ( УСТАНОВ1 )
( НРК-04.01.03.00.008 ШКИВ 12-2-2024 )
( MAZAK INTEGREX -IV S MATRIX CONTROL )

( SET G30 P3 SAFE TOOL CHANGE/PIVOT LOCATION WITH MACHINE M6 PARAM
#150=0 (ENTER DISTANCE FROM SUB ORIGIN TO MAIN ORIGIN. USED TO SHI
#151=0 (ENTER C ANGLE OFFSET BETWEEN SUB AND MAIN. USED TO SHIFT S
#155=0 (ENTER FINE ADJUSTMENT FOR SUB SPINDLE TRANSFER )

IF [#150 EQ 0] GOTO 9999
#152=[#150+#9101]
#153=[#151+#9102]

N60 ( MAIN SPINDLE, TURNING )
N65 ( ROUGH FACE TOPEL2 )
N70 G00 G18 G21 G40 G80 G99
N75 G30 P3 U0. V0.
N80 G30 P3 W0.
N85 M901 ( MAIN SPINDLE )
N90 M202 ( MAIN TURN MODE )
N95 T001.01 T002 M06 ( CNMG 250924 RT PCLNR 5050 T2509D )
N100 G30 P3 U0. W0.
N105 G50 S2500 R1
N110 G97 S152 M03
N115 M248
N120 G53.5
N125 G00 Z8.0 M08
N130 X356.0
N135 G96 S170
N140 X351.2 Z0.1
N145 G01 X-4.8 F0.381
N150 Z5.0
N155 X-4.093 Z5.354
N160 G00 Z8.0

```

Рисунок 4.24 –Код для верстату ЧПК

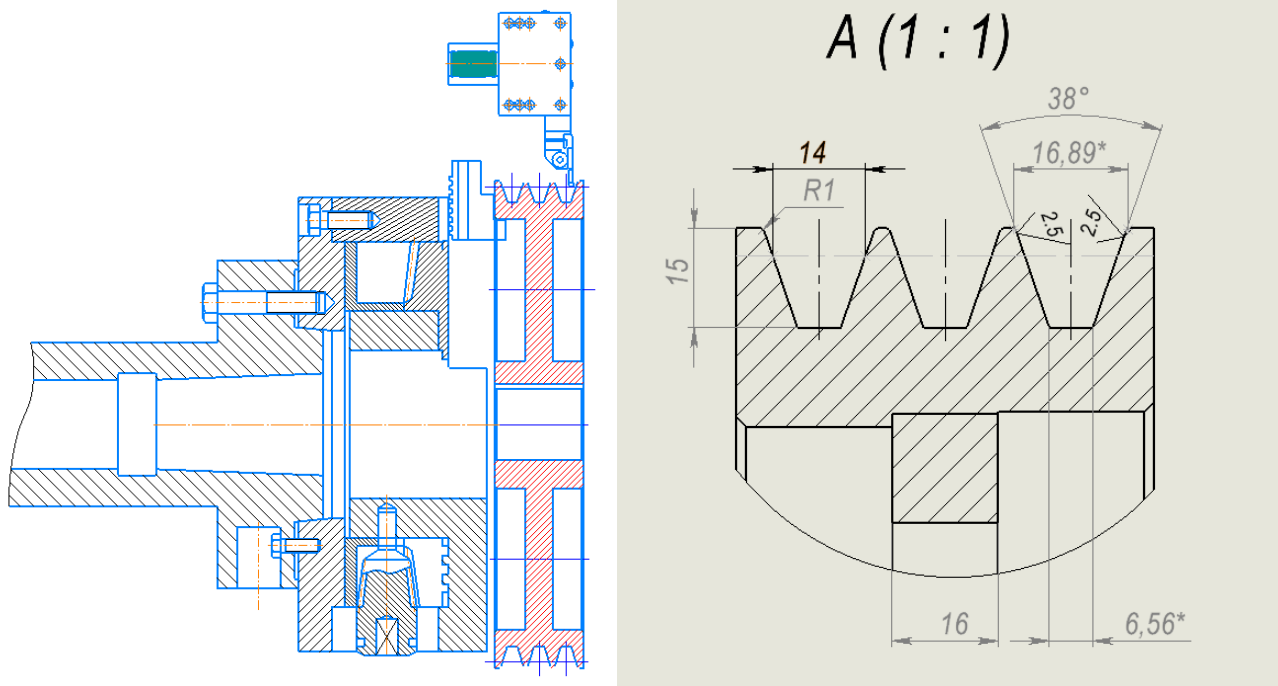
					<i>КНУ.КМР.131.24.1-04.04. МПОМО</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

## 5 КОНСТРУКТОРСЬКА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА

### 5.1 Проектування верстатного оснащення

Так як завданням магістерської роботи є розробка вимірювального обладнання для здійснення операції точіння конавок для клинового реміння. Буде розроблена схема розміщення згідно з чинними стандартами, яка визначає положення шківів на верстаті. Вимоги до розмірів, точності та шорсткості зазначені на кресленні з відповідною деталізацією.

=Зображення ескізу обробки конавок зображений на Рисунку 5.1



Рисунку 5.1-Ескіз обробки конавок для клинового реміння

Для виготовлення канавок вибираємо конавочний різець із каталогу TaeguTec. Різець конавочний TTER/L 2525-4-TB  $h=20\text{мм}; b=20\text{мм}; l_1 = 150\text{мм}; f_1 = 32\text{мм}; l_3 = 30\text{мм}$ .

Було розраховано режими різання:  $V=240,21$  м/хв,  $S=0,15\text{мм/об}$ ,  $n=450\text{об/хв}$ .

В якості обладнання використовуємо патрон Fuerda 7100-0015F.

Складаємо рівняння моментів:

$$k \cdot M_{\text{КР}} = 3 \cdot F_{\text{ТР}} \cdot \frac{D_1}{2} + 3 \cdot F_{\text{ТРW}} \cdot \frac{D}{2} \quad (5.1)$$

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-04.05.КПВ</i>		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Дяченко			Лит.	Лист	Листов
Провер.		Рязанцев				1	5
Реценз.					Кафедра ТМ гр. ПМ-23м		
Н. Контр.		Нечасів					
Утверд.		Рязанцев					
Конструкторська підготовка виробництва							

де  $k$  – коефіцієнт запасу,  $k=2,5$ ,  $F_{TP}$  – сила тертя на торці деталі,  $F_{TPW}$  – сила тертя на поверхні кулачків від сили закріплення,  $D$  – діаметр отвору,  $D=169\text{мм}$ ,  $D_1$  – середній діаметр торцю,  $D_1=245\text{мм}$ .

$$k \cdot M_{KP} = (P_y + mg) \cdot f \cdot \frac{D_1}{2} + 3 \cdot W \cdot f \cdot \frac{D}{2} \quad (5.2)$$

Підставляємо складові величини і приводимо формулу у кінцевий вид:

$$W = \frac{2(k \cdot M_{KP} - (mg + P_y) \cdot f \cdot \frac{D_1}{2})}{3 \cdot f \cdot D} \quad (5.3)$$

Підставляємо у формулу величини та розраховуємо силу затиску:

$$W = \frac{2 \left( 2,5 \cdot 111,05 - (135 \cdot 9,8 + 532,83) \cdot 0,2 \cdot \frac{0,245}{2} \right)}{3 \cdot 0,2 \cdot 0,169} = 4552,25\text{Н}$$

Отже, необхідна сила затиску становить  $W=4552,25\text{Н}$ . Мінімальна сумарна сила затиску для обраного патрону Fuerda 7100-0015F складає  $65000\text{Н}$ . Отже, сила, що розвивається одним кулачком, становить  $21667\text{Н} > 4552,25\text{Н}$ . Можна зробити висновок, що патрон для даної операції підходить.

## 5.2 Проектування контрольного пристосування.

Робота контрольного пристрою полягає у визначенні відповідності шківа щодо циліндричності. Кресленні деталі шків підлягає контролю на відхилення від циліндричності враховуючи вказані вимоги. Точність контрольних значень становить  $20\text{мкм}$ , що вказує на те, що будь-яке відхилення виміряне контрольним пристрем враховується.

Запроектуємо вимірювальний прилад для контролю допуску. На рисунку 5.2 зображено заміри допуску.

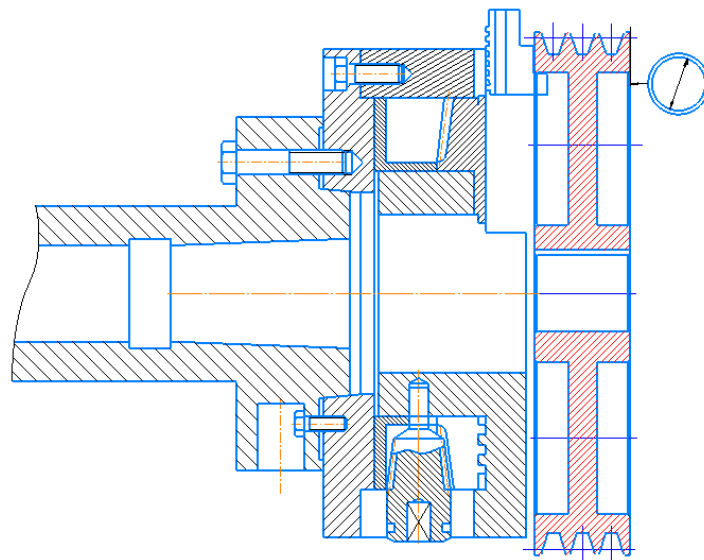


Рисунок 5.2 – Схема контролю шківа

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-04.05. КПВ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		2

Під час складання пристрою визначаються розміри для з'єднань і базові розміри для позиціонування шківів. Для контролю відхилень циліндричності використовується індикаторна головка TESA DIGIKO 11, яка надійно встановлюється в стійці на пластині. Цей метод забезпечує високу точність контролю і надійну фіксацію шківів на машині. Під час вимірювання шків обертається важелем, а отримані дані відображаються на індикаторній головці і записуються в журнал. Таке ручне обертання валу допомагає детально визначити циліндричність валу і забезпечує надійні вимірювання, які гарантують високу якість виробництва і відповідність. Інспекційний пристрій має мінімальну похибку вимірювання. Технічні характеристики наведені в таблиці 5.1.



Рисунок 5.3– Індикаторна головка TESA DIGIKO 11

Таблиця 5.1 - технічні характеристики контрольного приладу:

Тип контрольного пристрою	19.31010
Дискретність шкали	0,001
Діапазон вимірювання	15,5/0,5мм
Поворотний кут дисплея	270°
Максимальна похибка	5мкм
Зображення результатів вимірювання	Міліметри або дюйми
Нормальний режим експлуатації при температурах	+5 до +45°C
Максимальна швидкість переміщення	1,8м/с
Фіксація	перед установкою даних
Тип живлення	батарея

Розрахуємо точність контрольного пристрою.

Формула 5.3 для розрахування похибки

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_{л.р.} + \Delta_{п.п.} + \Delta_{у.с.} + \sqrt{\Delta_{деф}^2 + \Delta_{в}^2 + \Delta_{з}^2 + \Delta_{ін}^2} \quad (5.3)$$

б

деф в з ін

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

КНУ.КМР.131.24.1-04.05. КПВ

Лист

3

де  $\Delta_{л.р.}$ -похибка лінійного розміру,мм;

$\Delta_{в.}$ - випадкова погрішність,мм;

$\Delta_{з.}$ - похибка передаточного пристрою,мм;

$\Delta_{п.п.}$ - похибка передаточного пристрою,мм;

$\Delta_{б.}$ -похибка базування,мм;

$\Delta_{ін.}$ - похибка вимірювання,мм;

$\Delta_{деф.}$ - похибка через деформацію деталі,мм;

$\Delta_{у.е.}$ - похибка установочних елементів,мм;

Оскільки немає монтажних елементів або передавальних пристроїв, конструктивна база ідентична вимірювальній базі, тому похибка бази не є значною.

База ідентична вимірювальній базі.

Завдяки низькій силі затиску і високій жорсткості цей компонент гарантує мінімальне відхилення. Тому при розрахунку загальної похибки враховуються тільки випадкові похибки і похибки вимірювання, що підкреслює високу точність і надійність вимірювання.

Поточне значення похибки вимірювання становить 7 мкм. Це означає, що при використанні цього вимірювального приладу можна очікувати відхилення вимірювання в 7 мікрометрів. Це значення, разом з усіма іншими факторами, може бути враховане для забезпечення точних і надійних вимірювань відповідно до встановлених стандартів і вимог.

Визначте допустиму похибку вимірювання за допомогою рівняння 5.3.

$$\Delta = \frac{0,045}{0,3} * T \quad (5.3)$$

T – похибка для контрольного розміру, 0,029мм.

$$\Delta_{ін} = 0,15 * 0,029 = 0,004$$

Розрахунок сумарної похибки під час замірів:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{ін}^2 + \Delta_{в}^2} \quad (5.4)$$

Похибка випадкова розраховується формулою :

$$\Delta_{в} = 0,05 * T \quad (5.5)$$

$$\Delta_{в} = 0,05 * 0,029 = 0,0015$$

Погрішність вимірювального приладу складає  $\Delta_{ін} = 0,004$  мм.

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{0,004^2 + 0,0015^2} = 0,0043 = 4,3 \text{ мкм} < 7 \text{ мкм.}$$

Після розрахунків встановлено, що загальна похибка вимірювання не перевищує допустимого рівня. Отже, можна відзначити, що пристрій відповідає нашим вимогам для ефективного контролю даного параметру.

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-04.05. КПВ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5



## 6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА

### 6.1 Охорона праці та екологія виробництва

Під час механічної обробки деталей на верстатах можуть виникати різні фактори, що впливають на умови праці: наявність пилу і газів у робочій зоні, підвищений рівень шуму і вібрацій, недостатнє освітлення тощо. Для забезпечення безпеки та створення комфортних умов необхідно впроваджувати заходи з протипожежної безпеки, охорони праці та організації безпечного робочого середовища.

Видалення стружки з верстатів і робочих місць здійснюється механізованими засобами, такими як транспортери. Завантаження та вивантаження заготовок виконується відповідно до встановлених стандартів, а переміщення матеріалів проводиться згідно з нормативами.

Працівники, які беруть участь у виробничому процесі, зобов'язані пройти всі необхідні інструктажі та навчання з охорони праці. Для захисту від небезпечних виробничих факторів їм надаються спеціальний одяг, взуття та інші засоби індивідуального захисту.

До основних заходів гігієни відносяться забезпечення належного рівня освітленості робочих місць та організація шумоізоляції згідно зі стандартами. Для захисту шкіри від впливу пилу та змащувально-охолоджувальних рідин використовуються спеціальні пасти і мазі.

Стружка повинна зберігатися на спеціально обладнаних майданчиках для її накопичення. Для пожежної безпеки на ділянці необхідно мати первинні засоби пожежогасіння, такі як:

1. Вогнегасники ОГП-5 — 6 шт.
2. Вогнегасники ОП-2 — 2 шт.
3. Скрині з піском об'ємом 0,5 м<sup>3</sup> — 2 шт.

Перед входом до ділянки розміщено пожежний стенд, пофарбований червоним кольором, з необхідним інвентарем для пожежогасіння:

- 1) викидної довжини рукав 10м – 2 шт.;
- 2) пожежний ствол – 2 шт.
- 3) пожежна сокира – 3 шт.
- 4) металевий багор – 2 шт.

Біля цеха повинен бути розташований пожежний гідрант у кількості 2 шт, розташованих з двох сторін. Розміщення зазначене на відстань 7 м від стіни та 3 м від дороги.


					<i>КНУ.КМР.131.24.1-04.06.0ЕПВ</i>		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб.</i>	<i>Дяченко</i>				<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>	<i>Рязанцев</i>					1	3
<i>Реценз.</i>					<i>Кафедра ТМ гр. ПМ-23М</i>		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Нечасв</i>						
<i>Утверд.</i>	<i>Рязанцев</i>						
<i>Організаційно-економічна підготовка виробництва</i>							

## 6.2 Розрахунки ключових техніко-економічних показників

Виконаємо розрахунок окупності з впровадженням верстата з ЧПК. Для цього порівнюються два варіанти маршруту технологічного процесу з однаковими заготовками: використання верстата без ЧПК і верстата з ЧПК. Замість верстата 16K20 на операції напівчистового точіння використовується токарно-фрезерний верстат з Mazak INTEGREX 200 IV S.

У попередніх розрахунках окупності впровадження верстата з ЧПК (з метою оцінки доцільності його придбання) враховуються лише витрати на заробітну плату оператора та затрати на відновлення обладнання, які є ключовими елементами економії та витрат.

Розрахунок виконується за допомогою спеціально розробленої програми, а етапи обчислень наведені на рисунках 6.1–6.4.

 Входные данные ×

Перед началом ввода убедитесь, что включена АНГЛИЙСКАЯ РАСКЛАДКА КЛАВИАТУРЫ и включен NUM LOCK. Затем с помощью правой цифровой панели клавиатуры введите требуемые данные. Для перехода в следующее поле используйте клавишу TAB...

	Базовый вариант	Станок с ЧПУ	
<b>Трудоёмкость</b>			
Годовой объём выпуска деталей, шт	3000	3000	Далее
Штучное время обработки детали, мин	41,6	20	
<b>Время настройки станка в течение года</b>			
Количество запусков, шт	12	12	Назад
Время наладки станка, мин	125	60,5	
<b>Время настройки инструмента вне станка на протяжении года</b>			
Среднее время настройки по прибору одного инструмента вне станка, мин	14	4	Выход
Среднее количество граней пластинки, шт	1	3	
Средний период стойкости инструмента, мин	60	90	
<b>Количество станочников</b>			
Количество станков, обслуживаемых одним рабочим	1	1	
<b>Дополнительное количество рабочих по обслуживанию станков с ЧПУ</b>			
Эффективный годовой фонд времени работы станка	4100	3800	
Коэффициент загрузки станка	0,45	0,75	
<b>Балансовая стоимость станка</b>			
Оптовая цена станка	195000	4500000	
<b>Масса станка, т</b>	13	7,6	

Рисунок 6.1-перший етап введення даних

Входные данные

Затраты на одну единицу ЕРС станка, грн (механическая часть)	320	650	Далее	
Затраты на одну единицу ЕРС станка, грн. (электротехническая часть)	260	340		Назад
Коэффициент, учитывающий класс точности станка	1	1,2		Выход
Затраты на содержание и амортизационные расходы на 1 м.кв. цеха Нпл, грн (10% от стоимости)	595	595		
<b>Затраты на ТО и ремонт устройства ЧПУ, грн.</b>				
Норматив годовых затрат на текущее обслуживание и ремонт ЧПУ, грн.	4060	6200		

Рисунок 6.2-другой этап введения данных

Входные данные

Версия программы от 17.10.2005

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

**962368 грн**

Срок окупаемости, лет

**3,84 лет**

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

Далее

Назад

Выход

Рисунок 6.4-Результат окупаемости верстату з ЧПК

На рисунке 6.4 показано впровадження верстату з ЧПК який приносить прибуток 962368 грн у рік з окупністю менше 4 років.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

КНУ.КМР.131.24.1-04.06. КПВ

Лист

3

## 7 КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ІННОВАЦІЙНО-НАУКОВИХ РЕСУРСІВ

### ДОСВІД ПРОМИСЛОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ ЛАЗЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ НА БАЗІ ВОЛОКОННИХ ГЕНЕРАТОРІВ

Нові джерела лазерного випромінювання – волоконні лазери – привертають дедалі більший інтерес фахівців. Без перебільшення можна сказати, що поява волоконних лазерів ознаменувала прорив у лазерній фізиці [1], за кілька років їх вихідна потужність була збільшена з кількох сотень ват до кількох десятків кіловат. Волоконний лазер - це компактне джерело випромінювання, що відрізняється високим ресурсом, надійністю та простотою в експлуатації; він займає дедалі більшу частку ринку джерел лазерного випромінювання.

Волоконні лазери мають ряд переваг у порівнянні з CO<sub>2</sub>-лазерами:

- 1) менша довжина хвилі (1,07 мкм), що забезпечує більший коефіцієнт поглинання випромінювання для металів та відповідно підвищення ефективності обробки;
- 2) висока якість випромінювання;
- 3) підведення випромінювання до оптичної головки по оптоволокну (відсутність трасової оптики);
- 4) висока енергетична ефективність (ККД до 30%);
- 5) відсутність робочих газів.
- 6) можливість реалізації режиму дистанційної обробки;
- 7) мінімальні витрати на обслуговування та експлуатацію.

Можливості використання потужних волоконних лазерів для обробки матеріалів досить широкі. У міру вдосконалення елементної бази та зниження вартості лазерних діодів волоконні генератори поступово тіснять CO<sub>2</sub>-лазери в традиційних областях застосування лазерів\* (не йдеться про те, що волоконні генератори повністю замінять CO<sub>2</sub>-лазери, тому що кожен вид технологічного обладнання має свою нішу).

Найбільш поширені лазерні системи з волоконними випромінювачами, що дозволяють наносити зображення на поверхню (маркувати) з фотографічною точністю. В процесах, як різання листових заготовок, термообробка виробів з використанням волоконних лазерних випромінювачів Окремих відомостей про можливості лазерів або максимальну товщину оброблюваних матеріалів для конкретного обладнання недостатньо для повного розуміння технологічного потенціалу волоконного лазера.

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-04.07.КОЕПР</i>		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Дяченко			Лит.	Лист	Листов
Провер.		Рязанцев				1	6
Реценз.					Кафедра ТМ зр. ПМ-23м		
Н. Контр.		Нечасв					
Утверд.		Рязанцев					
					КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ІННОВАЦІЙНО-НАУКОВИХ РЕСУРСІВ		

На рис. 7.1 представлений лазерний технологічний комплекс (Gweke LF 6020GA) з волоконним випромінювачем (на рис 7.2) Raytools, основні технічні характеристики якого наведено в табл.7.1. Gweke LF 6020GA працює застосовується для різання листового металу.



Рисунок 7.1-Лазерний технологічний комплекс Gweke LF 6020GA

Таблиця 7.1 Технічні характеристики комплексу

Найменування продукту	Машина для волоконного лазерного різання металевих листів
Модель	LF6020GA
Поле роботи	6000×2000мм
Точність позиціонування, вісь X/Y	±0,03 мм
Повторюваність позиціонування, вісь X/Y	±0,02 мм
Макс. Швидкість руху, вісь X/Y	80 м/хв
Макс. прискорення, вісь X/Y	1 Г
Потужність серводвигуна, вісь X	0,85 кВт
Потужність серводвигуна, вісь Y	1,3 кВт
Потужність серводвигуна, вісь Z	0,75 кВт

## Продовження таблиця 7.1

Час зміни столу	40 сек.
Ширина направляючої, вісь X	25 мм
Ширина направляючої, вісь Y	35мм
Живлення	380 В/50 Гц



Рисунок 7.2-Лазерна головка

## Переваги автофокусу:

1. Весь діапазон фокусних відстаней знаходиться під контролем системи керування верстатом СурCut.
2. Необхідна фокусна відстань автоматично регулюється в процесі роботи, що допомагає досягати найкращого ефекту різання металевих листів різної товщини.
3. Фокусна відстань контролюється операційною системою. Не потрібно налаштовувати регулювання вручну, щоб уникнути помилок або збоїв, викликаних ручним керуванням.
4. Електричний привід автоматично налаштовує найбільш відповідні координаційні центри у робочому процесі, що значно покращує швидкість різання.
5. Лазерна голова отримує з бібліотеки параметрів параметри, які зберігаються в системі.

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-04.07. КОЕПР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		3

### Переваги лазерних головок Raytools:

6. Оптимізована оптична конфігурація з ефективним розподілом повітряного потоку
7. Автоматичне регулювання фокусної відстані, точність позиціонування 0.05 мм
8. Зручне встановлення лінзи, швидкий та легкий доступ до захисного скла
9. Конструкція сопла із застосуванням допоміжних газів та захисної заслінки зручна при різанні високовідбивних матеріалів та запобігає розбризкуванню металу.
10. Вбудовані канали з подвійним контуром охолодження забезпечують постійну температуру колімаційних та фокусуєчих компонентів, дозволяючи уникнути перегріву лінз та продовжити термін служби лінз.

Для колімаційної та фокусуєчої лінзи використовуються синглетні, дублетні або асферичні лінзи, відповідно до параметрів лазера, для забезпечення оптимального фокусування та якості променя

У сучасному малосерійному виробництві розкрій металу лазерним випромінюванням дозволяє замінити холодне листове штампування. Для визначення оптимальних технологічних режимів використовувалися листові заготовки різної товщини та труби із сплавів трьох груп металів: вуглецева сталь марки Ст.3, нержавіюча сталь марки 12Х18Н10Т, алюмінієвий сплав АМГ-6.

Технологічні режими визначають такі параметри: фокусна відстань лінзи, потужність лазерного випромінювання, діаметр сопла, вид та тиск технологічного газу, швидкість різання. Оптимальним вважається режим із найкращим співвідношенням продуктивності та якості обробки (оцінюється відсутність ґрата, перпендикулярність площини різку, найменша шорсткість площини різку).

Режими обробки листових матеріалів наведені у табл. 7.2—7.4 (як технологічний газ використовувався кисень, фокусна відстань лінзи: табл. 7.2-7. 4 ).

Таблиця 7.2 Режими обробки матеріалу Сталь 3

Товщина, мм	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	16
Сопло, $d$ , мм	1	1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,4	1,4	1,7
Потужність, кВт	0,25	0,55	0,6	1,1	1,2	1,4	1,7	1,7	1,8	2	2
Швидкість, м/мін	3,0	2,6	3,0	2,6	2,6	2,2	2,1	1,85	1,4	1,1	0,7
Тиск газу, атм	1	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,85	0,9	0,9

Таблиця 7.3 Режими обробки матеріалу 12Х18Н10Т

Товщина, мм	1,5	2	3	4	6
Потужність, кВт	0,65	0,75	0,8	1,0	1,8
Швидкість, м/мін	3,0	3,0	2,6	1,5	0,8

Таблиця 7.4 Режими обробки матеріалу АМГ-6

Толщина, мм	0,5	2	5	6
Мощность, кВт	0,3	1,4	1,8	1,9
Скорость резки, м/мин	2,5	1,8	0,7	0,45



Рисунок 7.2 Заготовка деталі «Шків» для насяльнорущальної машини

У розділі розглянуто досвід промислового застосування лазерних технологічних комплексів, побудованих на базі волоконних генераторів. Дослідження підтвердили, що такі комплекси мають значний потенціал для використання в широкому спектрі галузей завдяки їх високій енергоефективності, надійності, компактності та здатності працювати у складних умовах.

Волоконні лазери демонструють переваги у порівнянні з традиційними твердотільними та газовими лазерами, зокрема в таких аспектах, як низьке споживання енергії, мінімальні витрати на обслуговування та можливість інтеграції в



автоматизовані виробничі процеси. Це робить їх ідеальним інструментом для обробки матеріалів, включаючи різання, зварювання, гравіювання та термічну обробку.

Практичне впровадження таких комплексів у промисловість забезпечує зниження витрат на виробництво, підвищення точності обробки, зменшення впливу на навколишнє середовище та збільшення загальної продуктивності. Ці переваги сприяють росту популярності волоконних лазерів у високотехнологічних галузях, таких як авіакосмічна, автомобільна, електронна та медична промисловість.

Таким чином, досвід застосування волоконних генераторів свідчить про їх ключову роль у розвитку сучасних технологій обробки матеріалів, що робить їх важливим елементом сучасного індустріального середовища.

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-04.07. КОЕПР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		6

## ВИСНОВОК

У кваліфікаційній магістерській роботі виконано комплексний аналіз, розробку та обґрунтування проектних рішень щодо технологічної підготовки виробництва виробу. Робота охоплює всі етапи процесу – від узгодження технічного завдання до комплексної оцінки ефективності проектних рішень із застосуванням сучасних інноваційних ресурсів.

На основі аналізу вихідних даних сформульовано технічне завдання, визначено службове призначення об'єкта проектування та розроблено вимоги до методів проектування, обладнання і технологій. У першому розділі створено фундамент для подальших етапів роботи, враховуючи технічні та функціональні характеристики виробу.

Проектування технологічного процесу складання включало обґрунтування службового призначення виробу, розрахунок лінійних і кутових розмірних ланцюгів, а також розробку послідовності операцій. Це дозволило забезпечити точність і функціональність виробу при оптимізації технологічних витрат.

Технологічна підготовка виробництва зосередилася на виборі матеріалів, оцінці технологічності деталей, проектуванні заготовок, розробці маршрутів і технологічних операцій. Проведено техніко-економічне обґрунтування кожного з вибраних рішень. Особлива увага приділена розробці заготовок і вибору баз, що гарантують оптимальність технологічного процесу.

Моделювання операцій на верстатах з ЧПК дозволило створити керуючі програми, перевірити їх у віртуальному середовищі, оптимізувати режими обробки та розробити розрахунково-технологічні карти. Це забезпечило високу точність, якість і стабільність обробки виробу.

У конструкторській підготовці спроектовано необхідне верстатне та контрольне оснащення, що відповідає сучасним вимогам. Розроблені конструкції гарантують технологічну гнучкість і ефективність виробництва.

Організаційно-економічна частина дослідження передбачала розрахунок ключових техніко-економічних показників, аналіз питань охорони праці та екології. Це забезпечило інтеграцію проектних рішень у виробничий процес із дотриманням принципів сталого розвитку.

Комплексна оцінка ефективності проекту підтвердила доцільність впроваджених рішень, їх економічну ефективність і відповідність сучасним стандартам виробництва. Використання інноваційно-наукових підходів дозволило підвищити якість виробничих процесів і конкурентоспроможність продукції.

Результати роботи мають практичне значення для впровадження у промислове виробництво та створюють підґрунтя для подальших досліджень у сфері технологічної підготовки виробництва.

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-04.В</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Дяченко</i>			<i>Висновок</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Рязанцев</i>					1	1
<i>Реценз.</i>						<i>Кафедра ТМ гр. ПМ-23м</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Нечаев</i>						
<i>Утверд.</i>		<i>Рязанцев</i>						

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ ГОСТ 3.1127:2014. Єдина система технологічної документації. Загальні правила виконання текстових технологічних документів.
2. ДСТУ ГОСТ 3.1128:2014. Єдина система технологічної документації. Загальні правила виконання графічних технологічних документів.
3. ДСТУ ГОСТ 3.1102:2014 Єдина система технологічної документації. Стадії розробки та види документів. Загальні положення).
4. Каталог TaeguTec 2021
5. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні. Навч. посібник - К.: Вища шк. 1993р. - 414с.
6. Кіяновський М.В., Цивінда Н.І., Цівко Ф.В. Довідник нормувальника машинобудівного виробництва. – Кривий Ріг: Видавничий центр КТУ, 2008. Технологія обробки типових деталей (курсове проектування)
7. Григурко О.І, Брендюля МФ., Доценко С.М, Навчальний посібник. Львів., Новий світ-2008, 576 с.
8. "Довідник технолога-машинобудівника. / Під ред. Косилової А.Г. та Мещерякова Р.К. – М.: Машиностроєння, 1985.- Т.1"
9. "Довідник технолога-машинобудівника. / Під ред. Косилової А.Г. та Мещерякова Р.К. – М.: Машиностроєння, 1985.- Т.2"
10. "Технологія машинобудування (спеціальна частина). Навч. посіб. для машинобудів. спеціальностей вузів/А.А. Гусев та ін. М.: Машиностроєння, 1986."

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-04.СВД</i>					
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Список використаних джерел</i>					
<i>Разраб.</i>	<i>Дяченко</i>							<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>	<i>Рязанцев</i>								1	1
<i>Реценз.</i>								<i>Кафедра ТМ гр. ПМ-23м</i>		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Нечаев</i>									
<i>Утверд.</i>	<i>Рязанцев</i>									

# ДОДАТКИ

					<i>КНУ.КМР.131.24.1-04.Д</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Додаток</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>	<i>Дяченко</i>							
<i>Провер.</i>	<i>Рязанцев</i>						1	1
<i>Реценз.</i>						<i>Кафедра ТМ гр. ПМ-23м</i>		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Нечаев</i>							
<i>Утверд.</i>	<i>Рязанцев</i>							

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 деталей носіннерушальної машини НРХ-04-01М з використання САД-САМ систем.

Виконав магістрант гр. ПМ-23м

\_\_\_\_\_

(підпис)

Дяченко М.С.

Керівник КМР

\_\_\_\_\_

(підпис)

Рязанцев А.О.

Нормоконтроль

\_\_\_\_\_

(підпис)

Нечаєв В.П.

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_

(підпис)

Рязанцев А.О.

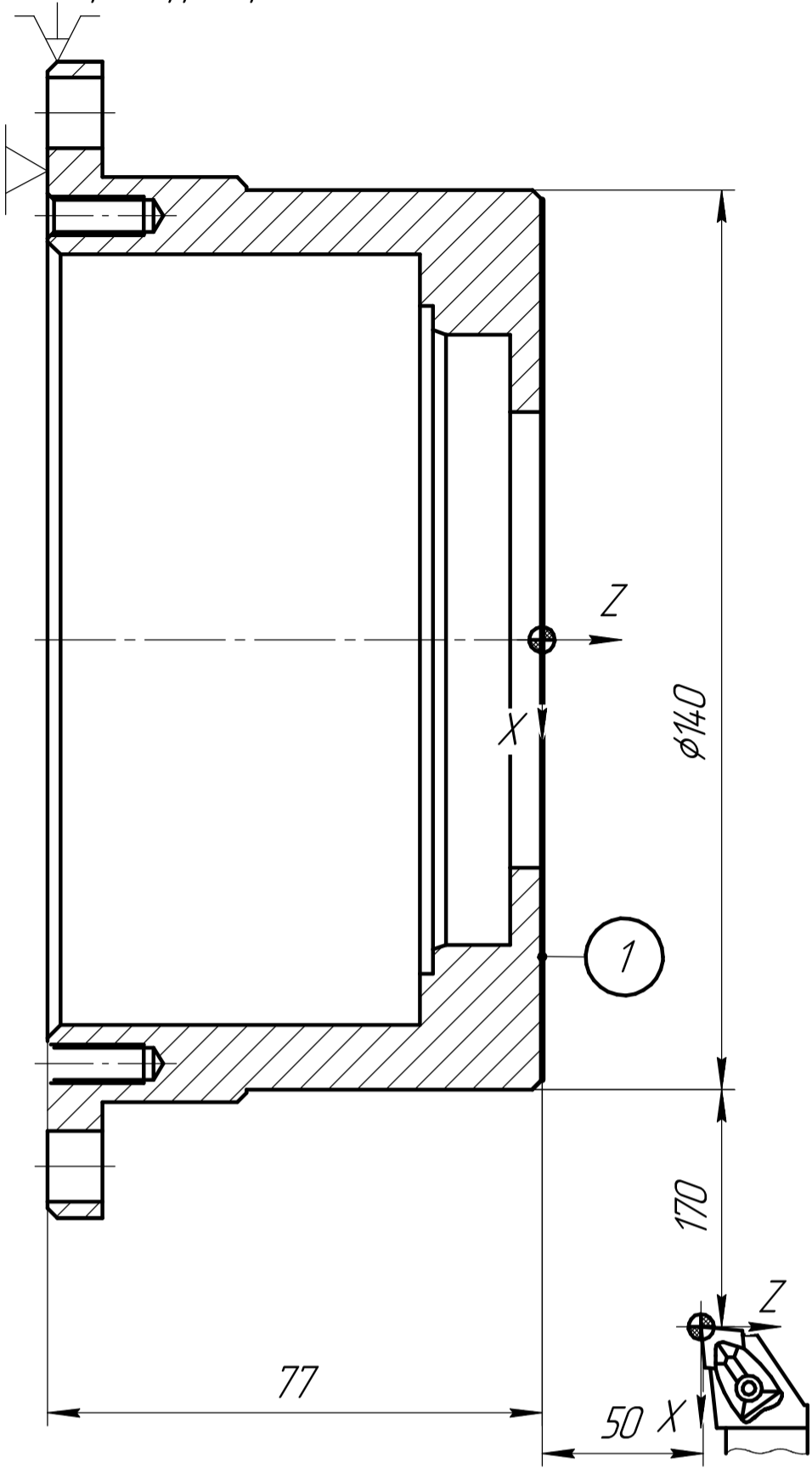
№ рядка	Формат	Позначення	Назва	Кількість	Примітки
1					
2					
3			Документація щодо		
4			розділів проекту		
5					
6					
7	A1	КНУ. КМР .131.24.1-05.РІН	Креслення інструментальної наладки	1	
8	A1	КНУ. КМР .131.24.1-05.ЕООДШ	Ескізи операцій	1	
9			обробки деталі шків	1	
10	A1	КНУ. КМР .131.24.1-05.ЕООДК	Ескізи операцій	1	
11			обробки деталі корпус		
12	A3	КНУ. КМР .131.24.1-05.Ш	Креслення деталі шків	1	
13	A3	КНУ. КМР .131.24.1-05.К	Креслення деталі корпус	1	

КНУ.КМР.131.24. 1-05.ВЕМ

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Дяченко			Лит.	Арк.	Архів
Перевірив		Рязанцев					
Н. Контр.		Нечаєв			Кафедра ТМ гр ПМ-23м		
Затверд.		Рязанцев					

Відомість електронних документів

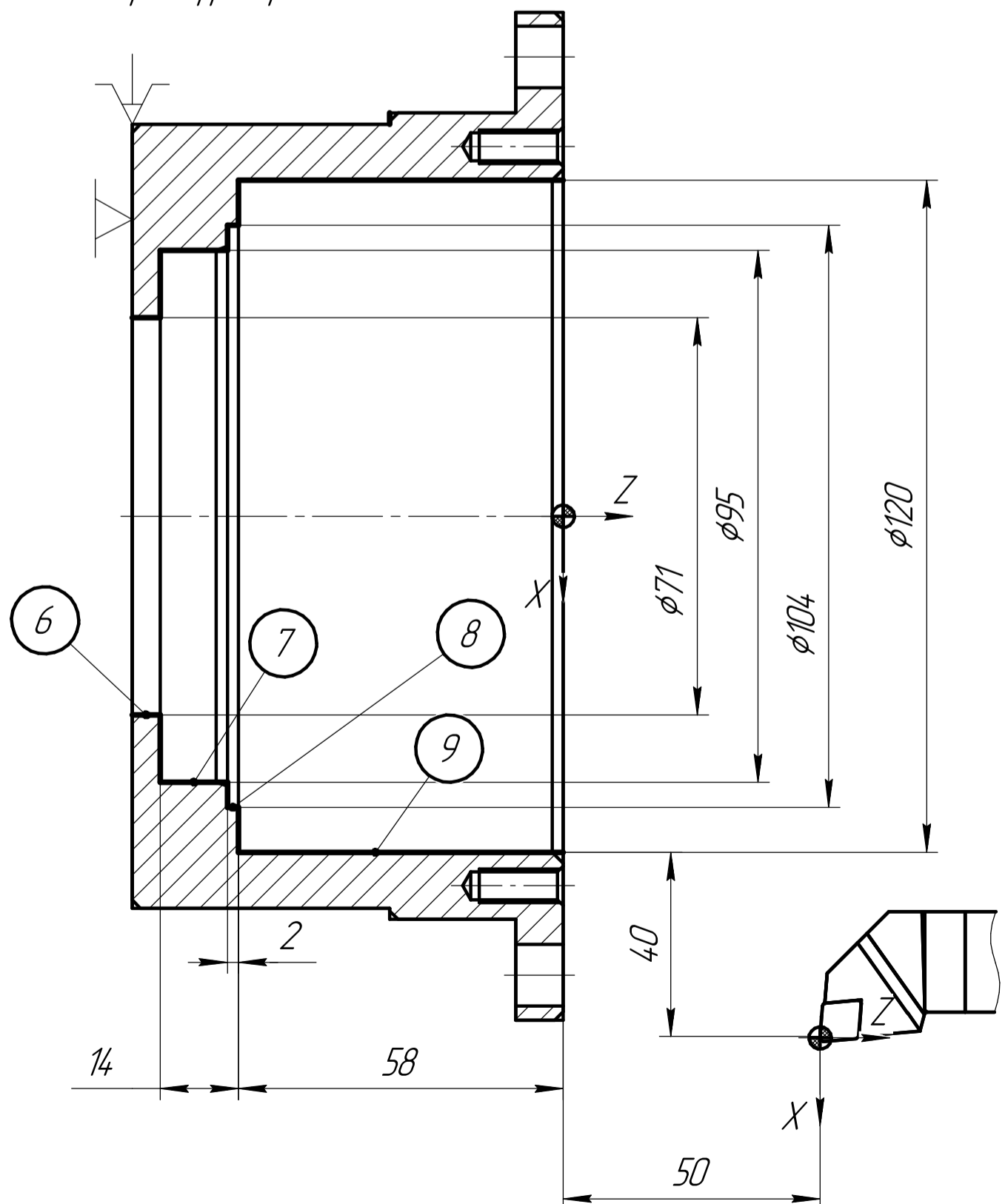
010 Токарна з ЧПК чорнова Установ А  
Токарно-фрезерний Mazak INTEGREX 200 IV S



Найменування переходу	t	S	n	V	To
Підрізати торець 1	15	0,7	600	321	5,6

Державка PCLNR/L 5050 T2509D  
Пластина CNMG 250904RT TT7100

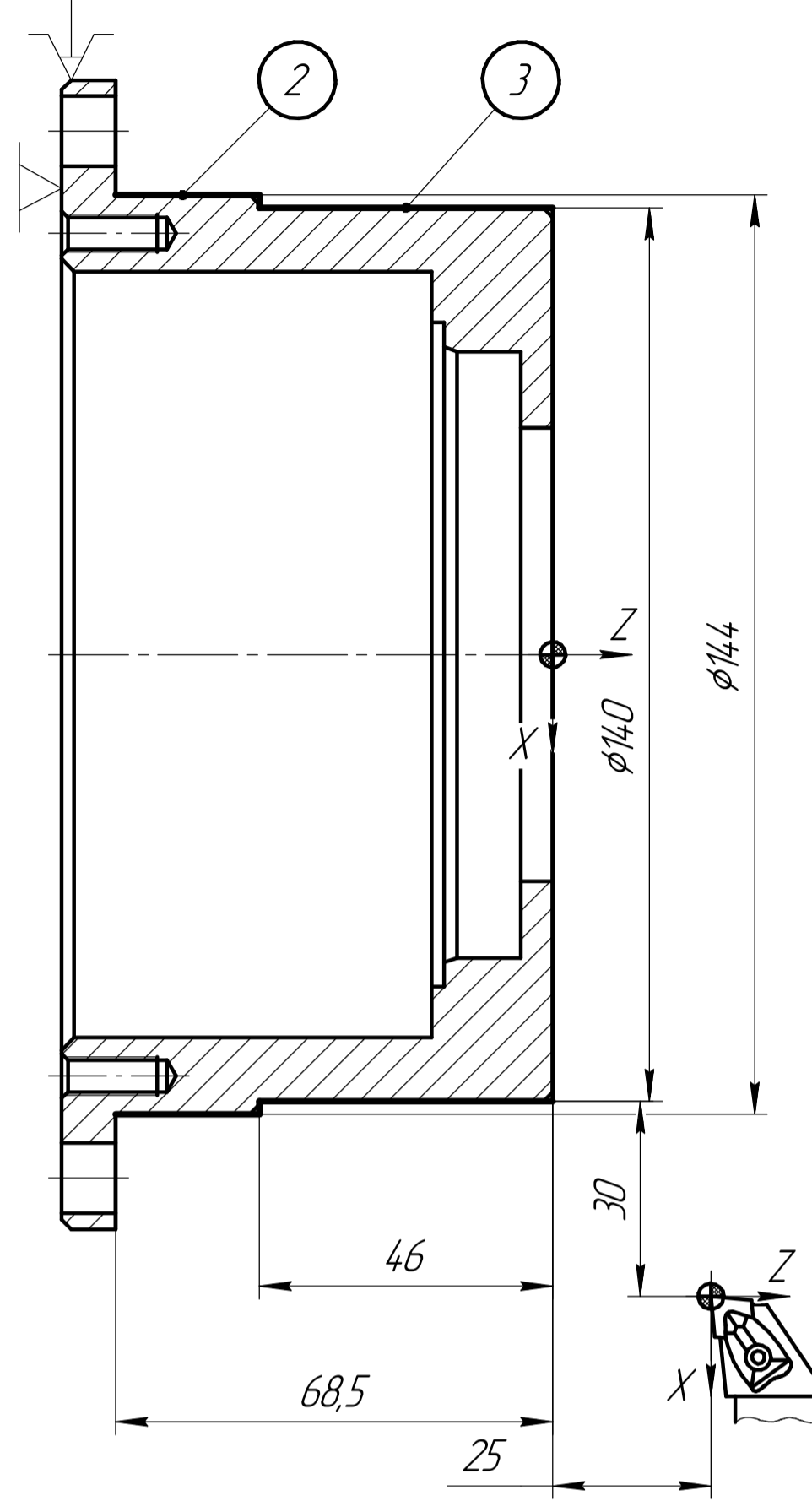
050 Токарна з ЧПК чорнова Установ Б  
Токарно-фрезерний Mazak INTEGREX 200 IV S



Найменування переходу	t	S	n	V	To
Точити діаметр 6	3,625	0,7	600	321	3,65
Точити діаметр 7	4,5	0,7	600	321	2,4
Точити діаметр 8	5,25	0,7	600	321	2,8
Точити діаметр 9	5	0,7	600	321	0,66

Державка: S50U PCLNR12  
Пластина: SNP CNMG1204.12ET

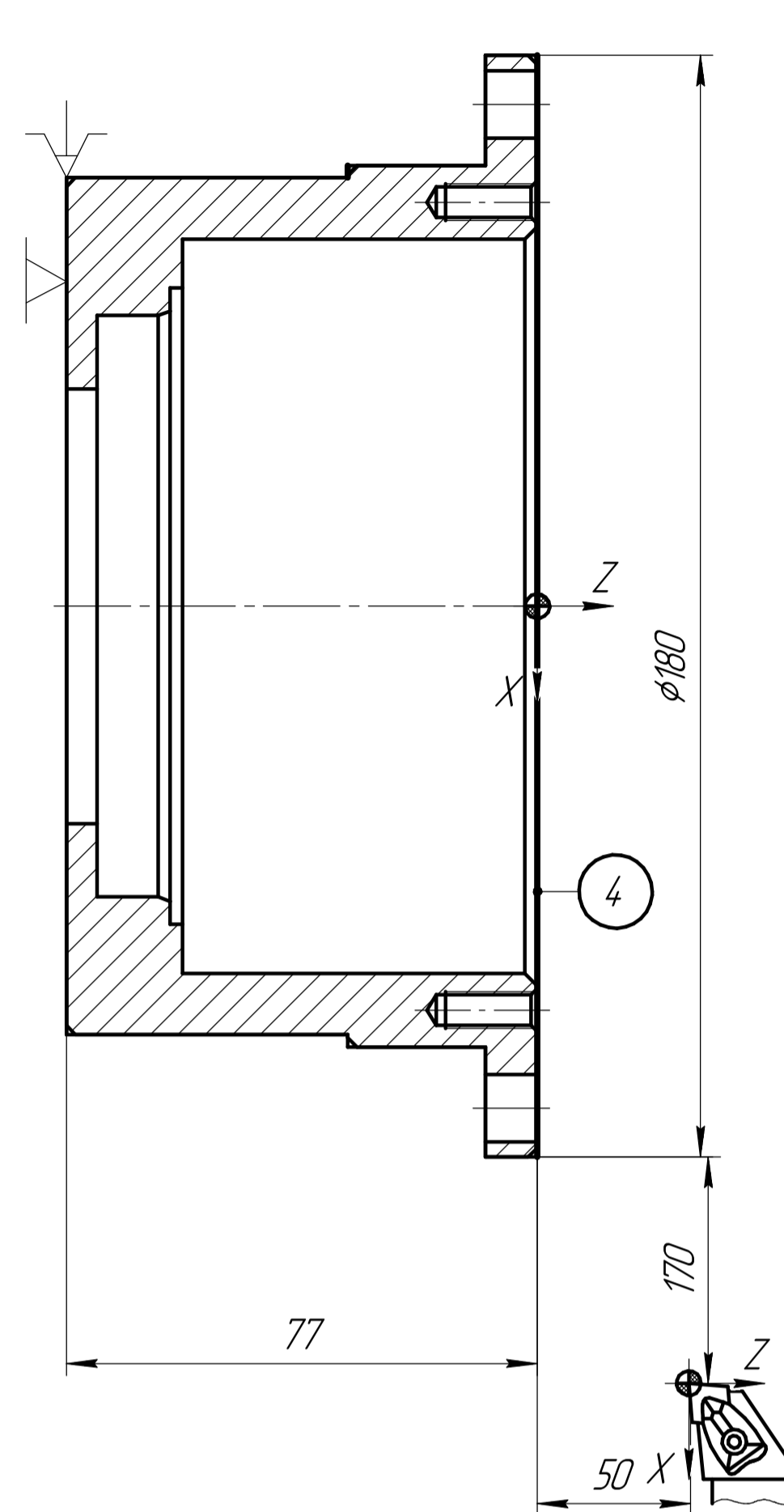
020 Токарна з ЧПК чорнова Установ Б  
Токарно-фрезерний Mazak INTEGREX 200 IV S



Найменування переходу	t	S	n	V	To
Точити діаметр 2	15	0,7	600	321	5,6
Точити діаметр 3	5,25	0,7	600	321	2,8

Державка PCLNR/L 5050 T2509D  
Пластина CNMG 250904RT TT7100

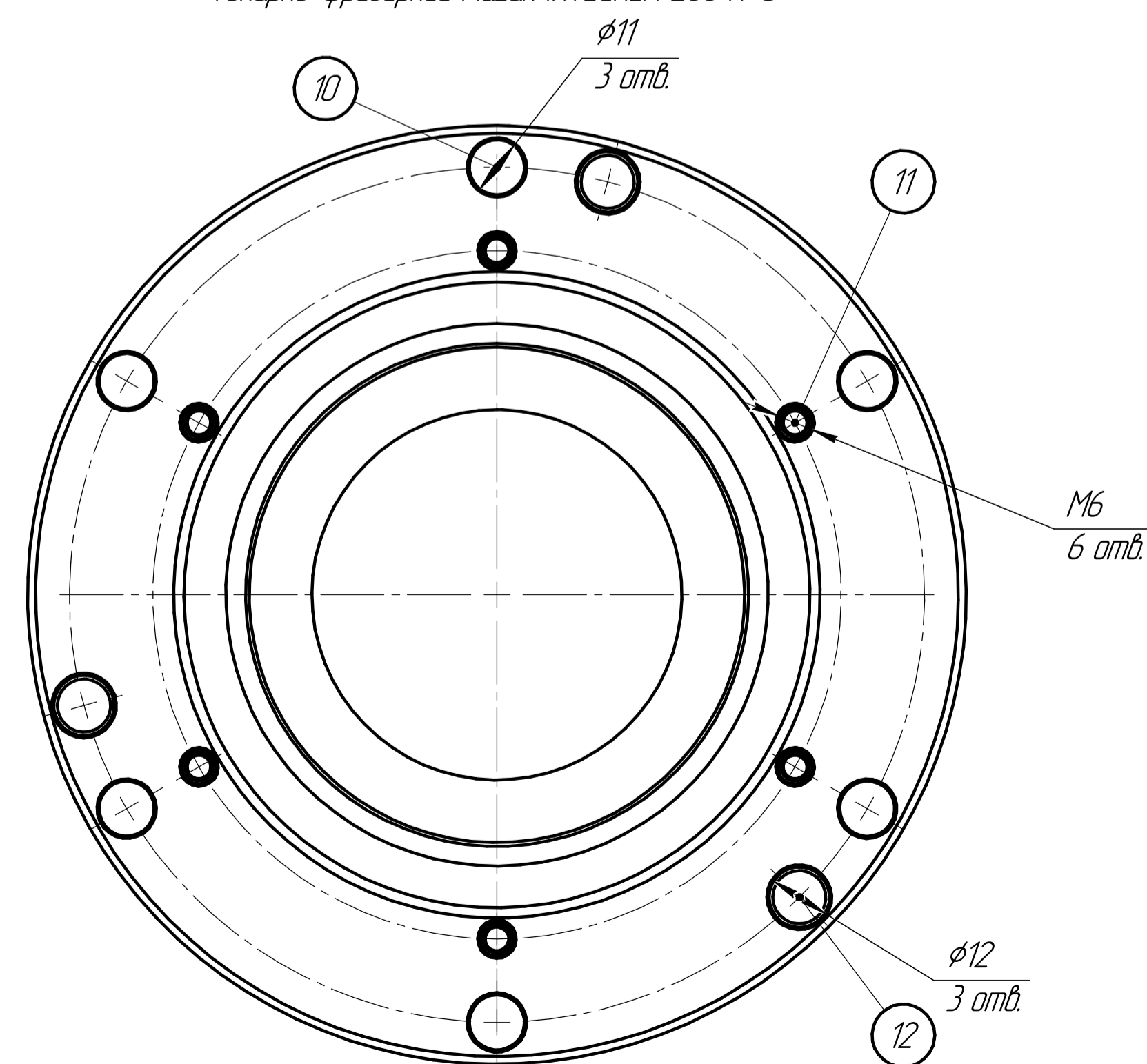
030 Токарна з ЧПК чорнова Установ Б  
Токарно-фрезерний Mazak INTEGREX 200 IV S



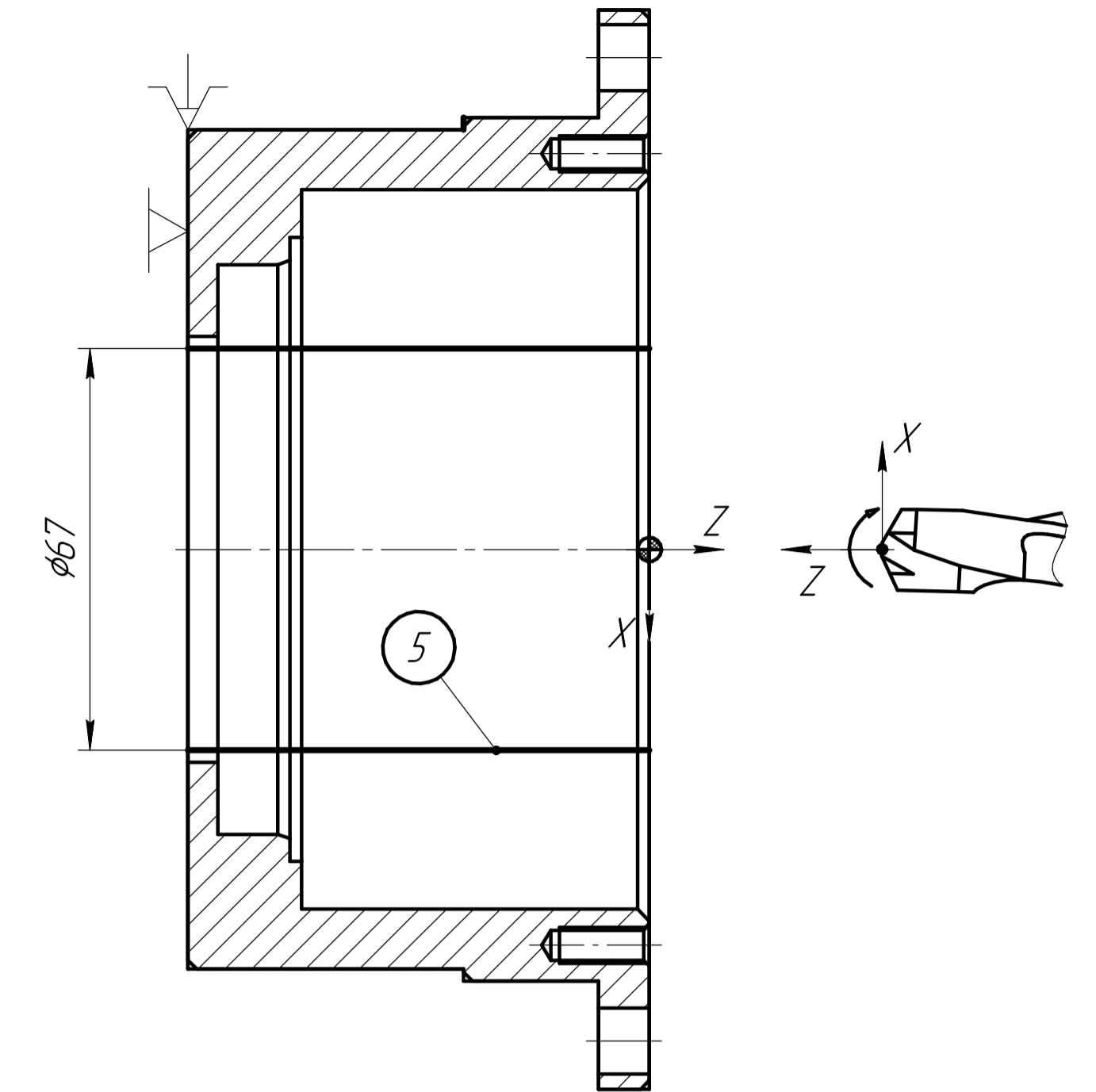
Найменування переходу	t	S	n	V	To
Підрізати торець 4	15	0,7	600	321	5,6

Державка PCLNR/L 5050 T2509D  
Пластина CNMG 250904RT TT7100

060 Токарна з ЧПК чорнова Установ Б  
Токарно-фрезерний Mazak INTEGREX 200 IV S



040 Токарна з ЧПК чорнова Установ Б  
Токарно-фрезерний Mazak INTEGREX 200 IV S



Найменування переходу	t	S	n	V	To
Сверлити отвір 5	25	0,8	500	255	5,2

Сверло TOP 2480-40T2-15

Найменування переходу	t	S	n	V	To
Свердління 6-х отвір 10	34	0,22	400	246	3
Свердління 6-х отвір 11	34	0,22	400	246	3
Нарізання різьби M6	-	-	40	-	15
Свердління 3-х отвір 12	34	0,22	400	246	3
Нарізання різьби M12	-	-	40	-	15

Сверло-мітчик M 6 УТ-44843  
Сверло 870-1500-15L20-3

КНУМВР.13124.1-05.ЕОДЛК				Лист	Масштаб
Ескізи операції обробки деталі корпусу				15	
Лист	Листів			1	
Кафедра ТМ				гр. ПМ-23М	
Формат А1					

КНУ.МВР.131.24.1-05.К.2Д.3А

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Дяченко		
Пров.		Рязанцев		
Т.контр.				
И.контр.		Нечаев		
Утв.		Рязанцев		

КНУ.МВР.131.24.1-05.К.2Д.3А

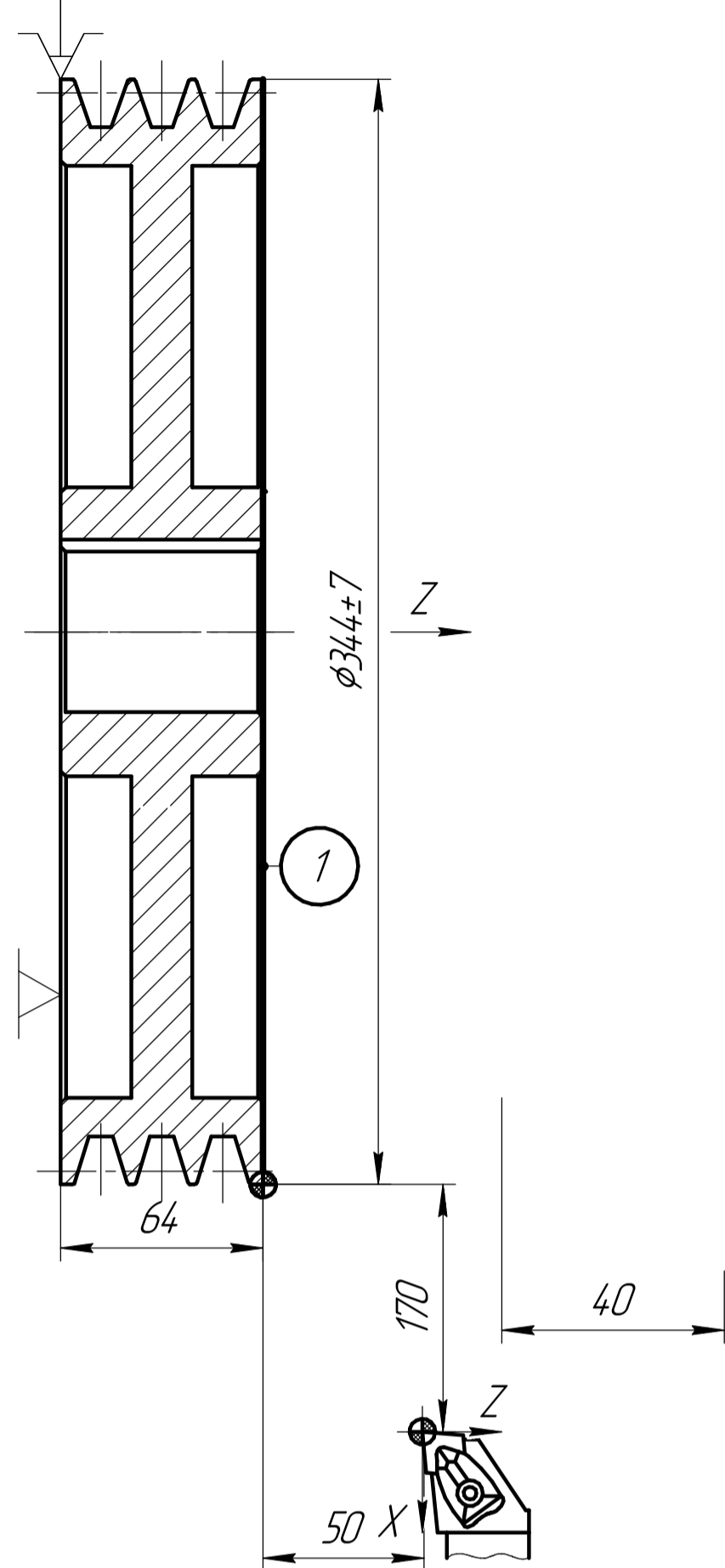
Корпус

Лит.	Масса	Масштаб
		1:1
Лист		Листов 1

Кафедра ТМ  
гр. ПМ-23М



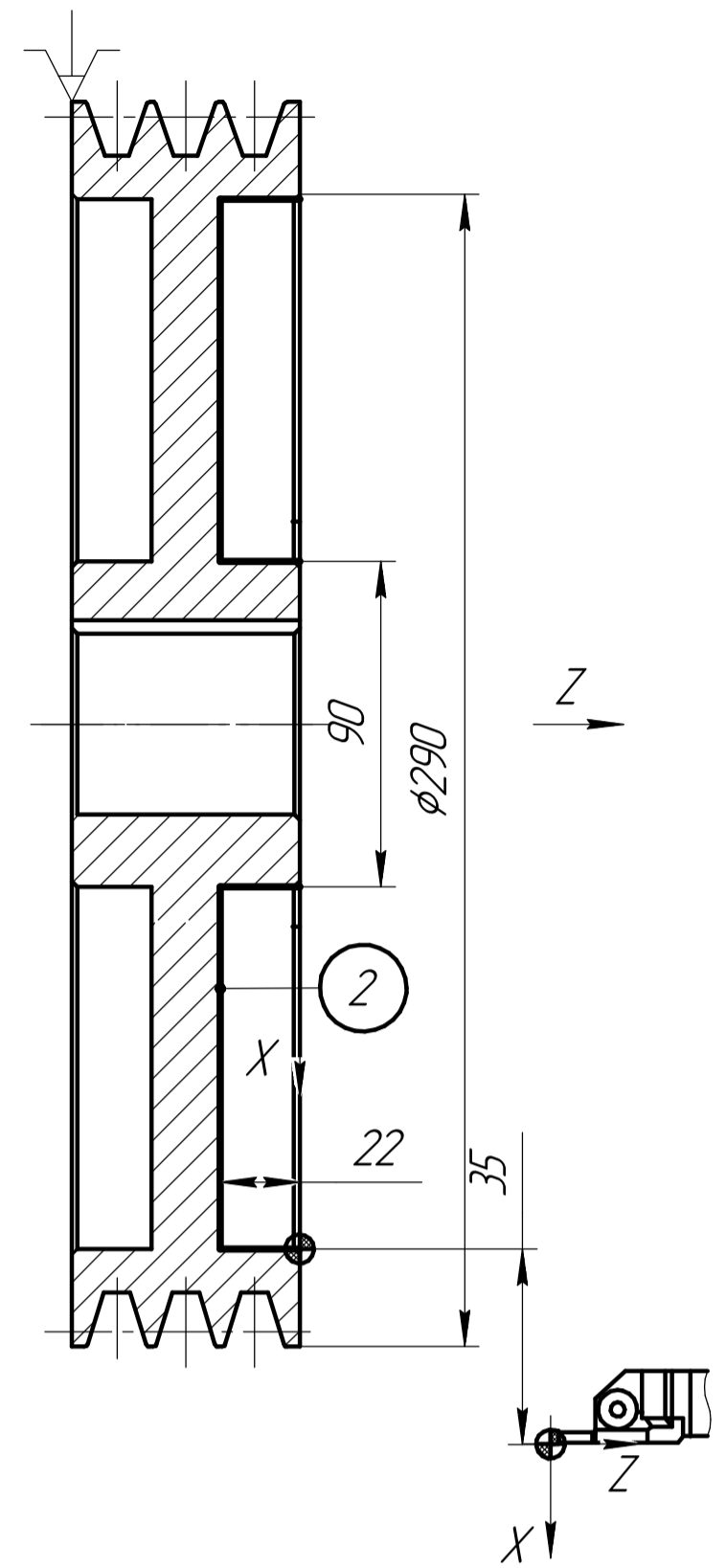
005 Токарна з ЧПК чорнова Установ А  
Токарно-фрезерний Mazak INTEGREX 200 IV S



Найменування переходу	t	S	n	V	To
Підрізати торець 1	15	0,7	600	321	5,6

Державка PCLNR/L 5050 T2509D  
Пластина CNMG 250904RT TT7100

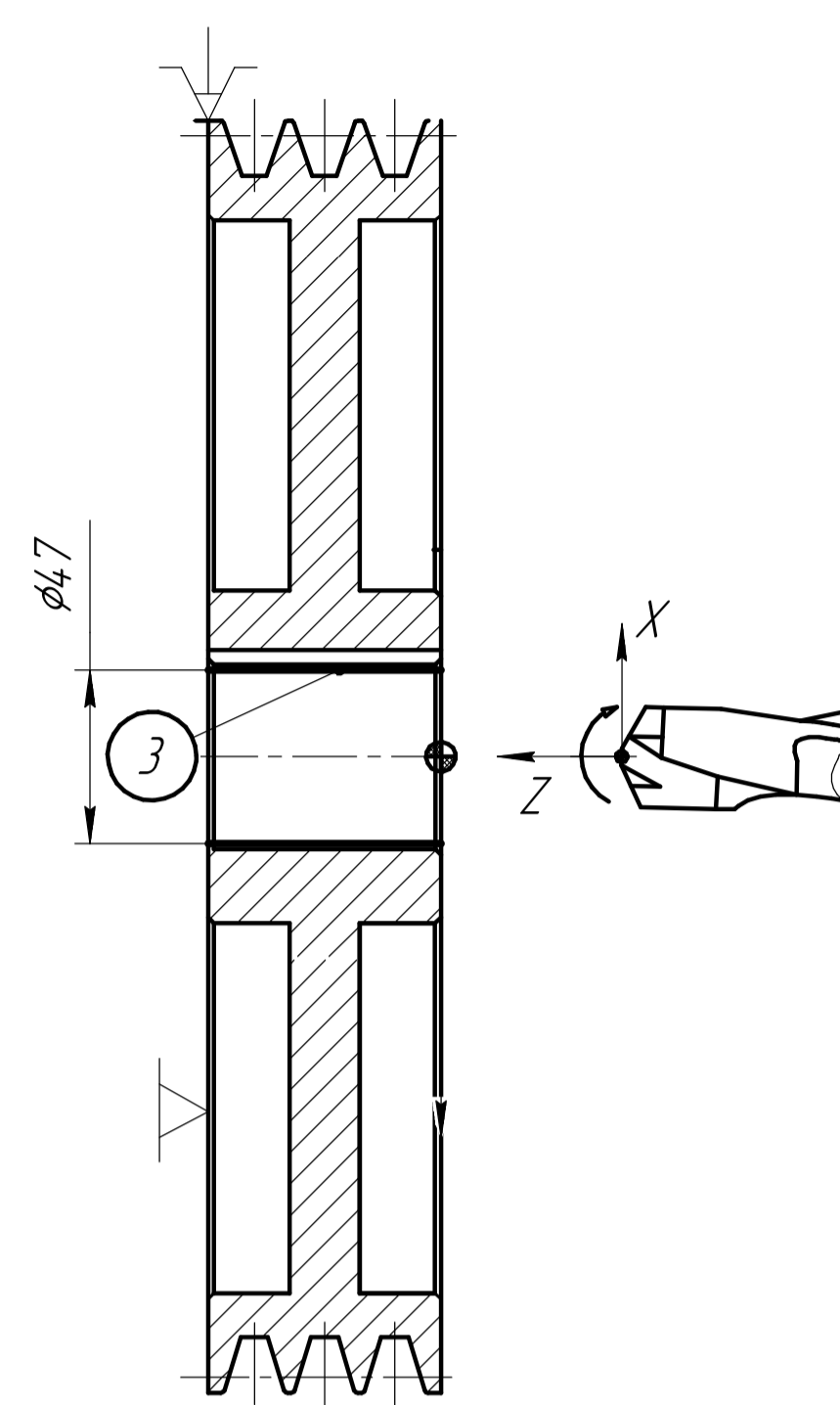
010 Токарна з ЧПК чорнова Установ А  
Токарно-фрезерний Mazak INTEGREX 200 IV S



Найменування переходу	t	S	n	V	To
Точити канавку 2	20	0,7	800	300	6,2

Державка TTR/L 32-3С-T10  
Пластина TDC8 TT8020

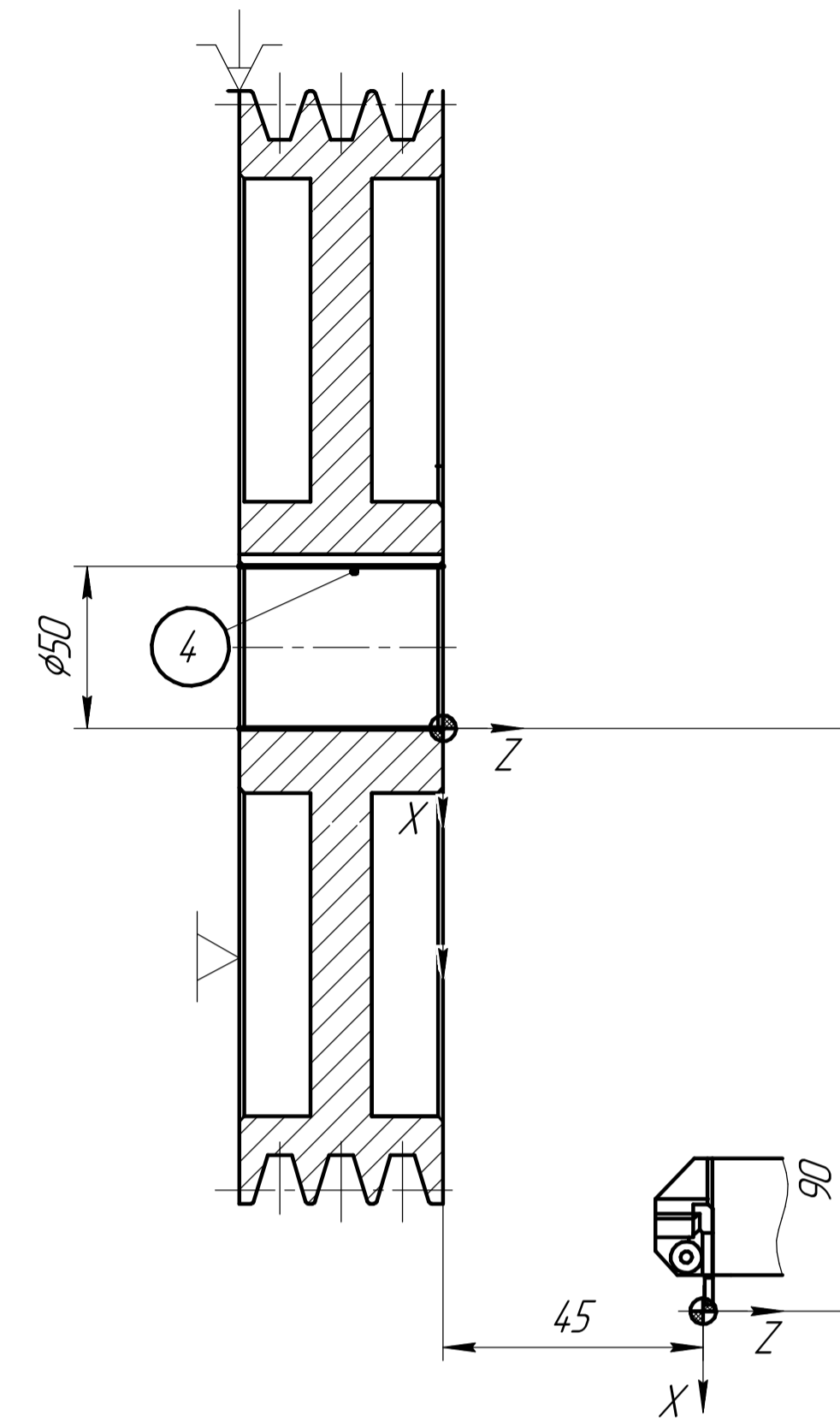
015 Токарна з ЧПК чорнова Установ А  
Токарно-фрезерний Mazak INTEGREX 200 IV S



Найменування переходу	t	S	n	V	To
Сверлити отвір 3	25	0,8	500	255	5,2

Сверло TOP 2480-40T2-15

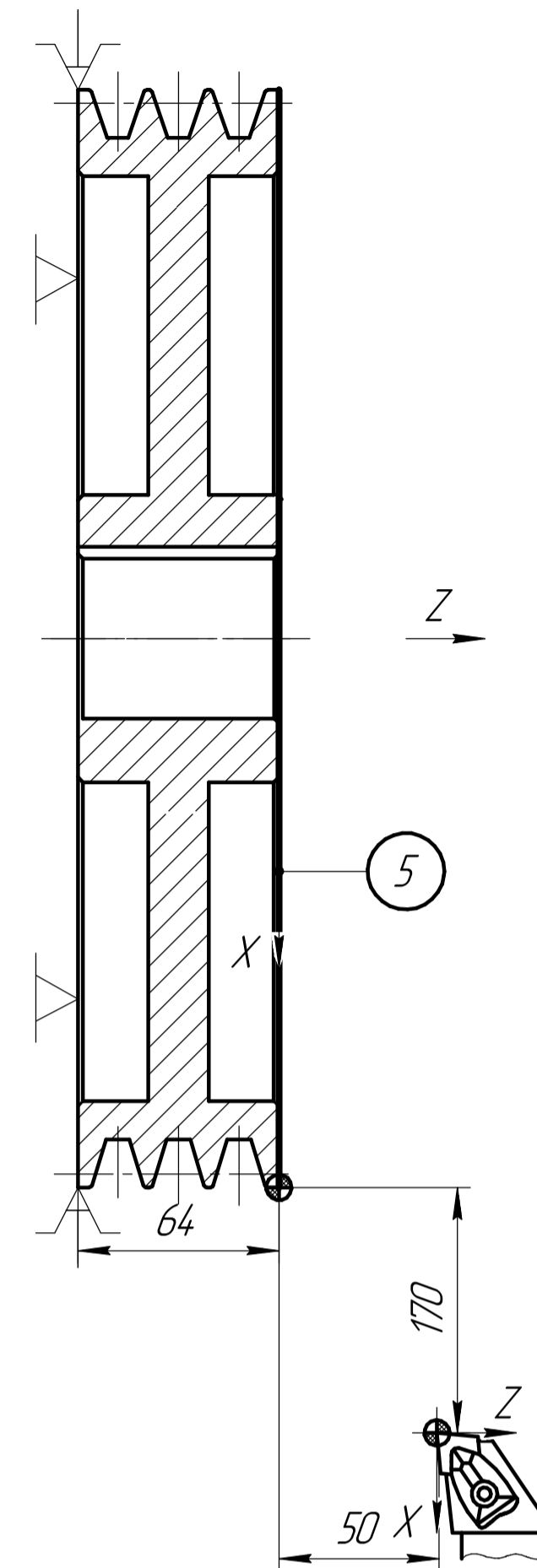
020 Токарна з ЧПК чорнова Установ А  
Токарно-фрезерний Mazak INTEGREX 200 IV S



Найменування переходу	t	S	n	V	To
Розточувати отвір 4	25	0,8	500	255	5,2

Державка S32S HDUNR 1305  
Пластина DNMG 130504 FG TT815B

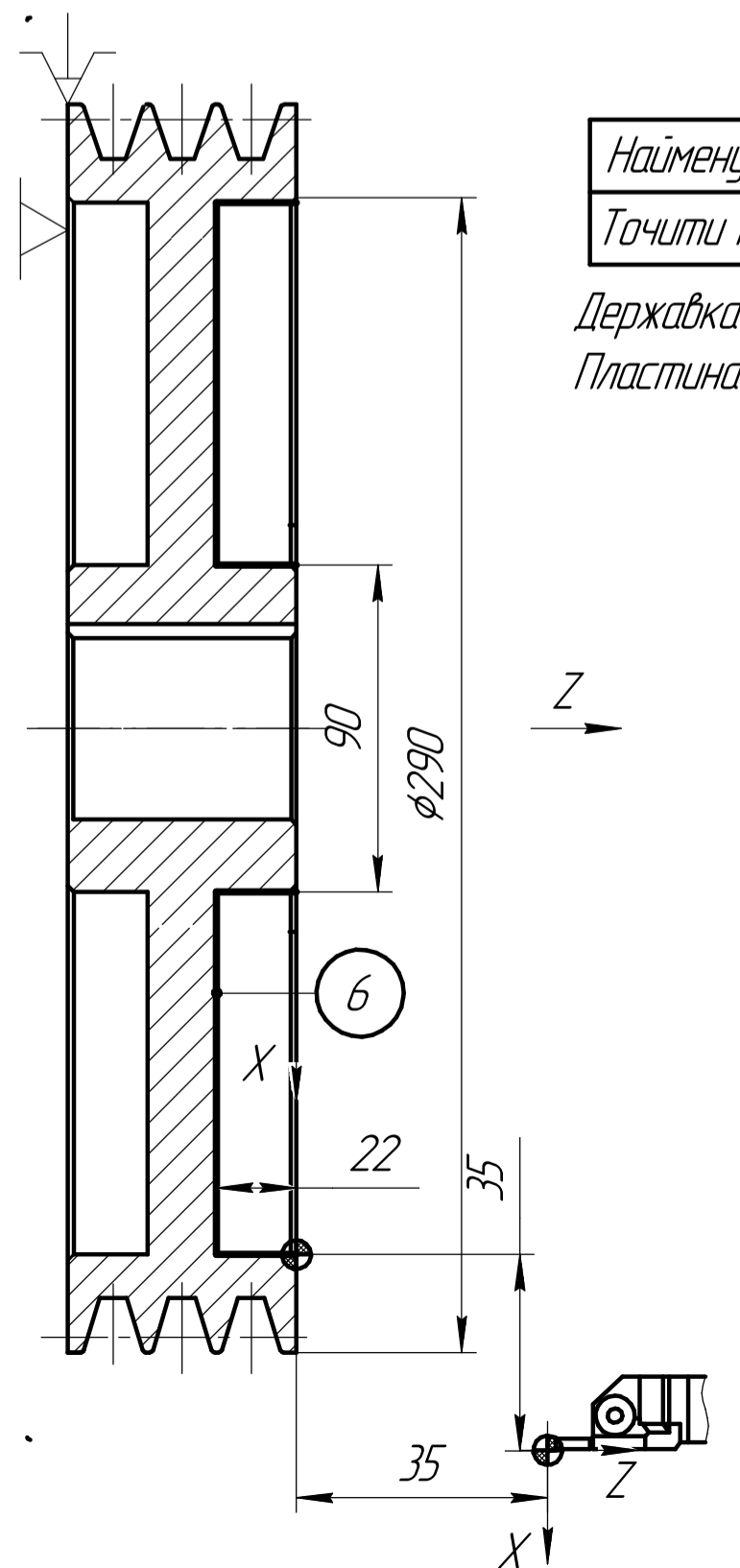
025 Токарна з ЧПК чорнова Установ Б  
Токарно-фрезерний Mazak INTEGREX 200 IV S



Найменування переходу	t	S	n	V	To
Підрізати торець 5	15	0,7	600	321	5,6

Державка PCLNR/L 5050 T2509D  
Пластина CNMG 250904RT TT7100

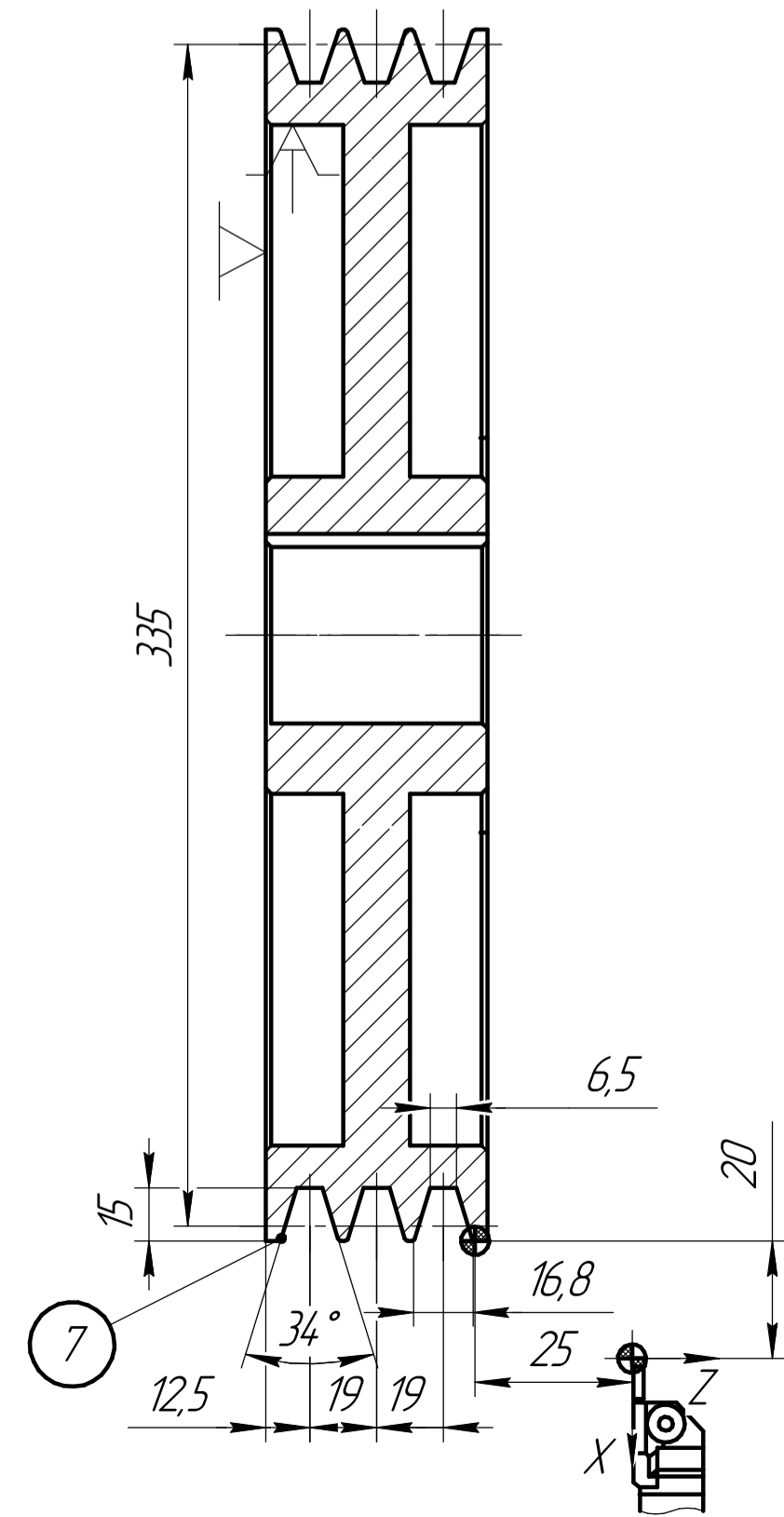
030 Токарна з ЧПК чорнова Установ Б  
Токарно-фрезерний Mazak INTEGREX 200 IV S



Найменування переходу	t	S	n	V	To
Точити канавку 2	20	0,7	800	300	6,2

Державка TTR/L 32-3С-T10  
Пластина TDC8 TT8020

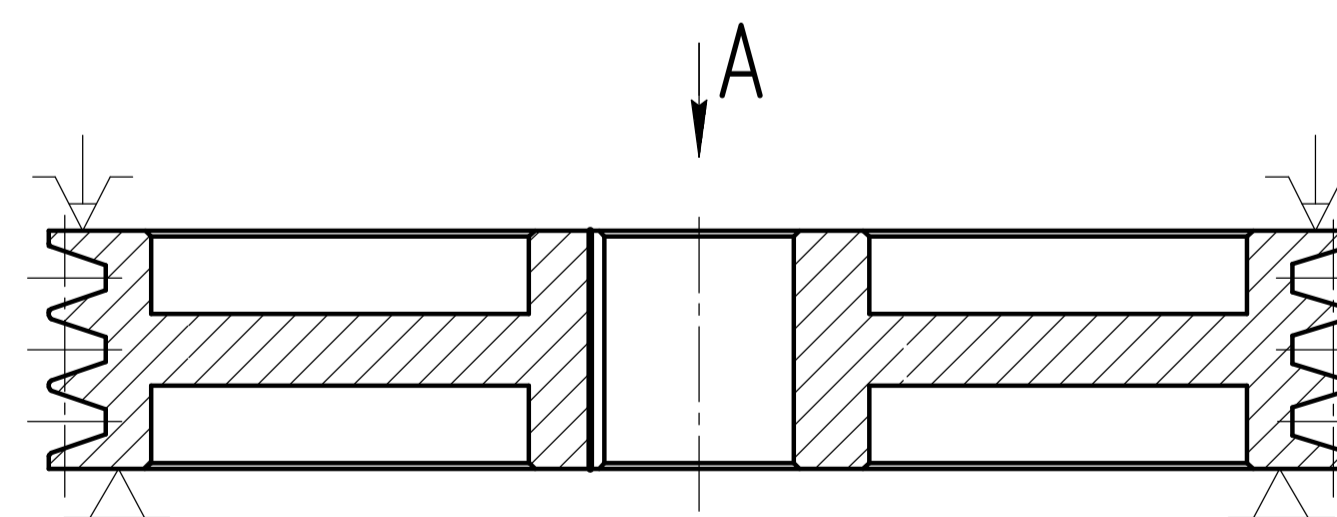
035 Токарна з ЧПК чорнова Установ Б  
Токарно-фрезерний Mazak INTEGREX 200 IV S



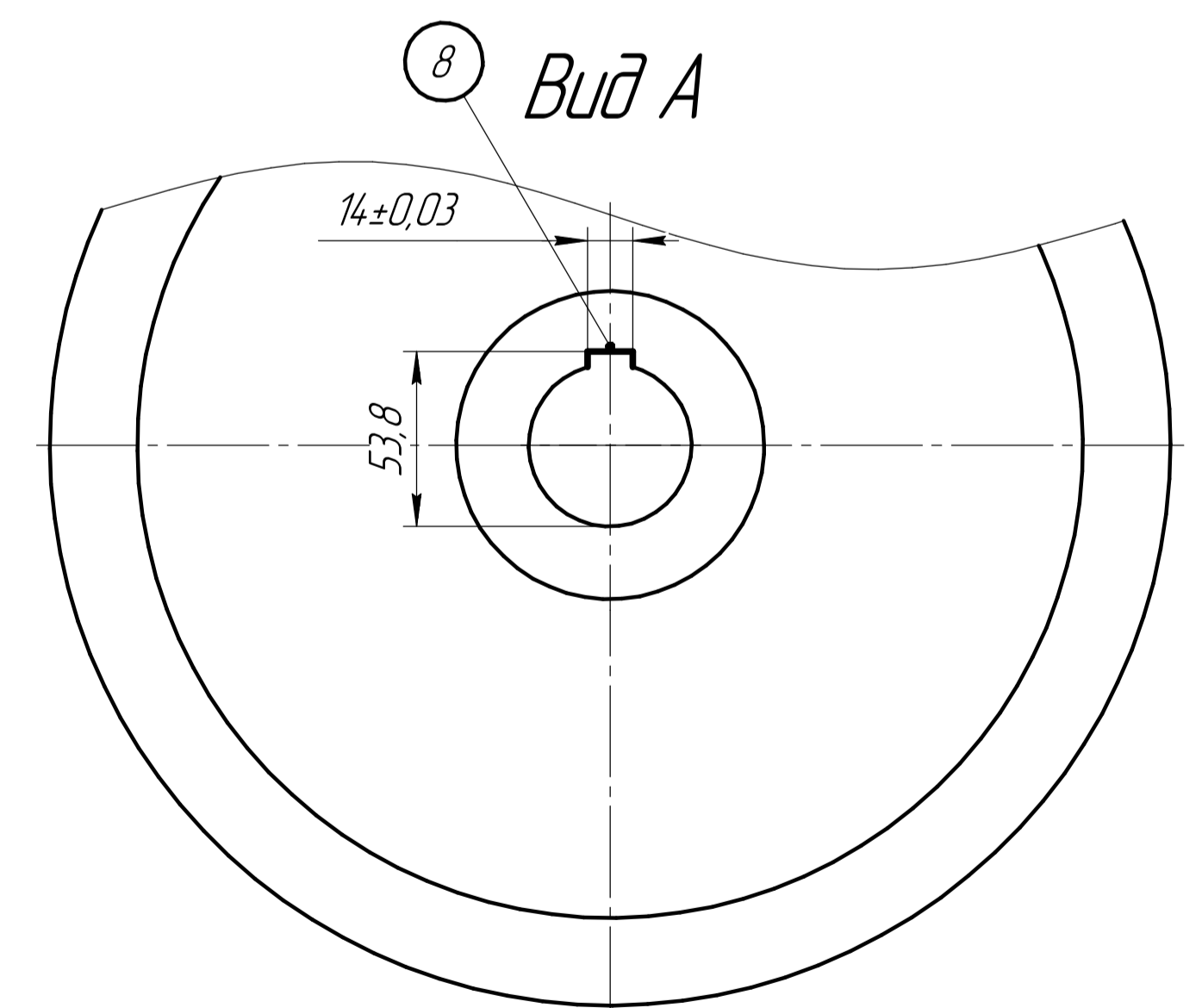
Найменування переходу	t	S	n	V	To
Точити клинаві канавку 7	20	0,7	800	300	6,2

Державка TTR/L 2525-4-TB  
Пластина TDC4 TT8020

035 Токарна з ЧПК Установ А  
Додатковий верстат S200DR UNITECH-TROYAN



Найменування переходу	t	S	n	V	To
Додання шпачного пазу 8	20	0,7	800	300	6,2



КНУ.МВР.13124.1-05.ЕООДШ				Лист	Масштаб
Взм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	15
Розроб.	Лявченко				
Проб.	Рязанцев				
Т.контр.					
Н.контр.	Нечислов				
Утв.	Рязанцев				
Ескізи операцій обробки деталі шків				Лист	Листів 1
Кафедра ТМ				гр. ПМ-23м	
Формат А1				Копіював	

КНУ.МВР.131.24.1-05.ЕООДШ.2Д.3А

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

КНУ.МВР.131.24.1-05.ЕООДШ.2Д.3А

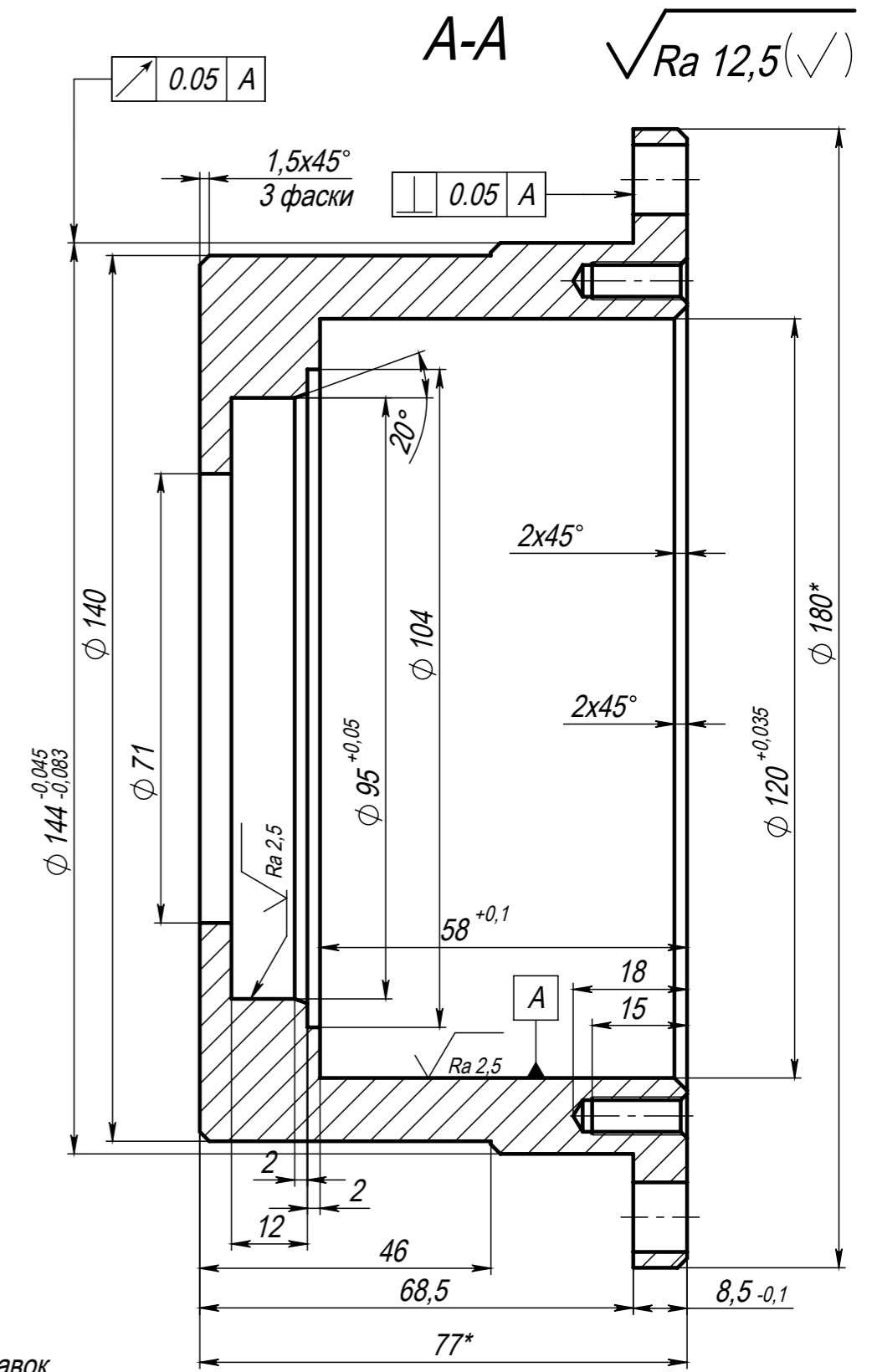
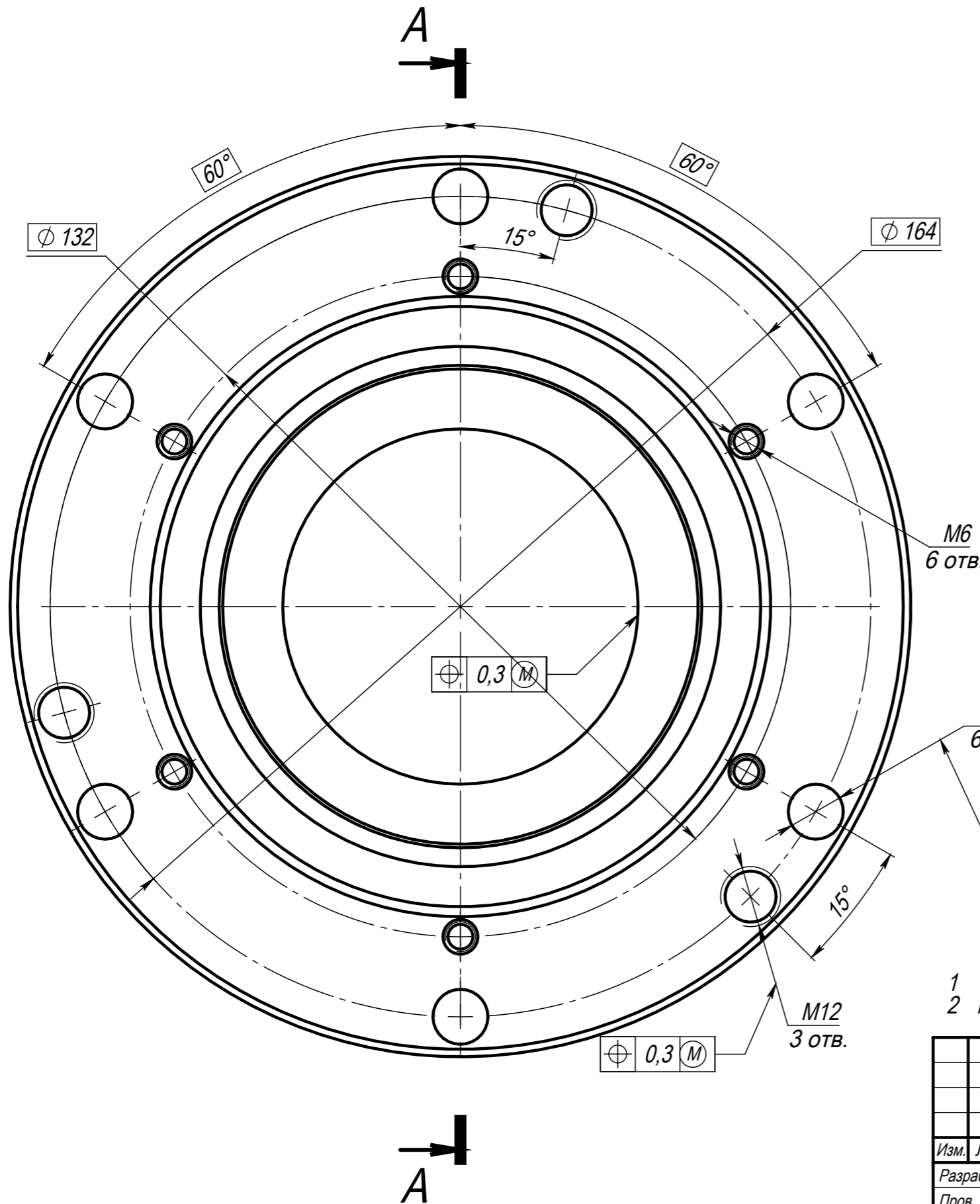
Ескізи операції обробки  
деталі шків

Лист	Масса	Масштаб
		1:1
Лист	Листов	1

Кафедра ТМ  
гр. ПМ-23М

Копировал

Формат А4



- 1 \*Размеры для справок.
- 2 Н14, h14, ±t/2.

					<b>КНУ.МВР.131.24.1-05.К</b>		
					Корпус		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Дяченко				3.93	1:1
Пров.		Рязанцев					
Т. контр.							
Н. контр.		Нечаев			Лист	Листов 1	
Утв.		Рязанцев			Сталь 3 ДСТУ 7809:2015		
					Кафедра ТМ гр. ПМ-23м		
Шифр:					Формат А3		

Перв. примен.  
Справ. №  
Подп. и дата  
Изм. № дубл.  
Взам. инв. №  
Подп. и дата  
Изм. № подл.

КНУ.МВР.131.24.1-05.К.2Д.3А

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

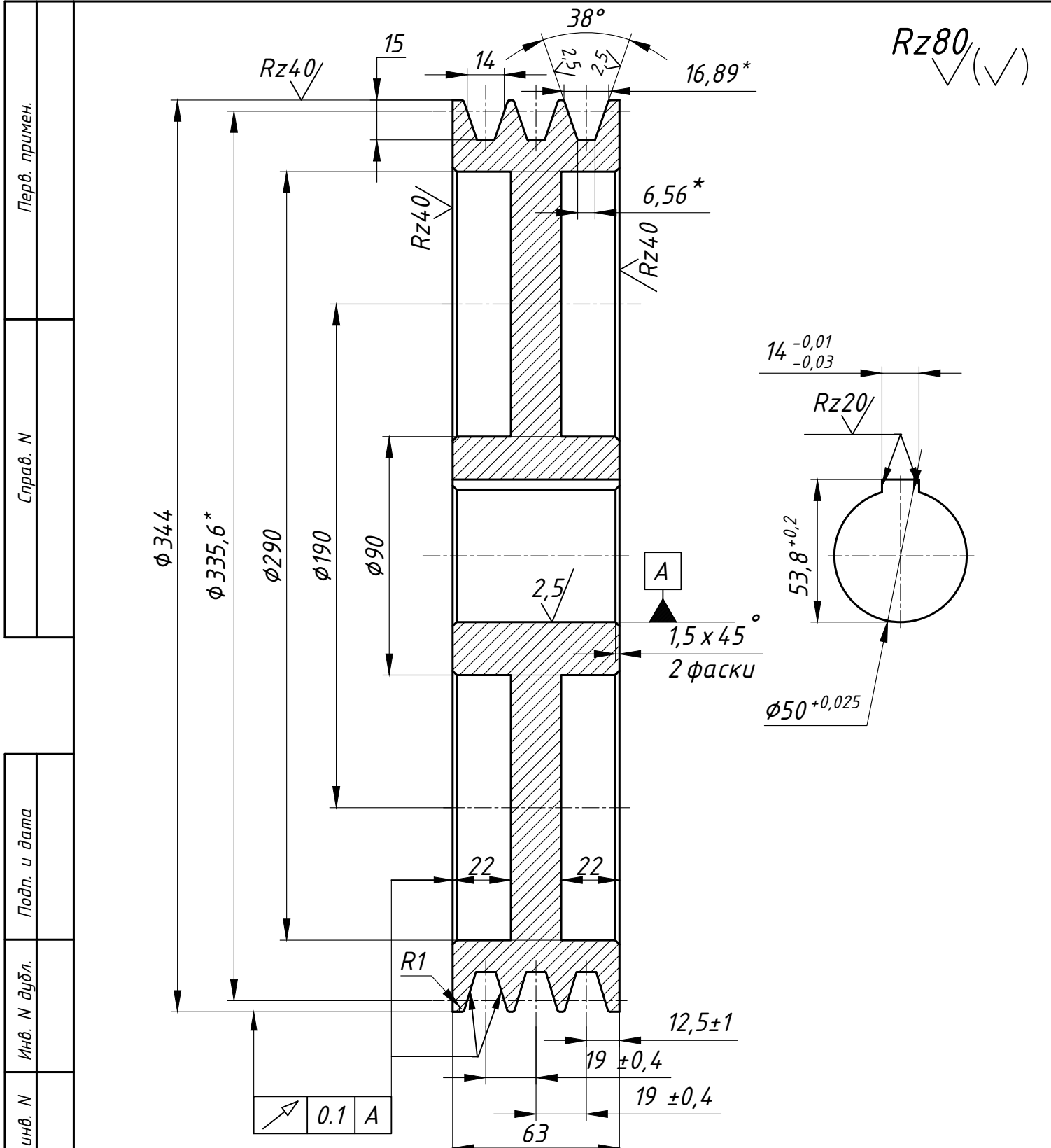
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Дяченко		
Пров.		Рязанцев		
Т.контр.				
И.контр.		Нечаев		
Утв.		Рязанцев		

КНУ.МВР.131.24.1-05.К.2Д.3А

Корпус

Лит.	Масса	Масштаб
		1:1
Лист		Листов 1

Кафедра ТМ  
гр. ПМ-23М



1.\* Размеры для справок.  
 2. H14,h14;±IT14/2.

Подп. и дата					КНУ.МВР.131.24.1-05.Ш		
Изм. Лист					Шків		
Разраб. Дяченко					30,74		
Пров. Рязанцев					1:2		
Т. контр.					Лист		
Н. контр. Нечаев					Листов 1		
Утв. Рязанцев					Кафедра ТМ		
					гр. ПМ 23м		
					Сталь 20 ДСТУ 7809:2015		
					Формат А4		

Перв. примен.

Справ. №

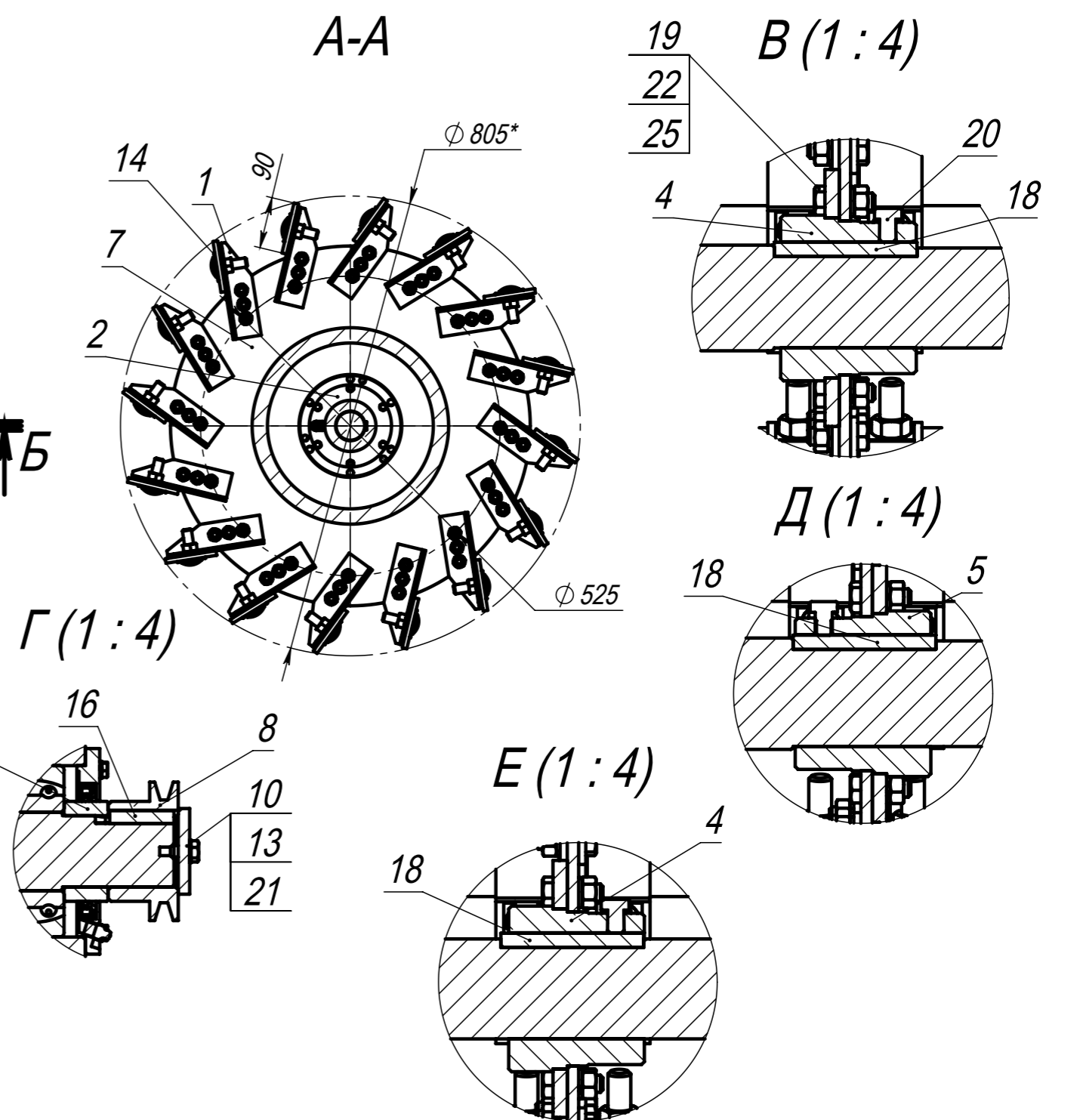
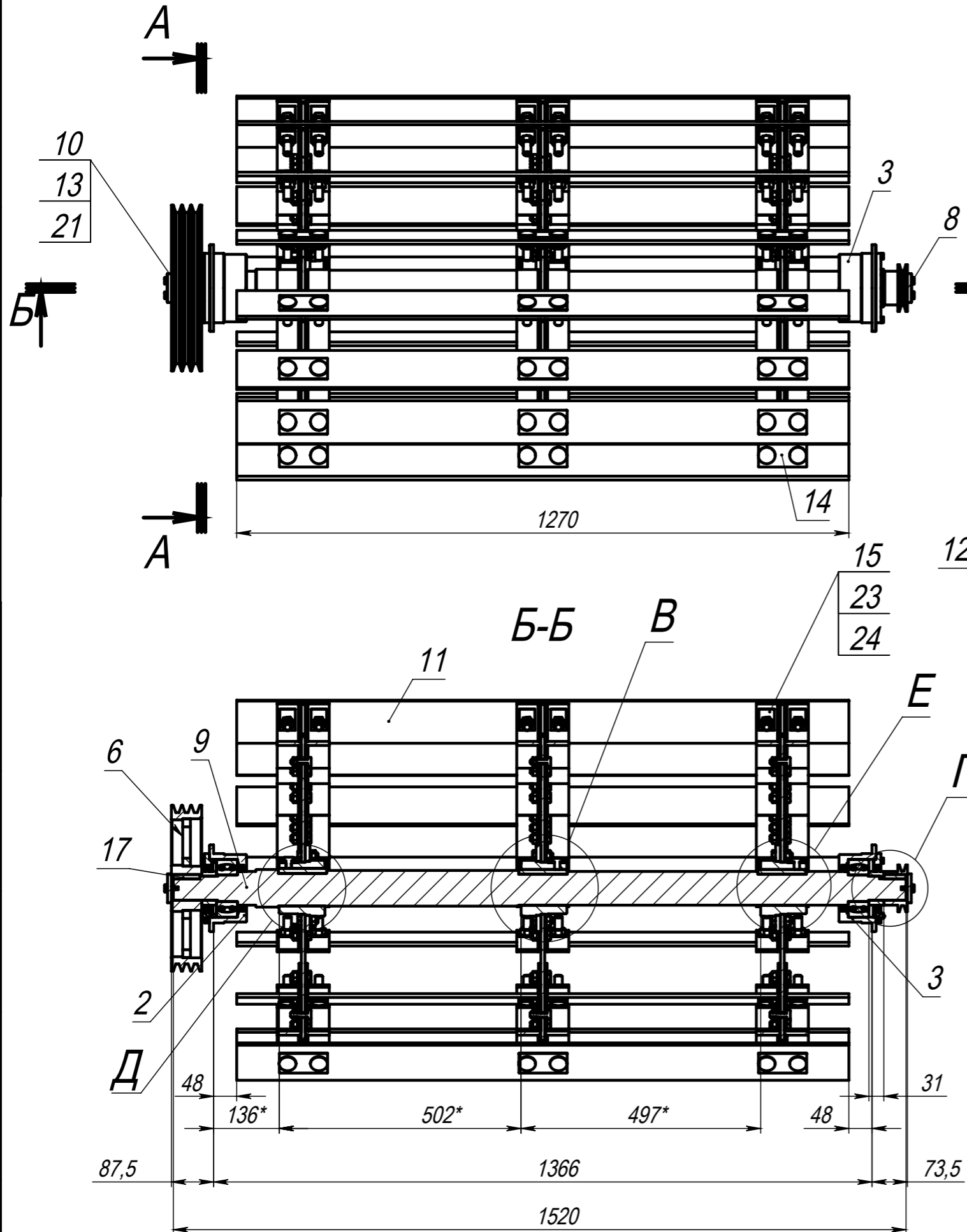
Подп. и дата

И/инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

И/инв. № подл.



- 1 \*Размеры для справок.
- 2 Ротор статически балансировать без бичей поз. 11. до безразличного состояния.
- 3 Балансировать путем приваривания пластин из стали Ст3 к среднему диску поз. 7.
- 4 Дет. поз. 13 и п. 15 подогнуть после сборки по месту.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Дяченко		
Пров.		Рязанцев		
Т. контр.				
Н. контр.		Нечаев		
Утв.		Рязанцев		

<b>КНУ.МВР.131.24.1-05.СК.Р.</b>					
Ротор			Лит.	Масса	Масштаб
				348.79	1:10
Складальне креслення			Лист	Листов 1	
			Кафедра ТМ гр. ПМ-23м		
			Формат А3		

Шифр:

Копировал

Файл: НРК-04.01.03.00.000 СБ Ротор

КНУ.МВР.131.24.1-05.СК.Р.2Д.3А

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инд. № дробл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Дяченко		
Пров.		Рязанцев		
Т.контр.				
И.контр.		Нечаев		
Утв.		Рязанцев		

КНУ.МВР.131.24.1-05.СК.Р.2Д.3А

Складальне креслення  
Ротор

Лит.	Масса	Масштаб
		1:1
Лист	Листов	1

Кафедра ТМ  
гр. ПМ-23м

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №					<u>Документация</u>			
	A3			НРК-04.01.03.00.000 МСБ	Сборочный чертеж			
					<u>Сборочные единицы</u>			
	A4	1		НРК-04.01.03.01.000 М СБ	Кронштейн	48		
	A4	2		НРК-04.01.03.02.000 М	Корпус подшипника	1		
	A4	3		НРК-04.01.03.02.000 М-01	Корпус подшипника	1		
	A4	4		НРК-04.01.03.03.000 М	Ступица	2		
	A4	5		НРК-04.01.03.03.000 М -01	Ступица	1		
	A4	6		НРК-04.01.03.04.000 М	Шкив	1		
					<u>Детали</u>			
		A3	7	НРК-04.01.03.00.001	Диск	3		
		A3	8	НРК-04.01.03.00.002	Шкив	1		
		A3	9	НРК-04.01.03.00.003	Вал	1		
		A4	10	НРК-04.01.03.00.004	Шайба контролочная	2		
		A3	11	НРК-04.01.03.00.005	Бич семенорушки	16		
	A4	12	НРК-04.01.03.00.006	Втулка	2			
	A4	13	НРК-04.01.03.00.007	Шайба контролочная	2			
	A4	14	НРК-04.01.03.00.009	Шайба	48			
	A4	15	НРК-04.01.03.01.002	Пластина контролочная	96			
Подп. и дата								
Инв. № дубл.								
Взам. инв. №								
Подп. и дата								
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
	Разраб.		Дяченко М.С.		3.10.24			
	Пров.		Савчук В.М.					
	Н. контр.							
	Утв.							
Ротор						Лит.	Лист	Листов
							1	2
						КР-ОИЛ		



Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<i>Стандартные изделия</i>		
		16		<i>Шпонка 14x9x45 ГОСТ 23360-78</i>	1	
		17		<i>Шпонка 14x9x55 ГОСТ 23360-78</i>	1	
		18		<i>Шпонка 16x10x100 ГОСТ 23360-78</i>	3	
		19		<i>Болт M12x35 DIN 933</i>	168	
		20		<i>Болт M12x20 DIN 933</i>	3	
		21		<i>Болт M8x30 DIN 933</i>	4	
		22		<i>Гайка M12 DIN 934</i>	168	
		23		<i>Гайка M16 DIN 934</i>	96	
		24		<i>Мебельный болт DIN 603</i>	96	
		25		<i>Шайба пружинная M12 DIN 127-B</i>	168	

Инов. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

*НРК-04.01.03.00.000 М*

Лист  
2

ДОСВІД ПРОМИСЛОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ ЛАЗЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ НА БАЗІ ВОЛОКОННИХ ГЕНЕРАТОРІВ



Лазерна головка верстату Gweke LF 6020GA

Найменування продукту	Машини для волоконного лазерного різання металевих листів
Модель	LF6020GA
Поле роботи	6000×2000мм
Точність позиціонування, вісь X/Y	±0,03 мм
Повторюваність позиціонування, вісь X/Y	±0,02 мм
Макс. швидкість руху, вісь X/Y	80 м/хв
Макс. прискорення, вісь X/Y	1 Г
Потужність серводвигуна, вісь X	0,85 кВт
Потужність серводвигуна, вісь Y	1,3 кВт
Потужність серводвигуна, вісь Z	0,75 кВт

Технічні характеристики Gweke LF 6020GA

Приклад деталі виготовленої за допомогою лазерного верстата



Лазерний верстат Gweke LF 6020GA



Обладнання для лазерного верстата

				КНУ.КМР.131.24.1-05.НЧ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Научова частина	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Дяченко					1:1		
Проб.	Рязанцев					Лист	Листов	1
Т.контр.								
Н.контр.	Нечаев							Кафедра ТМ
Утв.	Рязанцев							гр. ПМ-23М
						Копировал		Формат А2

Перв. подмен.  
Справ. №  
Подп. и дата  
Инв. № дубл.  
Взам. инв. №  
Подп. и дата  
Инв. № подл.

КНУ.КМР.131.24.1-05.НЧ.2Д.3А

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инд. № дробл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Дяченко		
Пров.		Рязанцев		
Т.контр.				
Н.контр.		Нечаев		
Утв.		Рязанцев		

КНУ.КМР.131.24.1-05.НЧ.2Д.3А

Научова частина

Лит.	Масса	Масштаб
		1:1
Лист	Листов	1

Кафедра ТМ  
гр. ПМ-23м