

**Магістерська робота**

**МР.ПМКм-39.00.00.000ПЗ**

**Група ПМКм-23-1**

**Даниїл Попов**

**2024 р.**

# Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Інститут інженерної механіки та робототехніки  
Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Попов Даниїл Сергійович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 622.2  
(індекс)

## МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

Тема: Вдосконалення процесу виготовлення деталі "Колесо зубчасте НПО  
639.00.004 в умовах автоматизованого виробництва

Комп'ютеризовані та роботизовані технології машинобудування  
(назва освітньої програми)

131-Прикладна механіка  
(шифр і назва спеціальності)

Попов Д.С.  
(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник :Пітулей Лоліта Дмитрівна к.т.н. доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Допущено до захисту  
Завідувач кафедри

професор Панчук В.Г.  
(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

### Рецензент

\_\_\_\_\_  
(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

м.Івано-Франківськ-2024 рік

**Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу**

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут інженерної механіки та робототехніки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Освітній рівень магістр

Спеціальність 131-Прикладна механіка

(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри**

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 року

**З А В Д А Н Н Я  
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ**

Попову Даниїлу Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи : “Вдосконалення процесу виготовлення деталі "Колесо зубчасте НПО 639.00.004 в умовах автоматизованого виробництва.

Керівник роботи : Пітулей Лоліта Дмитрівна к.т.н. доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом закладу вищої освіти від “22” листопада 2024 року № 780/7

2. Строк подання студентом роботи 20 грудня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: Технічний кресленик деталі «Колесо зубчасте НПО 639.00.004 » тех. процес мех. обробки деталі

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) \_\_\_\_\_

1. Конструкторсько-технологічний аналіз 2. Проектування технології виготовлення деталі

3. Проектування технологічної оснастки

4. Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслеників) \_\_\_\_\_

1. Аналіз точності обробки 2. Карта налагодження 3. Пристрій верстатний

4. Пристрій контрольний 5. Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Пітулей Лоліта Дмитрівна к.т.н. доцент		
2	Пітулей Лоліта Дмитрівна к.т.н. доцент		
3	Пітулей Лоліта Дмитрівна к.т.н. доцент		

7. Дата видачі завдання 25 листопада 2024 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Конструкторсько-технологічний аналіз		
2	Проектування технології виготовлення деталі_		
3	. Проектування технологічної оснастки		
4	Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК		
5	Оформлення графічного матеріалу		
6	Оформлення технічної документації		

**Студент**  
**Керівник роботи**

( підпис )

( підпис )

**Попов Д.С.**  
(прізвище та ініціали)  
**Пітулей Л.Д.**  
(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Магістерська робота складається зі змісту, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаної літератури.

Робота містить сторінок, рисунок, таблиць, використаних літературних джерел.

**Актуальність теми.** На сучасному етапі автоматизації виробничих процесів механічної обробки для виготовлення деталей машин використовуються металорізальні верстати з числовим програмним керуванням (ЧПК). Вони володіють потужними можливостями по обробці складних за конструкцією деталей за допомогою багатьох різальних інструментів в автоматичному режимі. Завдяки частковому звільненню працюючих від безпосередньої участі у виробничих процесах, а також високій концентрації основних та допоміжних операцій механічної обробки, значно покращуються економічні показники виробництва.

Зубчасті колеса належать до найпоширеніших деталей машин, які виготовляють великими обсягами та річними програмами. Для нарізання зубів та їх чистової обробки провідні світові виробники розробляють високопродуктивні верстати з ЧПК нового покоління, створені за технологією сухої високошвидкісної обробки конструкційних матеріалів різанням (“High speed cutting / High speed machining”).

Використання сучасного металорізального обладнання з ЧПК, засобів і методів контролю операцій механічної обробки та принципів їх нормативного забезпечення є актуальним завданням, вирішення якого дозволяє підвищити продуктивність і надійність технологічної системи, значно скоротити терміни технічної підготовки виробництва деталей машин для забезпечення конкурентної здатності продукції машинобудування.

**Метою роботи** є вдосконалення технологічного процесу

виготовлення деталі « Колесо зубчасте НПО 639. 00.004».

**Об’єкт дослідження** – технологічний процес виготовлення деталі « Колесо зубчасте НПО 639. 00.004».

**Предмет дослідження** – вибір оптимального маршруту механічної обробки деталі « Колесо зубчасте НПО 639. 00.004» в умовах автоматизованого виробництва.

**Мета дослідження** – можливість модернізації операцій механічної обробки деталі « Колесо зубчасте НПО 639. 00.004» в умовах автоматизованого виробництва.

**Публікації.** Pitulei L.D., Popov D.S. Cause-effect relationships in the optimization of technological processes of mechanical processing. Conference Proceedings of XII International Scientific and Technical Conference “ADVANCED TECHNOLOGIES IN MECHANICAL ENGINEERING”, 5-9 February 2024. Ivano-Frankivsk –Yaremche, 2024. Ivano-Frankivsk : IFNTUOG, 2024. P.43.

**Ключові слова:** *зубчасте колесо, технологічний процес механічної обробки, автоматизоване виробництво, металорізальне обладнання, верстат з ЧПК, операції механічної обробки, переходи операції механічної обробки.*

Студент

Попов Д.С.

## **ABSTRACT**

The master's thesis consists of a table of contents, introduction, four chapters, conclusions, a list of used literature.

The work contains pages, figures, tables, used literature sources.

**Relevance of the topic.** At the current stage of automation of production processes of mechanical processing, metal-cutting machines with numerical program control (CNC) are used for the manufacture of machine parts. They have powerful capabilities for processing parts of complex design using many cutting tools in automatic mode. Due to the partial release of workers from direct participation in production processes, as well as a high concentration of main and auxiliary machining operations, economic production indicators are significantly improved.

Gears are among the most common machine parts that are manufactured in large volumes and annual programs. For cutting teeth and their finishing, leading world manufacturers are developing high-performance CNC machines of a new generation, created using the technology of dry high-speed processing of structural materials by cutting (“High speed cutting / High speed machining”).

The use of modern CNC metal-cutting equipment, means and methods of controlling machining operations and the principles of their regulatory support is an urgent task, the solution of which allows to increase the productivity and reliability of the technological system, significantly reduce the terms of technical preparation for the production of machine parts to ensure the competitiveness of mechanical engineering products.

The purpose of the work is to improve the technological process of manufacturing the part "Gear wheel NPO 639. 00.004".

The object of the study is the technological process of manufacturing the part "Gear wheel NPO 639. 00.004".

**The subject of the study** is the choice of the optimal route for machining the part "Gear wheel NPO 639. 00.004" in automated production.

**The purpose of the study** is the possibility of modernizing the machining operations of the part "Gear wheel NPO 639. 00.004" in automated production.

**Publications.** Pitulei L.D., Popov D.S. Cause-effect relationships in the optimization of technological processes of mechanical processing. Conference Proceedings of XII International Scientific and Technical Conference “ADVANCED TECHNOLOGIES IN MECHANICAL ENGINEERING”, 5-9 February 2024. Ivano-Frankivsk –Yaremche, 2024. Ivano-Frankivsk : IFNTUOG, 2024. P.43.

**Keywords:** *gear wheel, technological process of mechanical processing, automated production, metal-cutting equipment, CNC machine tool, machining operations, machining operation transitions.*

Student

Popov D.S,

## Зміст

Вступ.....	
1 Технологічна частина.....	
1.1 Опис призначення і конструкції деталі.....	
1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	
1.3 Визначення програми випуску деталей та кількості деталей у партії.....	
1.4 Аналіз базового техпроцесу і запропоновані зміни для покращення технології виготовлення.....	
1.4.1 Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки.....	
1.4.2 Аналіз заводського варіанту технологічного процесу виготовлення деталі і запропоновані зміни по поліпшенню технології виготовлення.....	
1.4.3 Техніко-економічне обґрунтування вибору проектного варіанту маршруту механічної обробки.....	
1.5 Розробка операційної технології.....	
1.5.1 Розробка припусків і визначення технологічних розмірів.....	
1.5.2 Розрахунок режимів різання, складової сил різання, основний та допоміжний час.....	
1.5.3 Аналіз точності обробки.....	
1.5.4 Розрахунки, пов'язані з підготовкою карти налагодження та КП на верстаті з ЧПК.....	
1.5.5 Нормування технологічного процесу.....	
2 Конструкторська частина.....	
2.1 Опис призначення, будова і робота пристрою.....	
2.2 Інженерні розрахунки для підтвердження працездатності пристроїв.....	
2.3 Розрахунок пристрою на довговічність.....	
2.4 Розрахунок пристроїв на точність.....	
2.5 Пристрій контрольний.....	
3. Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК	
Висновки.....	
Перелік літературних джерел.....	
Додатки.....	
Технологічні документи	
Специфікації до графічної частини	

					<b>МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ</b>		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Попов Д.С.			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Пітулей Л.Д.			3		
Реценз.					<b>ІФНТУНГ ПМК<sub>м</sub>23-1</b>		
Н. Контр.		Пітулей Л.Д.			<b>Технологічний процес механічної обробки деталі «Колесо зубчасте НПО 639.00.004»</b>		
Зд.атвер		Панчук В.Г.					

## Вступ

Під технологією машинобудування розуміють наукову дисципліну, яка вивчає переважно процеси механічної обробки деталей, попутно розглядає питання вибору заготовок і методи їх виготовлення. Це пояснюється тим, що в машинобудуванні задані форми деталей з точністю та кількістю їх поверхонь, які вимагаються, досягаються в основному шляхом механічної обробки не завжди можуть забезпечуватись. В процесі механічної обробки деталей машин виникає найбільша кількість проблемних запитань, пов'язаних з необхідністю виконання технічних вимог, поставлених конструктором перед виробництвом. Процес механічної обробки поверхонь з експлуатацією технологічного обладнання-металорізальних верстатів, трудомісткість і собівартість механічного обладнання більша, ніж на інших етапах процесу виготовлення машин.

Ці обставини пояснюють розвиток технології машинобудування як наукової дисципліни в першу чергу в напрямку вивчення питань технології механічної обробки, які в найбільшій мірі впливають на продуктивність підприємства.

Зменшення витрат на виготовлення виробів у машинобудуванні є неодмінною умовою підвищення прибутковості й конкурентно-спроможності машинобудівного виробництва в ринкових умовах. Обробка різанням - найголовніша стадія у виробництві машин як за часткою, так і за впливом на якість машин. Тому вдосконалення технології механічної обробки заготовок деталей машин є важливою і актуальною задачею.

В роботі передбачається підвищити ефективність механічної обробки " Колесо зубчасте НПО 639.00.004 " шляхом:

- виявлення та усунення недоліків технології на базовому підприємстві;
- використання методів обробки та засобів технологічного оснащення, які повніше відповідають особливостям конструкції деталі та серійному типу виробництва;
- виявлення технологічно обґрунтованих матеріальних і трудових нормативів виконання процесу.

					МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1 Технологічна частина

## 1.1 Опис призначення та конструкції деталі

Деталь Колесо зубчасте НПО 639.00.004 являє собою тіло обертання. Колесо призначено для передачі крутного моменту між валами за допомогою зубчастого зачеплення.

Конструкція деталі не представляє собою особливої складності. Поверхні її циліндричні, конічні та призматичні. Воно входить у зачеплення з шестернею додаткового вала, що дістає обертання від колінчастого вала двигуна.

Маса деталі - 3.5 кг.

Опис конструкції деталі виконуємо у вигляді таблиці.

Таблиця 1.1 - Опис конструкції деталі

№ пов.	Поверхня, конфігурація	Розміри	Кваліт. точн-ті	Точність форми, розміщення	Шорсткість
1	Фаска	1.6x45	h14	-	12.5
2	Горець, допоміжна база	Ø154x49.5	h14	Допуск не перпендикулярності не перевищує 0.016 мкм відносно А.	3.2
3-8	Різьбова поверхня	M8-6H	6H	Допуск не співвісності не перевищує 0.05 мкм	3.2
9	Зовнішня циліндрична, основна техн. та констр. база	Ø55x7	h7	Радіальне биття не більше 0.08 відносно А.	1.6
10	Фаска	1.6x45	h14	-	12.5
11	Горець	Ø55x4	h14	-	6.3
12	Фаска внутрішня	1.6x45	h14	-	12.5
13	Внутрішня циліндр., тех.- та констр. база	Ø47x35	H7	Базова поверхня А	0.8
14	Канавка внутрішня	Ø49.5x1.9	H13	-	6.3
15	Фаска внутрішня	1.6x45	h14	-	12.5
16	Канавка внутрішня	Ø67x3	H11	-	12.5
17	Внутрішня циліндрична п	Ø47x18	H7	Базова поверхня А	0.8
18	Горець	Ø76x14.5	h14	Допуск не перпендикулярності не перевищує 0.016 мкм відносно А.	6.3
19	Фаска	1.6x45	h14	-	12.5
20	Зовнішня циліндрична поверхня, вільна	Ø76x18	h14	-	6.3
21	Виточка	Ø80x12	h14	-	12.5
22	Виточка	Ø122x12	h14	-	12.5
23	Горець	Ø154x78	h14	-	3.2
24	Фаска	1.6x45	h14	-	12.5
25-66	Зубчаста поверхня	d=147,z=42	-	10-9-9 ВС	1.6
67-83	Отвори	Ø5.2x12	H14	Радіальне биття не більше 0.1 відносно А.	1.6
84-100	Фаски	2.4x45	H14		12.5

					МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ	Арк. 6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## 1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

Колесо зубчасте НПО 639.00.004 виготовляється з легованої сталі 25ХГТ ДСТУ 4543-96.

Даний матеріал добре обробляється методом кування, що необхідно для забезпечення заданої геометричної форми деталі.

В базовому тех. процесі заготовка для деталі отримується куванням.

За здатністю обробки тиском даний матеріал належить до групи М2- вміст вуглецю вище 2% і легуючих елементів до 0,35%, яка серед трьох груп знаходиться на другому місці по оброблюваності тиском.

Оброблюваність різанням оцінюють з допомогою коефіцієнта оброблюваності різцями відносно еталонного матеріалу (сталь 45 з  $\sigma_b=650$  МПа; 197НВ):

$$K_v = V_{60} / V_{e60},$$

де  $V_{60}$ -швидкість різання матеріалу при 60 хвилинній стійкості інструменту;

$V_{e60}$ -швидкість різання еталонного матеріалу при 60 хвилинній стійкості інструменту;

Згідно [9] с.29-34  $V_{60}=111$  м/хв;  $V_{e60}=115$  м/хв;

$$K_v = 111 / 115 = 0,965;$$

отримане значення свідчить про добру оброблюваність різанням сталі 25 ХГТ.

Аналіз технологічності даної деталі проводимо згідно методики [1]. с.12:

- 1) конструкція деталі допускає обробку на прохід плоских і зовнішніх циліндричних поверхонь 11, 18, 23, 101;
- 2) конструкція деталі допускає обробку на прохід отворів 3-8, 13, 17, 67-83;
- 3) на багатопшпіндельних верстатах можна одночасно обробляти отвори 3-8, 67-83;
- 4) вільний доступ інструменту можливий при обробці всіх поверхонь;

					МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5) не під прямим кутом відносно інших поверхонь розміщені фаски 1, 10, 12, 15, 67-83, 21, 22, 24,

6) решту поверхонь розміщені або під прямим кутом, або паралельно;

7) в конструкції деталі відсутні отвори, які розміщені не під прямим кутом до площини входу;

8) жорсткість деталі достатня, і на режими різання не впливає;

9) внутрішні різьбові отвори великого діаметра в конструкції деталі відсутні;

10) обробка всіх поверхонь деталі з однієї установки не можлива через протилежність взаємного розміщення поверхонь, які служать технологічними базами;

11) в конструкції деталі є достатні за розмірами, точністю і відстанню між собою поверхні, які слугитимуть постійними чистовими базами.

В таблиці 1.4. приводимо можливі варіанти механічної обробки деталі

Таблиця 1.4.-Варіанти методів механічної обробки Колесо зубчасте НПО 639.00.004

№ поверхонь	Варіанти методів обробки поверхонь, обладнання, пристрій
1	2
1;2; 10; 11; 18; 19; 23; 24	1)точіння на токарно-гвинторізному верстаті а) універсальному прохідним відігнутих різцем; б) з ЧПК прохідним відігнутих різцем або різцем для контурного точіння; 2)точіння прохідним на токарно-револьверному верстаті а) універсальному прохідним відігнутих різцем;
9; 20; 10,1	1)точіння на токарно-гвинторізному верстаті а) універсальному прохідним прямим різцем; б) з ЧПК прохідним прямим різцем або різцем для контурного точіння; 2)точіння прохідним на токарно-револьверному верстаті а) універсальному прохідним прямим різцем;
3-8; 84-100	1)обробка на вертикально-свердлильному верстаті в кондукторі; 2)обробка на вертикально-свердлильному верстаті з ЧПК в свердлильному пристрої;
13, 17	1)точіння на токарно-гвинторізному верстаті а) універсальному розточувальним різцем для наскрізних отворів; б) з ЧПК

					МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

12, 15	<p>розточувальним різцем для наскрізних отворів або розточувальним різцем для контурного точіння;</p> <p>2)точіння на токарно-револьверному верстаті а) універсальному розточувальним різцем для наскрізних отворів;</p> <p>1)точіння на токарно-гвинторізному верстаті а) універсальному фасковим різцем; б) з ЧПК фасковим різцем;</p>
14, 16	<p>2)точіння на токарно-револьверному верстаті а) універсальному фасковим різцем;</p> <p>1) токарно-гвинторізному верстаті а) канавочним різцем; б) з ЧПК канавковим різцем;</p>
21, 22	<p>2)точіння на токарно-револьверному верстаті а) універсальному фасковим різцем;</p> <p>1)точіння на токарно-гвинторізному верстаті а) універсальному розточувальним різцем для глухих отворів; б) з ЧПК розточувальним різцем для глухих отворів або розточувальним різцем для контурного точіння;</p>
25-66	<p>2)точіння на токарно-револьверному верстаті а) універсальному розточувальним різцем для глухих отворів;</p> <p>1)обробка на зубофрезерному верстаті черв'ячною фрезою;</p>
84-100	<p>2)обробка на вертикально-фрезерному верстаті черв'ячною фрезою.</p> <p>1)обробка на вертикально-свердлильному верстаті в кондукторі;</p> <p>2)обробка на вертикально-свердлильному верстаті в свердлильному пристрої;</p>

### 1.3. Визначення програми випуску деталей та типу виробництва і кількості деталей в партії

Початкові дані: деталь - Колесо зубчасте НПО 639.00.004; маса деталі 3.5 кг;

тип виробництва - серійний.

Таблиця 1.5.-Трудомісткість операцій

№ і назва операції	T шт.,хв.	№ і назва операції	T шт.,хв.
1	2	3	4
010.Токарно-гвинторізна	33.4	065 Вертикально-свердлильна	16
015.Токарно-гвинторізна	33.5	070 Вертикально-свердлильна	23
020.Токарно-гвинторізна	25	075 Вертикально-свердлильна	12
025.Токарно-гвинторізна	40	080.Токарно-гвинторізна	16
030. Токарно-гвинторізна.	14	085.Зубообробна спеціальна	34
040.Зубофрезерна	44	095.Внутрішньошліфувальна	21
050.Зубошевінгувальна	32	100 Круглошліфувальна	32
060 Вертикально - свердлильна	17		

Середній штучний час:

$$T_{шт.сер.} = \sum T_{шт.}/n, \text{ хв}$$

де n- кількість операцій; n=15;

$\sum T_{шт.}$ - сумарний штучний час, хв;

$$T_{шт.сер.}=(33.4+33.5+25+40+14+44+32+17+16+23+12+16+34+21+32)/15=26.$$

1 хв;

Такт випуску деталей:

$$t_v = K_z \cdot T_{шт.сер.}, \text{ хв}$$

де  $K_z$ - коефіцієнт закріплення операцій;

Для серійного виробництва  $11 < K_z \leq 20$  [1.с.15];

Приймаємо  $K_z=15$ ;

$$t_v = 15 \cdot 26.1 = 391.5 \text{ хв};$$

Річна програма випуску деталей:

$$N = F_d \cdot 60 / t_v, \text{ шт.}$$

Де  $F_d$ - дійсний річний фонд робочого часу устаткування, год;

					МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Згідно [2.с.22; Табл..2.1.]  $F_d=4029$  год;

$$N=4029 \cdot 60 / 391.5=617.47 \text{ шт};$$

Приймаємо  $N=618$  шт;

Розрахункова кількість деталей в партії:

$$n_d=N \cdot a / F, \text{ шт.}$$

де  $a$ - періодичність запуску виробів (3; 6; 12; 24)

Приймаємо  $a=12$  днів;

$F$ -число робочих днів в році;  $F=253$  днів

$$n_d=618 \cdot 12 / 253=29 \text{ штук}$$

Розрахункове число змін на обробку партії деталей:

$$C=T_{\text{шт.сер.}} \cdot n_d / 480 \cdot 0,8$$

Де 480- дійсний фонд часу робочого обладнання за зміну, хв.;

0,8- нормативний коефіцієнт завантаження верстатів в серійному виробництві;

$$C=26.1 \cdot 29 / 480 \cdot 0,8=1,97;$$

Прийнята кількість змін  $C_{\text{пр.}}=2$  зміни;

Прийнята кількість деталей в партії:

$$n_{\text{пр}}=C_{\text{пр.}} \cdot 480 \cdot 0,8 / T_{\text{шт.сер.}}, \text{шт.}$$

$$n_{\text{пр}}=2 \cdot 480 \cdot 0,8 / 26.1=29.4;$$

Приймаємо  $n=30$  штук;

Річна програма випуску деталей:

$$N=n_{\text{пр}} \cdot F / a, \text{ шт.}$$

$$N_{\text{пр}}=30 \cdot 253 / 12=633 \text{ шт};$$

Приймаємо річну програму випуску деталей кратну кількості деталей в партії:  $633 / 29=21,92$ ;

$$K_{\text{ПР}}=30 \cdot 22=660;$$

Прийняті: річна програма в межах 501...5000 яка при масі деталі 3.5 кг відповідає серійному типу виробництва, заданому в проєкті

$$N_{\text{пр}}=660 \text{ штук};$$

Кількість деталей в партії  $n_{\text{пр}}=30$  штук.

					МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**1.4 Аналіз базового ТП і запропоновані зміни для покращення технології виготовлення**  
**1.4.1 Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки**

Змін.	
Арк.	
№ докум.	
Підпис	
Дата	

МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ

Поковка	Прокат																	
<p>Визначення розмірів, маси кованої заготовки проводимо згідно ДСТУ 7505-89.</p> <p>Вихідні дані:  матеріал – сталь 25ХГТ  маса деталі – 3.5 кг.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вибираємо закритий штамп.</li> <li>2. Визначаємо клас точності.</li> </ol> <p>Клас точності Т4 – тб. 19 ст. 28 [5].</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Встановлюємо групу сталі</li> </ol> <p>Сталь 25ХГТ відносять до групи М2 – тб. 1 ст. 8 [5].</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Визначаємо степінь складності поковки – ст. 30 [5].</li> </ol> <p><math>M_{\text{розрах.}} = m_{\text{дет.}} \cdot K_p</math>, де <math>K_p = 1,5 \div 1,8</math>.</p> <p><math>K_p</math> – розрахунковий коефіцієнт, приймаємо 1,8.</p> <p>Звідси <math>m_{\text{заг.}} = 3.5 \cdot 1,8 = 6.3 \text{ кг}</math></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1. Визначаємо масу фігури, яка описує цю заготовку – це циліндр з розмірами:  <math>\varnothing 154 * 1,05</math>  <math>\ell 51 * 1,05</math>, де 1,05 коефіцієнт  <math>\varnothing_k 161 \text{ мм}</math>  <math>\ell_k 53.55 \text{ мм}</math>  <math>R_k 80.5 \text{ мм}</math>  <math>V = \pi R_k^2 \cdot \ell_k</math>  <math>V = 3,14 \cdot 80.5^2 \cdot 53.55 = 1089.6 \text{ см}^3 \setminus</math></li> </ol>	<p>Вибираємо прокат круглого перерізу із звичайної точності. Сталь 25ХГТ .</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Максимальний діаметр деталі – 154h11. Поверхню такої точності можна отримати після чорнового, напівчистового точіння.</li> <li>2. Для визначення вихідного діаметру заготовки складаємо таблицю.</li> </ol> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Розмір</th> <th rowspan="2">Припуск</th> <th colspan="2">Допуск</th> <th rowspan="2">Прийнятий розмір</th> </tr> <tr> <th>«+»</th> <th>«-»</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>\varnothing 154</math></td> <td>5</td> <td>0,6</td> <td>1,7</td> <td><math>\varnothing 159^{+0,6}_{-1,7}</math></td> </tr> <tr> <td>51</td> <td>5</td> <td>2,5</td> <td>2,5</td> <td><math>56 \pm 2,5</math></td> </tr> </tbody> </table>	Розмір	Припуск	Допуск		Прийнятий розмір	«+»	«-»	$\varnothing 154$	5	0,6	1,7	$\varnothing 159^{+0,6}_{-1,7}$	51	5	2,5	2,5	$56 \pm 2,5$
Розмір	Припуск			Допуск			Прийнятий розмір											
		«+»	«-»															
$\varnothing 154$	5	0,6	1,7	$\varnothing 159^{+0,6}_{-1,7}$														
51	5	2,5	2,5	$56 \pm 2,5$														

Змін.	
Арк.	
№ докум.	
Підпис	
Дата	

МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ

Арк.	14
------	----

4.2. Знаходимо масу даної фігури.

$$M_{\text{фігури}} = V \cdot \rho; \rho \text{ для сталей} - 7,85 \text{ г/см}^3$$

$$M_{\text{фігури}} = 1089,6 \cdot 7,85 = 8,553 \text{ кг}$$

4.3. Знаходимо відношення маси заготовки до маси фігури.

$$\frac{M_{\text{з.}}}{M_{\text{ф.}}} = \frac{6,3}{8,553} = 0,73$$

4.4. Знаходимо степінь складності деталі. ст. 30 [5]

Якщо відношення маси заготовки до маси фігури 0,73, то степінь складності С2.

5. Визначаємо вихідний індекс заготовки. ст. 10 тб. 2 [5]  
Вихідний індекс – 15.

6. Визначаємо конфігурацію поверхні роз'єму штампа – ст. 8 тб. 1 [5]

Конфігурація роз'єму П (плоска).

7. Визначаємо припуски і ковальські напуски по тб. 3 [5].

7.1. Знаходимо основні припуски:

2.3 -  $\varnothing$  76 мм і чистота поверхні 6.3

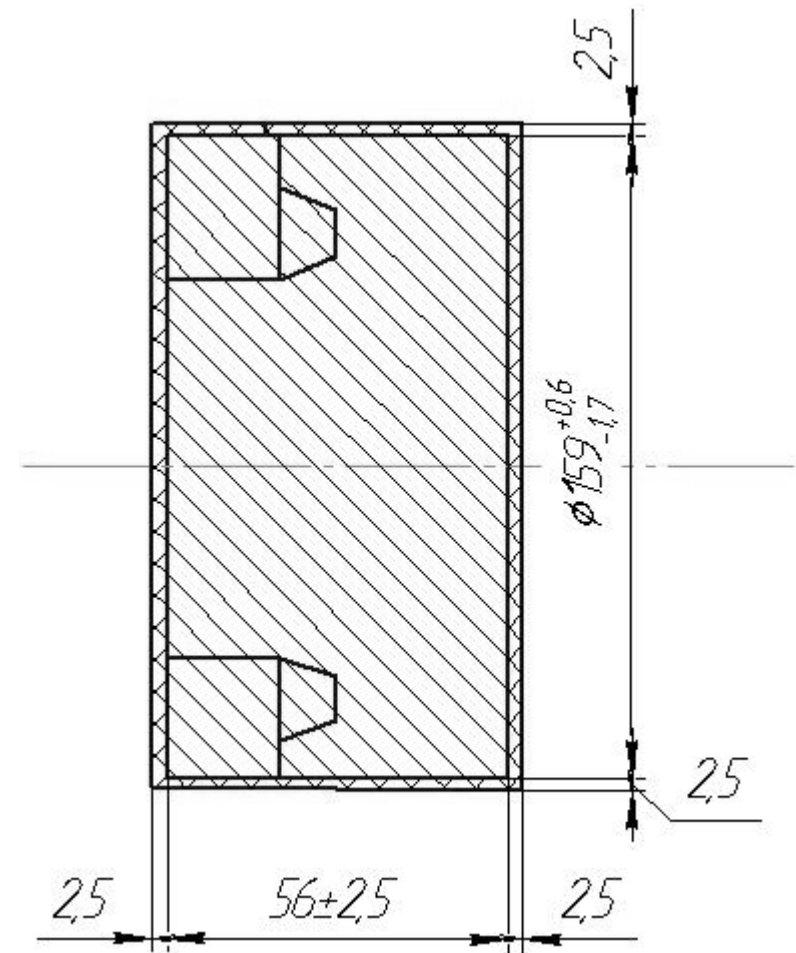
2.5 -  $\varnothing$  154мм і чистота поверхні 12.5

1.9– 51 мм і чистота поверхні 12.5

1.7 – 31 мм і чистота поверхні 12.5

7.2. Знаходимо додаткові припуски, які враховують відхилення від площинності.

3. Виконуємо ескіз заготовки.



4. Вибираємо прокат звичайної точності  $\varnothing$  150<sup>+0,6</sup><sub>-1,7</sub> по ДСТУ 2590-91.

5. Знаходимо масу заготовки.

Змін.	
Арк.	
№ докум.	
Підпис	
Дата	

МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ

Додатковий припуск становить 0,2 - ст. 14 тб. 4 [5]

7.3. Знаходимо розміри штамповки.  
 $\varnothing 154h11+(2.3+0,2)\cdot 2=159$  мм  
 $\varnothing 76h14+(2.3+0,2)\cdot 2=80.6$  мм

$51+(1,9+0,2)\cdot 2=55.2$  мм  
 $31+(1,7+0,2)+(1,9+0,2)=35$  мм

8. Знаходимо заокруглення зовнішніх кутів. тб. 7 ст. 15 [5]

R=2,5

9. Знаходимо допуски на штамповку – ст. 18 тб. 8 [5]

$\varnothing 154h11 - 159^{+2,4}_{-1,3}$

$\varnothing 76 h14 - 80.6^{+2,1}_{-1,1}$

51 –  $55.2^{+2,1}_{-1,1}$

31 –  $35^{+1,8}_{-1,1}$

Розмір	Припуск	Допуск		Прийнятий розмір
		«+»	«-»	
$\varnothing 154h11$	$(2.3+0,2)\cdot 2$	2.4	1.3	$159^{+2,4}_{-1,3}$
$\varnothing 76h14$	$(2.3+0,2)\cdot 2$	2,1	1.1	$80.6^{+2,1}_{-1,1}$
51	$(1,9+0,2)\cdot 2$	2.1	1.1	$55.2^{+2,1}_{-1,1}$
31	$(1,7+0,2)+(1,9+0,2)$	1.8	1.1	$35^{+1,8}_{-1,1}$

$$m_z = V_{заг.} \cdot \rho$$

$$V_{заг.} = \pi R^2 \cdot l$$

$$V_{заг.} = 3,14 \cdot 79.5^2 \cdot 56 = 1113 \text{ см}^3$$

де  $V_{заг.}$  - об'єм заготовки.

$$m_z = 1113 \cdot 7,85 = 8,7 \text{ кг}$$

де  $\rho$  для сталей – 7,85 г/см<sup>3</sup>

6. Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу.

$$k = \frac{m_{дет.}}{m_{заг.}}, \text{ де } m_{дет.} - \text{ маса деталі,}$$

$m_{заг.}$  - маса заготовки.

$$k = \frac{3.5}{8,7} = 0,4$$

7. Визначаємо собівартість заготовки.

$$C_{заг.} = C_n \cdot G_{заг.} - (G_{заг.} - G_{дет.}) \cdot C_{відх.};$$

де  $C_n$  – ціна 1 кілограма матеріалу заготовки.

$C_n = 920$  грн/кг

[7]

$C_{відх.}$  - ціна 1 кілограма відходів (стружки).

$C_{відх.} = 360$  грн/кг

[7]

$G_{заг.}$  – маса заготовки.

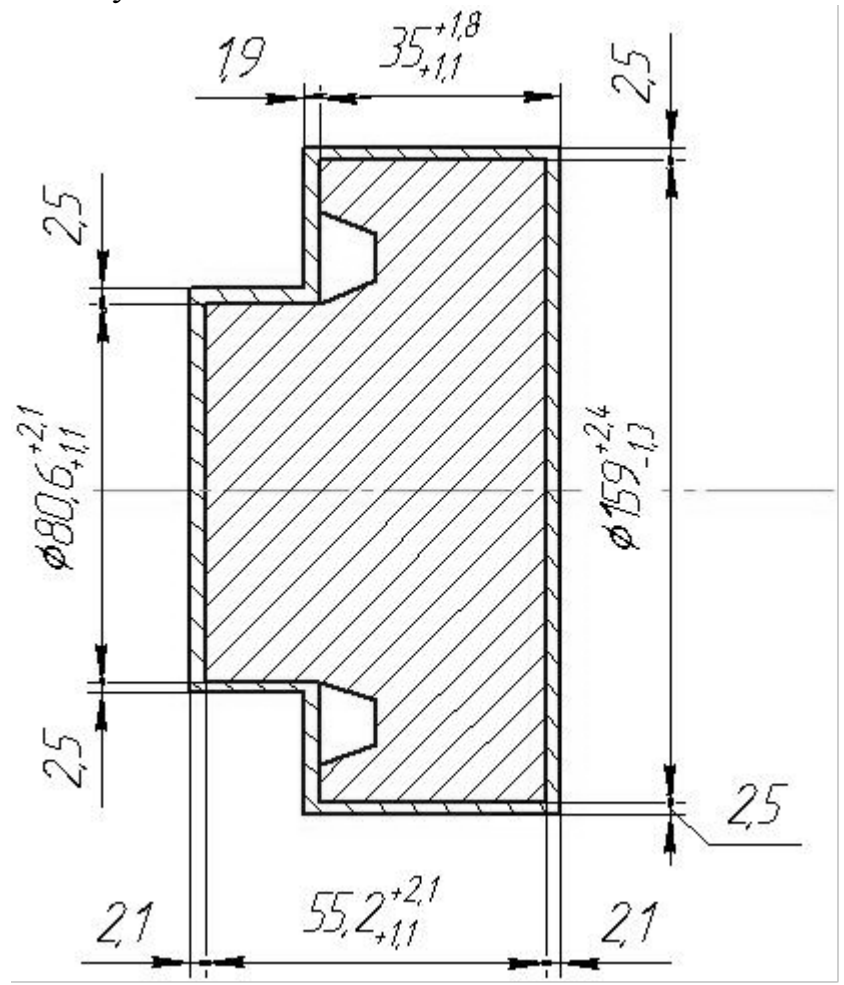
$G_{дет.}$  - маса деталі.

$$C_{заг.} = 920 \cdot 8,7 - (8,7 - 3.5) \cdot 360 = 548 \text{ грн.}$$

Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ

Виконуємо ескіз заготовки.



Змін.	
Арк.	
№ докум.	
Підпис	
Дата	

МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ

Арк.	17
------	----

Вибираємо технічні вимоги.

1. Вихідний індекс – 15
2. Степінь точності – Т4.
3. Степінь складності – С2.
4. Група сталі – М2.
5. Для внутрішніх поверхонь - 2°; для зовнішніх поверхонь 1°. Тб. 18 ст. 26 [5]

12. Знаходимо масу заготовки:

$m_{заг.} = V_{заг.} \cdot \delta$ , де  $\delta$  - питома густина для матеріалу заготовки.

В нашому випадку:

$$V_{заг.} = V_1 + V_2$$

$$V_1 = \pi R_1^2 \cdot l_1 = 3,14 \cdot 40,3^2 \cdot 20,2 = 255,6 \text{ см}^3$$

$$V_2 = \pi R_2^2 \cdot l_2 = 3,14 \cdot 79,5^2 \cdot 35 = 694,6 \text{ см}^3$$

$$V_{заг.} = 255,6 + 694,6 = 950,2 \text{ см}^3$$

$$m_{заг.} = 950,2 \text{ см}^3 \cdot 7,85 \text{ г / см}^3 = 5459 \text{ г}$$

$$m_{заготовки} - 5,459 \text{ кг}$$

13. Знаходимо к використання металу.

$$k = \frac{m_{дет.}}{m_{заг.}}, \text{ де } m_{дет.} - \text{ маса деталі, } m_{заг.} - \text{ маса заготовки.}$$

$$k = \frac{3,5}{5,459} = 0,64$$

14. Знаходимо вартість заготовки.

$$C_{заг.} = C_n \cdot G_{заг.} - (G_{заг.} - G_{дет.}) \cdot C_{відх.};$$

де  $C_n$  – ціна 1 кілограма матеріалу заготовки.

Змін.	
Арк.	
№ докум.	
Підпис	
Дата	

$C_n = 740 \text{ грн/кг}$ [7] $C_{\text{відх.}}$ - ціна 1 кілограма відходів (стружки). $C_{\text{відх.}} = 360 \text{ грн/кг}$ [7] $G_{\text{заг}}$ - маса заготовки. $G_{\text{дет.}}$ - маса деталі. $C_{\text{заг.}} = 740 \cdot 5.459 - (5.459 - 3.5) \cdot 360 = 392 \text{ грн.}$	
--	--

**Порівняльна таблиця характеристики заготовок**

<b>Показники</b>	<b>Поковка</b>	<b>Прокат</b>
Клас точності	Т4	Звичайна точність
Маса заготовки	5.459	8,7
Коефіцієнт використання металу	0,64	0,40
Вартість заготовки	392	548

У нашому випадку доцільніше буде використовувати заготовку із штамповки тому, що в неї на відміну від заготовки із прокату:

- високий коефіцієнт використання металу;
- значно менша маса заготовки.

МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ

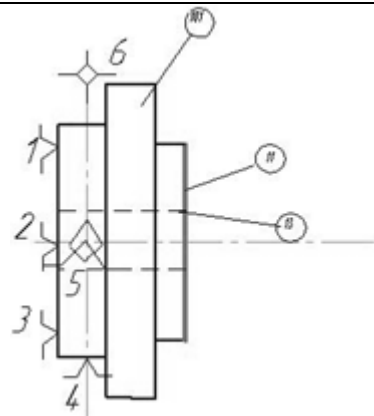
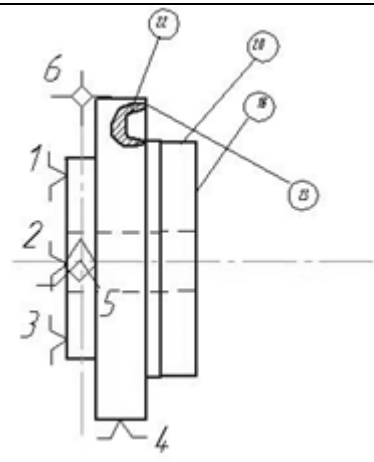
## 1.4.2 Аналіз заводського варіанту технологічного процесу виготовлення деталі і запропоновані зміни по поліпшенню технології виготовлення.

### 1.4.2.1 Опис і аналіз базового технологічного процесу.

На базовому підприємстві Колесо зубчасте НПО 639.00.004 виготовляється в умовах серійного виробництва.

Опис базового технологічного процесу приводимо у вигляді таблиці 1.6.

Таблиця 1.6.- Технологія обробки корпусу за базовим технологічним процесом.

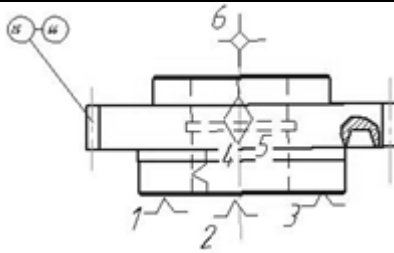
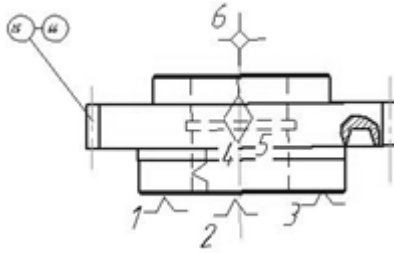
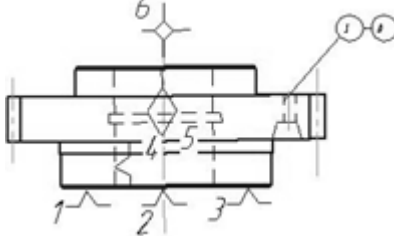
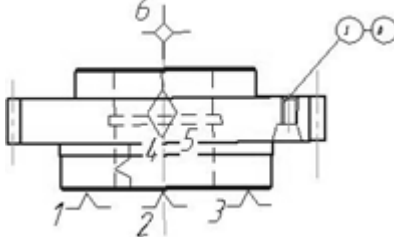
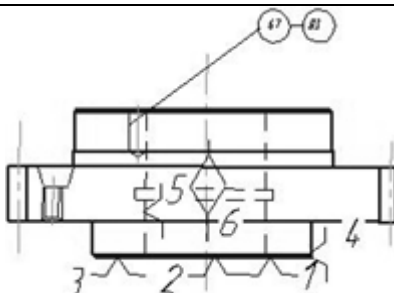
№ оп.	Назва та зміст операції і переходів, інструмент	Тип і модель обладнання	Характеристик а пристрою	Схема базування
1	2	3	4	5
010	<p>Токарна</p> <p>1 Підрізати торець як чисто (Різець 2112-0015Т5К10 ДСТУ 18880-93)</p> <p>2 Центрувати торець (Свердло 2317-0008 ДСТУ 14952-95)</p> <p>3 Обточити пов. до <math>\varnothing 156</math> на довжині 34 (Різець 2103-0007Т5К10 ДСТУ 18879-96 Штангенциркуль П-200-0.05 ДСТУ 166-99)</p> <p>4 Обточити пов. до <math>\varnothing 57</math> на довжині 6.5</p> <p>5 Свердлити отв. <math>\varnothing 25</math> (Свердло 2301-0087 ДСТУ 10903-97 Втулка 6100-0145 ДСТУ 13598-95)</p> <p>6 Розсвердлити отв. <math>\varnothing 45</math> (Свердло 2301-0153 ДСТУ 10903-97)</p>	Токарно-гвинторізний верстат 1А616	Патрон 7100-0009 ДСТУ 2675-98	
015	<p>Токарна</p> <p>1 Підрізати торець в розмір 52.5 (Різець 2112-0015Т5К10 ДСТУ 18880-93 Штангенциркуль І-125-0.1 ДСТУ 166-99)</p> <p>2 Обточити пов. до <math>\varnothing 80</math> на довжині 20.5 (Різець 2103-0007 Т5К10 ДСТУ 18879-93)</p> <p>3 Обточити пов. до <math>\varnothing 77</math> на довжині 18</p> <p>4 Точити фаску <math>2.6 \times 45^\circ</math> по <math>\varnothing 156</math></p> <p>5 Розточити «фонар» <math>\varnothing 80 \times \varnothing 122</math> на глибину 12 (Різець 2130-0153Т5К10 ДСТУ 18884-93 Штангенциркуль П-200-0.05 ДСТУ 166-99)</p>	Токарно-гвинторізний верстат 1А616	Патрон 7100-0009 ДСТУ 2675-98	

Продовження табл.1.6

1	2	3	4	5
020	<p>Токарна</p> <p>1 Підрізати торець <math>\varnothing 76</math> в розмір 52 (Різець 2112-0015Т15К6-ДСТУ18880-93 Штангенциркуль I-125-0.1 ДСТУ 166-99)</p> <p>2 Обточити пов. 20 до <math>\varnothing 76</math> на довжині 18 (Різець 2103-0007 Т15К6 ДСТУ18879-93)</p> <p>3 Точити фаску 19 1.6x45° по <math>\varnothing 76</math></p> <p>4 Розточити отв. 17 <math>\varnothing 46.6</math> напрохід (Різець 2140-0073Т15К6 ДСТУ 18882-93 Нутромір Н1 50-1 ДСТУ 868-92)</p>	Токарно-гвинторізний верстат 1А616	Патрон 7100-0009 ДСТУ2675-98	
025	<p>Токарна</p> <p>1 Підрізати торець 11 в розмір 51 (Різець 2112-0015-Т15К6- ДСТУ18880-93 Штангенциркуль I-125-0.1 ДСТУ 166-99)</p> <p>2 Підрізати торець 2, витримавши розмір 24.4</p> <p>3 Обточити пов. 101 до <math>\varnothing 154</math> напрохід (Різець 2103-0007 Т15К6 ДСТУ18879-93 Штангенциркуль II-200-0.05 ДСТУ 166-99)</p> <p>3 Обточити пов. 9 до <math>\varnothing 55.4</math> (Мікрометр МК75-1ДСТУ 6507-96)</p> <p>4 Точити фаску 1 1.6x45° по <math>\varnothing 154</math></p> <p>5 Точити фаску 1.8x45° по <math>\varnothing 55.4</math></p>	1А616	Патрон 7100-0009 ДСТУ2675-98	
030	<p>Токарна</p> <p>1 Розточити канавку Д (Різець 2128-0520 ДСТУ 18880-93 Шаблон спеціальний)</p> <p>2 Розточити фаску 1.8x45°</p>	1А616	Патрон 7100-0009 ДСТУ2675-98	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Продовження табл.1.6

1	2	3	4	5
035	Контрольна			
040	Зубофрезерна 1 Фрезерувати зуби колеса (Фреза 2510-4027А ДСТУ 9324-98 Штангензубомір ШЗ- 18 ТУ2-034-773-95)	53А20В	Пристрій спеціальний	
045	Слюсарна (зачистити заусе- нці)			
050	Шевінгувальна 1 Шевінгувати z=42 (Шевер 2570-0477 ДСТУ8570-98 Штангензубомір ШЗ-18ТУ2- 034-773-95)	5702В	Оправка П1277	
060	Свердлильна 1 Свердлити 6 отворів Ø6.7 (Свердло 2300-0186 ДСТУ 10902-97 Патрон В-Б10-1 ДСТУ15935-99 Штангенциркуль І-125-0.1 ДСТУ 166-99)	2А125	Кондуктор К1621	
065	Свердлильна 1 Зенкувати фаски 1x45° в 6 отворах (Зенковка 2353-0012 ДСТУ 14953-98) 2 Нарізати різьбу М8-6Н в 6 отворах (Патрон 6251-0181- ДСТУ14077-93 Мітчик 6143- 0103 ДСТУ15936-97 Втулка 6100-0143ДСТУ 13598-95 Пробка М8-6Н ДСТУ 2016- 98)	2А125	Лещата 7200-0216 ДСТУ14904- 98	
070	Свердлильна 1 Свердлити 17 отв.Ø5.2 на глибину 16 (Свердло 2300- 6177 ДСТУ 10902-97 Патрон 13-В 10-1 ДСТУ 15935-99 Штангенциркуль І-125-0.1 ДСТУ 166-99)	2А125	Кондуктор К1323	

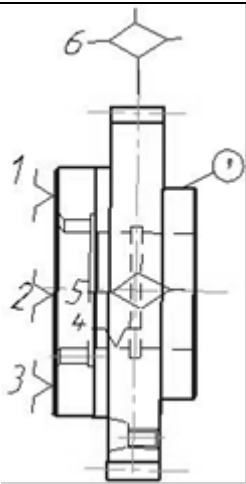
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Продовження табл.1.6

1	2	3	4	5
075	Свердлильна 1 Зенкувати фаски 2.4x90° в 17 отв.Ø5.2 (Зенковка 2353-0012 ДСТУ14953-98)	2A125	Лещата 7200-0216 ДСТУ14904- 80	
080	Токарна 1 Розточити отв. Ø55 на гли- бину 16 (Різець 2140-0073- Т5К10 ДСТУ18882-93 Штангенциркуль II-200-0.05 ДСТУ 166-99) 2 Розточити фаску 1.6x45° 3 Розточити канавку Г до Ø67 (Різець 2666-0025 ДСТУ 18885-93 Штангенциркуль I-125-0.1 ДСТУ 166-99) 4 Розточити фаску 1.8x45° по Ø47	1A616	Патрон 7100- 0009 ДСТУ 2675-80	
085	Зубообробна спеціальна 1 Прошити 17 зубів внутрішнього зачеплення в канавку	П6328П	Пристрій спеціальний	
090	Термічна(Цементация 0.5- 0.8мм)			
095	Внутрішньошліфувальна 1 Шліфувати отв. до Ø47 напрохід (Круг 14А.3916 С2 9К ПП 40x20x16 ДСТУ2424-95 Нутромір НІ 50-1 ДСТУ868-96) 2 Шліфувати торець Ø154 в розмір 24 (Круг 14А.3916 С2 9К ЧЦ 100x50x20 ДСТУ-2424-95 Штангенциркуль II-200- 0.05 ДСТУ 166-99)	3М227ВФ2	Патрон 7100- 0010 ДСТУ2675- 80	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Продовження табл..1.6

1	2	3	4	5
100	Круглошліфувальна 1 Шліфувати пов. До Ø55 (Круг 2A16C2 6K ПП 600x63x305 ДСТУ2424-95 Мікрометр МК75-1 ДСТУ 6507-96)	ЗБ161	Оправка спец.	
110	Контрольна			
115	Гальванічна			

В базовому технологічному процесі використовуються верстатні пристрої, оснащені затискними елементами з ручними, як правило гвинтовими затискачами. Пристрої сконструйовані із значним запасом міцності.

При проектуванні удосконаленого технологічного процесу найкраще застосовувати механізований привід для затискання заготовки.

Металорізальне обладнання, що використовується, - універсальні верстати, що вимагають за діяння великої кількості верстатників і займають значні виробничі площі. Обладнання розташовано за технологічною ознакою (по групах верстатів), що не характерно для середньо-серійного виробництва.

Маршрутній технології притаманна низький рівень концентрації операцій.

Інструмент, що використовується для обробки деталі, - стандартний.

При проектуванні проектного технологічного процесу на операції 010,015,020,025 та 030(токарно-гвинторізна) змінюємо токарно-гвинторізний верстат 1A616 на більш продуктивний верстат з числовим програмним керуванням Compass 200/1000.

					МП.ПМК-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Для забезпечення більшого рівня концентрації операцій доцільно об'єднати операції 025 та 030, оскільки це дозволяє кількість позицій в інструментальній головці.

Операції 060 та 065 також об'єднуємо, причому замість стандартного інструменту - свердла та зенківки будемо використовувати комбінований інструмент свердло-зенківка, що зекономить час на переустановку інструменту, зменшить підготовчо-заклучний час.

Для забезпечення більшої продуктивності під час свердлильних операцій необхідною є зміна вертикально-свердлильних верстатів на аналогічні з системою ЧПК – 2Н125Ф2.

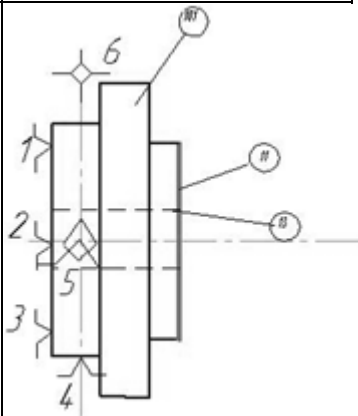
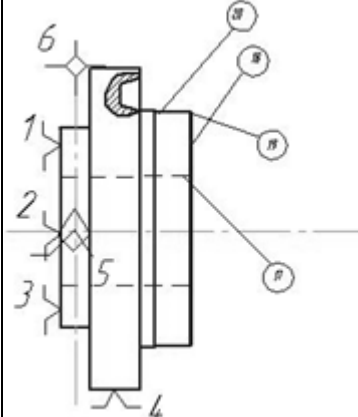
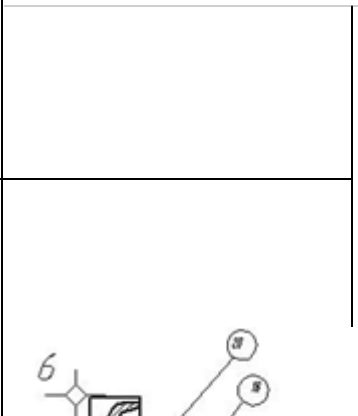
Під час обробки зубчастої поверхні є можливою обробка комплектом, тобто встановлення в пристрої кількох деталей одразу.

					МП.ПМК-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 1.4.2.2 Опис і аналіз проектного технологічного процесу.

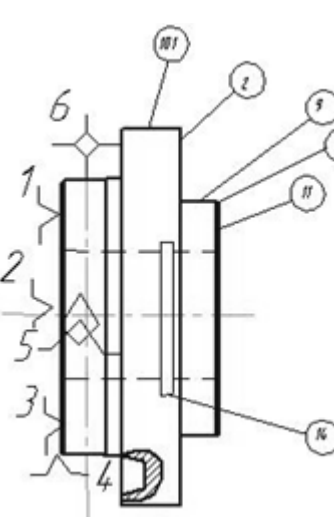
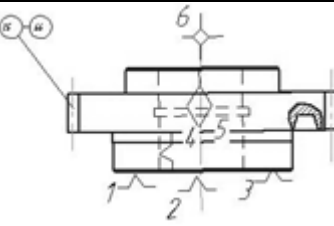
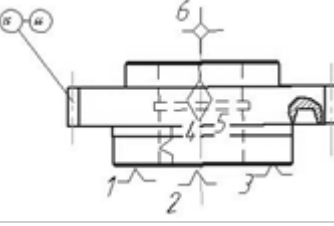
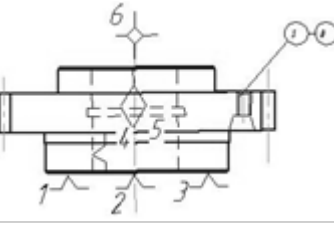
Опис проектного технологічного процесу приводимо у вигляді таблиці 1.7.

Таблиця 1.7- Технологія обробки колеса за проектним технологічним процесом

№ оп.	Назва та зміст операції і переходів, інструмент	Тип і модель обл..	Характеристика пристрою	Схема базування
1	2	3	4	5
010	Токарна з ЧПК 1 Підрізати торець начисто (Різець 2112-0015Т5К10 ДСТУ-18880-93) 2 Обточити пов. до $\varnothing 156$ на довжині 34 (Різець 2103-0007-Т5К10 ДСТУ 18879-93 Штангенциркуль П-200-0.05 ДСТУ 166-99) 3 Обточити пов. до $\varnothing 57$ на довжині 6.5	Токарний з ЧПК Compass 200/1000	Патрон 7100-0009 ДСТУ267598	
015	Токарна з ЧПК 1 Підрізати торець в розмір 52.5 (Різець 2112-0015Т5К10 ДСТУ18880-93 Штангенциркуль І-125-0.1 ДСТУ 166-99) 2 Обточити пов. до $\varnothing 80$ на довжині 20.5 (Різець 2103-0007 Т5К10 ДСТУ18879-93) 3 Обточити пов. до $\varnothing 77$ на довжині 18 4 Точити фаску $2.6 \times 45^\circ$ по $\varnothing 156$ 5 Розточити «фонар» $\varnothing 80 \times \varnothing 122$ на глибину 12 (Різець 2130-0153Т5К10 ДСТУ 18884-93 Штангенциркуль П-200-0.05 ДСТУ 166-99)	Токарний з ЧПК Compass 200/1000	Патрон 7100-0009 ДСТУ2675-98	
020	Токарна з ЧПК 1 Підрізати торець $\varnothing 76$ в розмір 52 (Різець 2112-0015Т15К6 ДСТУ18880-93 Штангенциркуль І-125-0.1 ДСТУ 166-99) 2 Обточити пов. 20 до $\varnothing 76$ на довжині 18 (Різець 2103-0007 Т15К6 ДСТУ18879-93) 3 Точити фаску $19 \times 45^\circ$ 4 Розточити отв. $17 \times \varnothing 43$ напрохід (Різець 2140-0073Т15К6 ДСТУ 18882-93 Нутромір Н1 50-1 ДСТУ 868-02) 5 Розточити отв. 17 (Різець 2140-0073Т15К6 ДСТУ 18882-93 Нутромір Н1 50-1 ДСТУ 868-02)	Токарний з ЧПК Compass 200/1000	Патрон 7100-0009 ДСТУ2675-98	

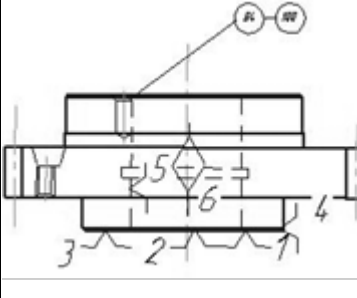
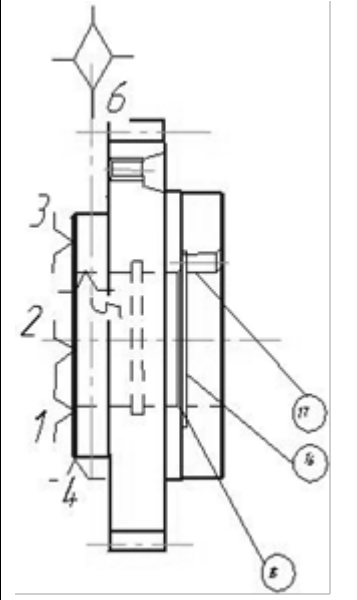
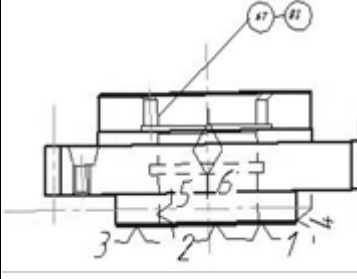
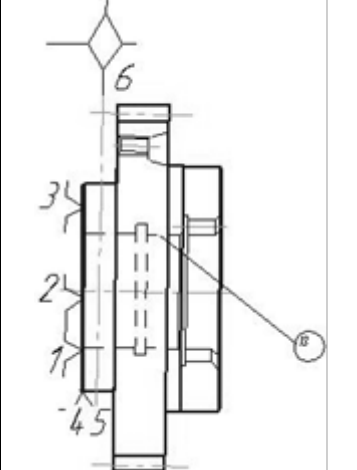
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Продовження табл.1.7

1	2	3	4	5
025	<p>Токарна з ЧПК                      1 Підрізати торець 2, витримавши розмір 24.4                      2Обточити пов. 101 до Ø154 напрохід (Різець2103-0007 Т15К6 ДСТУ18879-93                      Штангенциркуль II-200-0.05 ДСТУ 166-99)                      3 Обточити пов.9 до Ø55.4 (Мікрометр МК75-1ДСТУ 6507-00)                      4 Точити фаску 1 1.6x450 по Ø154                      5 Точити фаску 1.8x450 по Ø55.4                      6 Розточити канавку Д (Різець 2128-0520 ДСТУ 18880-93 Шаблон спеціальний)                      7 Розточити фаску 1.8x450</p>	Токарний з ЧПК Compass 200/1000	Патрон 7100-0009 ДСТУ2675-98	
030	Контрольна			
035	<p>Зубофрезерна                      1.Фрезерувати зуби колеса (Фреза 2510-4027А ДСТУ 9324-98 Штангензубомір ШЗ-18 ТУ2-034-773-05)</p>	ЧПУ КТ-650 4	Пристрій спеціальний	
040	Слюсарна (зачистити заусенці)			
045	<p>Шевінгувальна                      1.Шевінгувати z=42 (Шевер 2570-0477 ДСТУ8570-00. Штанген-зубомір ШЗ-18ТУ2-034-773-05)</p>	ЧПУ КТ-650 4	Оправка П1277	
050	<p>Вертикально-свердлильна                      1 Обробити 6 отворів Ø6.7 (Свердло-зенковка Патрон В-Б10-1 ДСТУ15935-99 Штангенциркуль I-125-0.1 ДСТУ 166-99)                      2 Нарізати різьбу М8-6Н в 6 отворах (Патрон 6251-0181ДСТУ14077-93 Мітчик 6143-0103 ДСТУ15936-97 Втулка 6100-0143ДСТУ 13598-95 Пробка М8-6Н ДСТУ 2016-98)</p>	2Н125Ф2	Кондуктор	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Продовження табл.1.7

1	2	3	4	5
055	Вертикально-свердлильна 1 Обробляти 17 отв. Ø5.2 на глибину 16 (Свердло-зенковка Патрон 13-В 10-1 ДСТУ 15935-99 Штангенциркуль I-125-0.1 ДСТУ 166-99)	2Н125Ф2	Кондуктор К1323	
060	Токарна з ЧПК 1 Розточити отв. Ø55 на глибину 16 (Різець 2140-00730-T5K10 ДСТУ-18882-73 Штангенциркуль I-200-0.05 ДСТУ 166-99) 2 Розточити фаску 1.6x450 3 Розточити канавку Г до Ø67 Різець 2666-0025 ДСТУ 18885-93 Штангенциркуль I-125-0.1 ДСТУ 166-99) 4 Розточити фаску 1.8x450 по Ø47	Токарний з ЧПК Compass 200/1000	Патрон 7100-0009 ДСТУ 2675-98	
065	Зубообробна спеціальна 1 Проштити 17 зубів внутрішнього зачеплення в канавку	ЧПУ КТ-650 4	Пристрій спеціальний	
070	Термічна(Цементация 0.5-0.8мм)			
075	Внутрішньошліфувальна 1 Шліфувати отв. до Ø47 напрохід (Круг 14А.3916 С2 9К ПП 40x20x16 ДСТУ 2424-05 Нутромір НІ 50-1 ДСТУ 868-02)	3М227ВФ2	Патрон 7100-0010 ДСТУ2675-98	

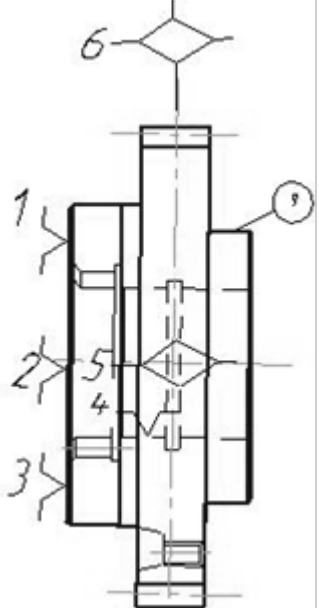
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ

Арк.

27

Продовження табл.1.7

1	2	3	4	5
080	Круглошліфувальна 1 Шліфувати пов. До Ø55 (Круг 2А16С2 6К ПП 600х63х305 ДСТУ2424-05 Мікрометр МК75-1 ДСТУ 6507-96)	ЗБ161	Оправка спец.	
085	Контрольна			
090	Гальванічна			

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ

Арк.

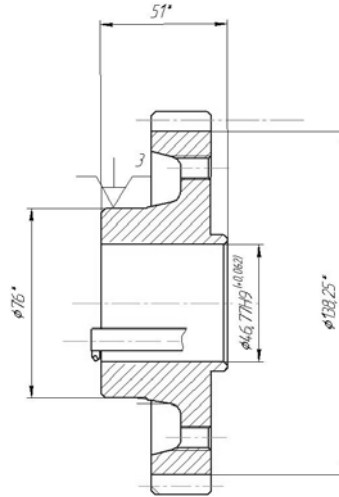
28

## 1.5 Розробка операційної технології

### 1.5.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Розраховуємо припуски на механічну обробку аналітичним методом на поверхню 13 розміром  $\varnothing 47H7(^{+0,025})$ . На решту поверхонь припуски назначаємо по таблицях.

Схема обробки



1) Початкові дані:

Заготовка-поковка;

Маса деталі-3.5 кг;

2) Послідовність обробки:

-чорнове точіння;

-чистове точіння;

-шліфування.

При обробці деталь встановлюється у трьохкулачковому патроні, а при шліфуванні – у поводковому патроні.

Базами для обробки даної поверхні служать поверхні 18, 20.

3) Мінімальні значення припусків для внутрішньої циліндричної поверхні:

$$2Z \min = 2((R_{z-1} + h_{i-1}) + \sqrt{\Delta E_{i-1}^2 + E_i^2})$$

де R-висота нерівностей, мкм;

h-глибина дефектного шару, мкм;

$\Delta$ -просторові відхилення, мкм;

E-похибка установки заготовки, мкм;

Якість поверхонь визначаємо по [2]табл.27.с.190.

					МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для кованих заготовок сумарне значення

$$Rz+h=600\text{мкм.}$$

Після чорнового розточування

$$Rz=40\text{мкм}; h=40\text{мкм};$$

Після чистового розточування

$$Rz=20\text{мкм}; h=20\text{мкм}; [2]\text{табл.27.с.190}$$

Після внутрішнього шліфування

$$Rz=5\text{мкм}; h=10\text{мкм};$$

Сумарне значення просторових відхилень:

$$\Delta_E = \sqrt{\Delta_{En}^2 + \Delta_{зм}^2}$$

$$\Delta_{EII} = \Delta_k \cdot L$$

$L=51\text{мм}$ -довжина оброблюваного отвору, мм; (див. креслення деталі);

питома кривизна

$$\Delta_k = 0,6 \text{ мкм/мм};$$

$$\Delta_{EII} = 0,6 \cdot 51 = 30,6 \text{ мм};$$

Сумарне зміщення отвору являє собою геометричну складову в двох взаємно перпендикулярних площинах:

$$\Delta_{зм} = \sqrt{\left(\frac{\delta_1}{2}\right)^2 + \left(\frac{\delta_2}{2}\right)^2}$$

де  $\delta_1$  і  $\delta_2$ -допуск на розміри  $76-0,74$  і  $38 \pm 0,31$ , які визначають взаємне розташування отвору відносно інших поверхонь;

$$\Delta_{зм} = \sqrt{\left(\frac{740}{2}\right)^2 + \left(\frac{620}{2}\right)^2} = 483\text{мкм};$$

$$\Delta_E = \sqrt{30,6^2 + 48,3^2} = 571\text{мкм};$$

Похибка установки заготовки згідно [2]С.41:

$$E_y = \sqrt{E_6^2 + E_3^2}$$

де  $E_3$ -похибка закріплення заготовки в пристрої для поперечного напрямку, мкм;

$E_6$ -похибка закріплення заготовки в пристрої для осьового напрямку, мкм

$$E_6 = 50 \text{ мкм}$$

					МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Похибка закріплення згідно [2].с.41.Табл.12  $E_3=30\text{мкм}$ ;

$$E_y = \sqrt{50^2 + 30^2} = 58.3\text{мкм}$$

Проміжні значення просторових відхилень згідно [1].с.73:

$$\Delta_E = \Delta_{IT} \cdot k,$$

де  $K_y$  - коефіцієнт уточнення форми;

для чорнового розточування  $K_y=0,06$ ;

для чистового розточування  $K_y=0,04$ ;

для тонкого розточування  $K_y=0,06$ ;

після чорнового розточування

$$\Delta_{E2} = 0,06 \cdot 571 = 18.36\text{мкм};$$

після чистового розточування

$$\Delta_{E3} = 0,04 \cdot 571 = 12.24\text{мкм};$$

після шліфування

$$\Delta_{E4} = 18.36;$$

Похибка установки заготовки на проміжних переходах:

при чистовому розточуванні згідно [2].с.85:

$$E_2 = 0,05 \cdot E_1 + E_{in\delta}$$

Чорнове і чистове розточування проводиться з різних установок,

тому похибка індексації  $E_{in\delta}=0$ ;

$$E_2 = 0,05 \cdot 306 = 15.3\text{мкм};$$

$$E_3 = E_{in\delta} = 0;$$

Мінімальні значення припусків:

- шліфування:

$$2z_{min1} = 2(20 + 20 + 12.24 + 0) = 104.48\text{мкм};$$

- чистове розточування:

$$2z_{min2} = 2(40 + 40 + 18.36 + 15.3) = 227.32\text{ мкм};$$

- чорнове розточування:

$$2z_{min3} = 2(600 + 571 + 583) = 3508\text{ мкм};$$

Розрахункові розміри, починаючи з кінцевого  $\text{Ø}47\text{H}7(^{+0,025})$ , визначаємо за формулою:

$$D_{pi} = D_{pi-1} - 2z_{mini} + 1;$$

					МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

-для чистового розточування:

$$Dp2=47,025-0,104=46,921\text{мм};$$

-для чорнового розточування:

$$Dp3=46.921 - 0,227=46.694\text{мм};$$

-для заготовки:

$$Dp4=46.694-3.508=43.19\text{мм};$$

Найбільші граничні розміри:

-готової поверхні:

$$Dmax1=47,025\text{мм};$$

-після чистового розточування:

$$Dmax2=46.937 \text{ мм};$$

-після чорнового розточування:

$$Dmax3=46.854 \text{ мм};$$

-заготовки:

$$Dmax4=44.79\text{мм};$$

Номинальні граничні розміри:

$$Dmin=Dmax-bi,$$

де  $b_i$ -допуск на заданий розмір;

-готова поверхня:

$$b=0,025\text{мм (по H7)} \quad Dmin1=47.025-0,025=47\text{мм};$$

-після чистового розточування:

$$b=0,16\text{мм (по H9)} \quad Dmin2=46.937-0,16=46.777\text{мм};$$

-після чорнового розточування:

$$b=0,62\text{мм (по H14)} \quad Dmin3=46.854-0,62=46.234\text{мм};$$

-заготовки:

$$b=1.6\text{мм} \quad Dmin4=44.79-1.6=43.19\text{мм};$$

Мінімальні граничні значення припусків  $Z_{minpr}$  рівні різниці найбільших граничних розмірів виконуваного і попереднього переходів, а максимальні значення  $Z_{maxpr}$ -відповідно різниці найменших розмірів:

-для шліфування:

$$2Z_{minpr1}=47.025-46.937=0,088\text{мм};$$

					МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$2z_{maxnp1}=47-46.777=0,223\text{мм};$$

-для чистового розточування:

$$2z_{minnp2}=46.937-46.854=0,083\text{мм};$$

$$2z_{maxnp2}=46.777-46.234=0,543\text{мм};$$

-для чорнового розточування:

$$2z_{minnp3}=46.854-44.79=2.06\text{мм};$$

$$2z_{maxnp3}=46.234-43.19=3.04\text{мм};$$

Результати розрахунку заносимо в таблицю

Загальні припуски  $z_{0min}$  і  $z_{0max}$  визначаємо, як суму проміжних припусків:

$$2z_{0min}=0,088+0,083+2.06=2.231\text{мм};$$

$$2z_{0max}=0,223+0,543+3.04=3.806\text{мм};$$

Загальний номінальний припуск:

$$2z_{0ном}=2z_{0min}+BDз-BD\delta,$$

де  $BDз$  і  $BD\delta$ -верхні відхилення по розмірах на заготовку і готову поверхню;

$$2z_{0ном}=2.231+1.6-0,025=3.806\text{мм};$$

$$D_{0ном}=D_{ном}-2z_{0ном}=47-3.806=43.194\text{мм};$$

Перевірка правильності виконаних розрахунків:

$$2z_{maxnp1}-2z_{min1}=0,223-0,088=0,135; \quad \delta 2-\delta 1=0,16-0,025=0,135;$$

$$2z_{maxnp2}-2z_{min2}=0,543-0,083=0,46; \quad \delta 3-\delta 2=0,62-0,16=0,46;$$

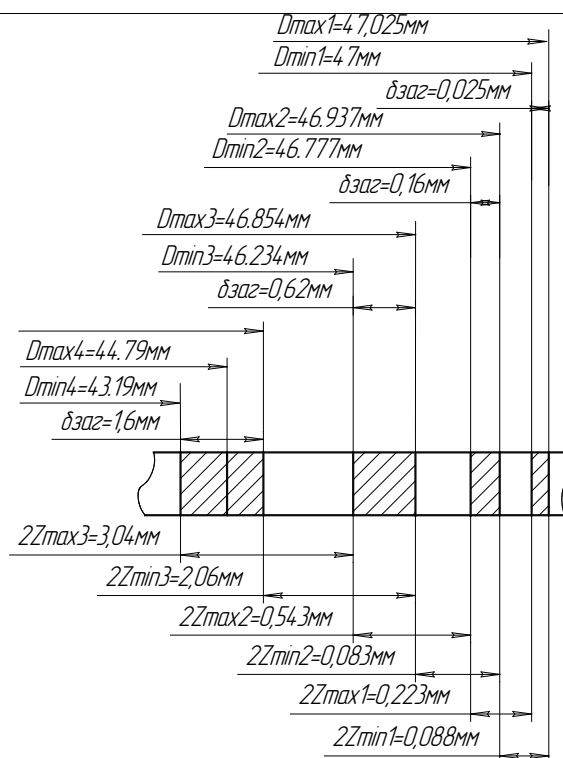
$$2z_{maxnp3}-2z_{min3}=3.04-2.06=0.98; \quad \delta 4-\delta 3=1.6-0,62=0.98;$$

На основі даних розрахунків будуємо схему графічного розташування припусків і допусків на обробку отвору

					МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.9. -Розрахунок припусків на механічну обробку поверхні 13

Технологічні переходи обробки поверхні	Елементи припуску, мкм				2Z <sub>min</sub> , мм	δ, мм	Граничні розміри, мм		Граничні припуски, мм	
	Rz	T	ρ	E			d <sub>min</sub>	d <sub>max</sub>	2Z <sub>min</sub>	2Z <sub>max</sub>
Заготовка	600		571			1.6	43.19	44.79		
Розточування:										
-чорнове	40	40	18.36	583	3.508	0,62	46.234	46.854	2.06	3.04
-чистове	20	20	12.24	15.3	0.083	0,16	46.777	46.937	0.083	0.543
Шліфування	5	10	18.36	0	0.088	0,025	47	47.025	0.088	0.223



Мал.4.-Схема розміщення допусків і припусків на обробку поверхні 13

На решту поверхонь припуски і допуски назначаємо по таблицях.

Припуски вибираємо у відповідності з ДСТУ 7505-99, заносимо їх в таблицю.

Таблиця 1.10.-Табличні припуски на розміри Колесо 0735.406535.302

№пов.	Розмір, мм	Припуск, мм	Допуск, мм
1	2	3	4
1, 24	1.6x45°	2·1.6	1.6
2	24±0,13	7	0.26
9	Ø 55h7(-0.030)	2·3	0,03
10,12, 15,19	1.6x45°	2·1.6	1.6
11	51±0,37	3	0.74
14	Ø49.5(+0,25)	2·1.25	0,25
16	Ø 67 H11(+0,19)	2·10	0.19
17	Ø 55 H14(-1,3)	4·2	1.3
18	51±0,37	3	0.74
20	Ø 76 h14(-0,74)	2·2	0,74
21	Ø80 h14(-0,74)	2·2	0,74
22	Ø122 h14(-1,00)	2·2	1.00
23	24±0,13	2	0.26
25-66	Z=42,m=3.5	-	-
84-100	2.4x45°	2·2.4	2.4
101	Ø154 h11(-0,25)	2·3	0,25

Приклад:

Необхідно вибрати припуски на розмір Ø 80 h14 (-0,74). Максимальний діаметр заготовки, розрахований по ДСТУ 7505-99, становить Ø84мм. Припуск на сторону становить 2 мм, отже припуск на діаметр – 4мм.

Встановлюємо допуск на розмір Ø 80 h14. Він становить 0.74. Отже кінцевий розмір:

Ø 80 h14(-0,74).

По аналогії проводимо призначення припусків на інші поверхні.

					МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.5.2 Розрахунок режимів різання, складової сил різання, основний та допоміжний час

Проводимо розрахунок режимів різання розрахунково – аналітичним методом для чорнового розточування отвору  $\varnothing 47H7(+0,025)$ :

Початкові дані:

- обладнання: токарний з ЧПК Compass 200/1000;

- інструмент: різець

геометричні параметри:  $\varphi=45^\circ$ ;  $\gamma=0$ ;  $\lambda=5^\circ$ ;  $\alpha=12^\circ$ ;  $l=10\text{мм}$ ;  $b \times h=10 \times 10\text{мм}$ ;  $r=1\text{мм}$ ;

матеріал заготовки сталь 25ХГТ 56 HRC;  $G_B=412\text{МПа}$ ;

1) Довжина обробки  $l = 51\text{ мм}$ .

2) Глибина різання рівна найбільшому припуску:  $t=h=3.117\text{мм}$ ;

3) Вибираємо подачу: згідно [3], с. 267, табл. 12  $S = 0,1\text{ мм/об}$

4) період стійкості різця: при одно інструментальній обробці  $T = 60\text{ хв}$  ([3], ст. 279, табл. 30)

5) Швидкість різання при розточуванні вираховується по формулі:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v,$$

де:  $C_v = 420$  ([1], ст. 269, табл. 17) – показник степеня;

$m = 0,2$  ([1], ст. 269, табл. 17) – показник степеня;

$x = 0,15$  ([1], ст. 269, табл. 17) – показник степеня;

$y = 0,2$  ([1], ст. 269, табл. 17) – показник степеня;

Враховуємо поправочний коефіцієнт ([3], ст. 270, табл. 17, Примітка), так як точіння внутрішнє:  $K = 0,9$ .

$K_v$  - поправочний коефіцієнт на швидкість різання;

$$K_v = K_m \cdot K_r \cdot K_i \cdot K_l \cdot K_{\varphi l}$$

де:  $K_m$  – коефіцієнт, який враховує оброблюваний матеріал;

$K_i$  – коефіцієнт, який враховує інструментальний матеріал;

$K_l$  – коефіцієнт, який враховує довжину отвору;

де:  $K_r$  – коефіцієнт, який характеризує групу сталі по оброблюваності;

					МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

$n_v$  – показник степеня;

$\sigma_B = 412$  МПа – фактичні параметри, що характеризують оброблюваний матеріал.

$K_r = 0,94$  ( [3], ст. 262, табл. 2 );

$n_v = 1$  ( [1], ст. 262, табл. 2 );

$K_n = 0,8$  ( [1], ст. 263, табл. 5

$$K_M = 1 \cdot (750/412)^1 = 1,82;$$

$K_i = 0,65$  ( [1], ст. 263, табл. 6 );

$K_{\square} = 0,7$  ( [1], ст. 271, табл. 18 ).  $K_{\phi 1} = 1$

$$K_v = 1,82 \cdot 0,94 \cdot 0,65 \cdot 0,7 \cdot 1 = 0,62$$

$$V = 412 \cdot 0,62 / 51 \cdot 0,2 \cdot 3 \cdot 117 \cdot 0,15 \cdot 0,1 \cdot 0,2 = 165,46 \text{ м/хв}$$

Частота обертів шпинделя, яка відповідає знайденій швидкості різання:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ хв}^{-1};$$

$$n = \frac{1000 \cdot 165,46}{3,14 \cdot 47} = 480 \text{ хв}^{-1};$$

Коректуємо частоту обертання згідно паспортних даних верстата  $n = 2000 \text{ хв}^{-1}$ ;

Дійсна подача  $S_{\text{хв}} = S_0 \cdot n = 0,1 \cdot 2000 = 200 \text{ мм/хв.}$ ;

Згідно паспортних даних верстата при безступінчастому регулюванні подач дійсна подача становить:  $X_{\text{в}} = 200 \text{ мм/хв.}$ ;

сила різання:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \text{ Н}$$

де:  $C_p = 300$  ( [3], ст. 273, табл. 22 ) – коефіцієнт;

$x = 1$  ( [3], ст. 273, табл. 22 ) – показник степеня;

$y = 0,75$  ( [3], ст. 273, табл. 22 ) – показник степеня;

$n = -0,15$  ( [3], ст. 273, табл. 22 ) – показник степеня

$$K_p = K_{mp} K_{\square p} \cdot K_{\gamma p} K_{\lambda p} \cdot K_{rp},$$

$$K_{mp} = (G/750)^n$$

де:  $\sigma_B = 412$  Мпа – фактичні параметри, що характеризують оброблюваний матеріал;

					МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$n = 0,75$  ([3], ст. 264, табл. 9) – показник степеня.

$$K_{mp} = (412/750) = 0,638;$$

$$K_{\square p} = 1 \text{ ([3], ст. 275, табл. 23 )};$$

$$K_{\gamma p} = 1 \text{ ([3], ст. 275, табл. 23)};$$

$$K_{\lambda p} = 1 \text{ ([3], ст. 275, табл. 23 )};$$

$$K_{\tau p} = 0,93 \text{ ([1], ст. 275, табл. 23)}.$$

$$K_p = 0,638 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,593;$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 3,117^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 156,67^{0,75} \cdot 0,593 = 246,39 \text{ Н};$$

Потужність різання визначаємо за формулою:

$$N_{piz} = P_z \cdot V / 1020 \cdot 60 = 246,39 \cdot 156,67 / 1020 \cdot 60 = 0,631 \text{ кВт};$$

Згідно знайденої потужності різання проводимо перевірку достатності потужності

верстата за умовою:  $N_{piz} < N_{шп}$

$$N_{шп} = N_{дв} \cdot n,$$

де  $N_{шп}$ -потужність на шпинделі верстата, кВт;

$N_{дв}$ -потужність двигуна верстата, кВт;

$n$ -ККД верстата;

згідно паспортних даних верстата Compass 200/1000  $N=10,2$ кВт;  $n=0,75$ ;

$$N_{шп} = 10,2 \cdot 0,75 = 7,65 \text{ кВт};$$

в даному випадку  $N_{piz} < N_{шп}$  ( $0,631 < 7,65$ ), отже потужність даного верстата достатня для механічної обробки на даних режимах;

Основний (машинний) час:

$$T_o = \frac{L_{р.х.}}{S_o \cdot n}, \text{ хв};$$

де  $L_{р.х.}$ -довжина робочого ходу інструменту, мм;

$$L_{р.х.} = l_{piz} + l_1 + l_2, \text{ мм};$$

де  $l_{piz}$ -довжина оброблюваної поверхні, мм;  $l_{piz}=51$ мм;

$l_1+l_2$ -величина врізання і перебігу інструменту, мм;

Згідно [4]  $l_1+l_2=5$ мм;

$$L = 51 + 5 = 56 \text{ мм}.$$

$$T_o = \frac{56}{0,1 \cdot 1250} = 0,52 \text{ хв};$$

Всі результати заносимо в таблицю 1.11

					МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.11– Визначення режимів різання та основного часу

№ опер.	Назва операції № переходу	D/B, мм	L, мм	t, мм	S	V	n, об/хв	To, хв.
010	Токарна з ЧПК							
	1 Підрізати торець як чисто	159	63	2.1	0.7	128	600	0.15
	2 Обточити пов. до Ø156	159	36	3	0.6	243	660	2.1
	3 Обточити пов. до Ø57	156	54.5	3.5	1.0	133	370	0.9
015	Токарна з ЧПК							
	1 Підрізати торець в розмір 31	154	44	2.1	0.7	128	600	0.15
	2 Обточити пов. до Ø78 на довжині 20.5	80.6	20.5	2.6	1.0	124	200	0.5
	3 Обточити пов. до Ø77 на довжині 18	78	18	1	0.35	247	400	0.3
	4 Точити фаску 2.6x45 <sup>0</sup> по Ø156	154	2.6	2.6	1.0	120	280	0.2
	5 Розточити «фонар» Ø80x Ø122	122	17	1	1.0	129	370	0.14
020	Токарна з ЧПК							
	1 Підрізати торець Ø76 в розмір 51	77	21.5	2.1	0.7	128	600	0.15
	2 Обточити пов. 20 до Ø76	77	18	1.0	0.6	143	830	1.4
	3 Точити фаску 19 1.6x45 <sup>0</sup> по Ø76	76	1.6	1.6	1.0	120	280	0.2
	4 Розточити отв. 17 Ø43 начорно	43	51	2.06	0.8	134	480	0.52
	5 Розточити отв. 17 Ø43 начисто	46.2	51	0.5	0.6	231	660	0.87
025	Токарна з ЧПК							
	1 Підрізати торець 2	154	54.5	1.6	0.7	143	370	0.65
	2 Обточити пов. 101 до Ø154 на-прохід	156	24	2	0.7	156	400	0.54
	3 Обточити пов. 9 до Ø55.4	57	12	1.6	0.8	167	400	0.35
	4 Точити фаску 1 1.6x45 <sup>0</sup> по Ø154	154	1.6	1.6	1.0	123	280	0.23
	5 Точити фаску 1.8x45 <sup>0</sup> по Ø55.4	55.4	1.6	1.6	1.0	141	280	0.19
	6 Розточити канавку А	46.2	7.3	1.7	0.8	154	400	0.54
	7 Розточити фаску 1.8x45 <sup>0</sup>	46.2	1.8	1.8	1.0	120	280	0.2
035	Зубофрезерна							
	1 Фрезерувати зуби шестерні	154	44	3.5	20	176	480	16.5
045	Шевінгувальна							
	1 Шевінгувати z=42	138.25	49	0.02	32	143	630	19.2
050	Вертикально-свердлильна							
	1 Обробити 6 отворів Ø6.7	6.7	17	3.3	0.8	122	800	1.7
	2 Нарізати різьбу М8-6Н в 6 отворах	М8	12	1	1.0	3.0	200	1.9
055	Вертикально-свердлильна							
	1 Обробляти 17 отв. Ø5.2 на глибину 16	16	18	8	0.8	156	800	1.5
060	Токарна з ЧПК							
	1 Розточити отв. Ø55 на довжину 16	46.2	16	3	0.8	134	480	0.45
	2 Розточити фаску 1.6x45 <sup>0</sup>	55	1.6	1.6	1.0	133	280	0.21
	3 Розточити канавку В до Ø67	55	11	3	1.0	154	400	0.53
	4 Розточити фаску 1.8x45 <sup>0</sup> по Ø46.2	46.2	1.8	1.8	1.0	139	280	0.22

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ

Арк.

39

Продовження табл..1.11

065	Зубообробна							
	1 Прочити 17 зубів	5.2	18	0.2	16	3	-	4.5
075	Внутрішньошліфувальна							
	1 Шліфувати отв. до Ø47 напро- хід	46.2	33	0.088	0.04	80	2500	5.2
080	Круглошліфувальна							
	1 Шліфувати пов. До Ø55	55.4	11	0.4	0.05	60	3000	3.1

### 1.5.3 Аналіз точності обробки

Аналіз точності проводиться для чистового розточування поверхні Ø46.77H9(+0,062).

Початкові дані:

Обладнання: токарно-гвинторізний верстат з ЧПК Compass 200/1000;

Матеріал оброблюваної деталі – Сталь 25ХГТ ДСТУ 4543-96,  $Q_B=1080$  МПа; НВ 217;

Інструмент: різець, оснащений пластиною з твердого сплаву Т15К6, закріплений в державці під кутом : різець 2142-0355 Т30К4 ДСТУ 9795-94;

Геометричні параметри:  $L=32$  мм,  $l=7,5$  мм,  $h \times b=8 \times 8$  мм,  $\alpha=45^0$ ,  $\varphi=5$ ,  $\varphi_1=10$   $\square 12^0$ ;

Оправка 6300-0801 ДСТУ21224-95: діаметр розточуваного отвору  $d_o=30-50$  мм; конус шпинделя 50 конусністю 7:24 згідно ДСТУ 15945-92

1) Розрахунок величини первинних похибок. Розрахункові формули і джерела інформації для визначення параметрів приведені в таблиці 1.12.

Таблиця 1.12 – Розрахункові формули і початкові дані для розрахунку похибки обробки.

Назва похибки	Вид похибок і характер її проявлення в часі	Формули для визначення похибки	Параметри що впливають на величину похибки	Джере-ла інформації
1	2	3	4	5
$\Delta H$ – похибка налагодження	Похибка розміру випадкова	Налагодження методом пробних деталей: $\Delta H_B = \sqrt{\left(\frac{\Delta_{вим.}}{2}\right)^2 + \left(\frac{\Delta_{розм.}}{2}\right)^2 + \Delta_p^2}$ $\Delta H_B = \sqrt{\left(\frac{0,007}{2}\right)^2 + 0,002^2}$ $= 0,004 \text{ мм};$	$\Delta_{вим.}$ – похибка вимірювання,мм; $\Delta_{розм.}$ – похибка розрахунку, мм; $\Delta_p$ – похибка регулювання положення інструменту,мм; Для внутрішнього розміра з вимірювальною голо-вкою 109 ДСТУ9244-75 $\Delta_{вим}=0,007$ мм; $\Delta_{вим}=0,002$ мм;	[4] с. 565
$\Delta_\epsilon$ – похибка від геометричної неточності	Похибка форми чи розміщення поверхонь, постійна	Похибка форми від радіального чи осевого биття шпинделя $\Delta_\epsilon = a_{шп.}=0,005$	$a_{шп.}$ – радіальне чи осеве биття шпинделя, мм; $a_{шп.} = 0,005$ мм;	[4] с. 40 табл. 9

					МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Продовження табл.1.12

1	2	3	4	5
<p><math>\Delta_y</math> – похибка зумовлена зміною деформацій технологічної системи під дією сил різання, мкм</p>	<p>Для партії заготовок <math>P_y \neq \text{const}</math> <math>w \neq \text{const}</math> похибка розміру випадкова; Для однієї заготовки <math>P_y \text{const}</math> <math>w \neq \text{const}</math> похибка форми чи взаємного розташування поверхонь постійна;</p>	<p><math>\Delta_y = P_{y \max} \cdot w_{\max} - P_{y \min} \cdot w_{\min}</math> при <math>w = \text{const}</math> для точіння <math>\Delta_y = 11w \cdot c_p \cdot S^{yp} \cdot V^{np} \cdot \kappa_p (t_{\max}^{xp} - t_{\min}^{xp});</math> <math>C_p = 300; w = 0,051 \text{ мкм/Н};</math> <math>x = 1; y = 0,75; n = -0,15;</math> <math>\kappa_p = \kappa_{\mu p} \cdot \kappa_{\phi p} \cdot \kappa_{\lambda p} \cdot \kappa_{r p};</math> <math>\kappa_{\mu p} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{412}{750}\right)^{0,75} = 0,638;</math> <math>\kappa_{\phi p} = \kappa_{r p} = \kappa_{\lambda p} = 1;</math> <math>\kappa_{r p} = 0,93;</math> <math>\kappa_p = 0,638 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,593;</math> <math>\Delta_y = 11 \cdot 0,051 \cdot 300 \cdot 0,08^{0,75} \cdot 123,88^{-0,15} \cdot 0,593 \cdot (0,122^1 - 0,073^1) = 0,356 \text{ мкм};</math></p>	<p><math>w</math> – податливість технологічної системи, мкм/Н; <math>P_y</math> – нормальна складова сили різання, Н; <math>t_{\max}, t_{\min}</math> – найбільша і найменша глибина різання, мм; <math>S</math> – подача, мм/об; <math>\kappa_p</math> – поправочний коефіцієнт; <math>V</math> – швидкість різання, м/хв; <math>c_p, y_p, n, x_p</math> – коефіцієнти і показники степеня.</p>	<p>[3] с. 29 табл.11 [4] с. 273 табл. 21 [4] с. 264 табл.9 [4] с. 275 табл.2</p>
<p><math>\Delta_i</math> – похибка розмірного спрацювання інструменту, мкм</p>	<p>Для партії заготовок похибка розміру систематична; для однієї заготовки похибка форми чи взаємного розташування поверхонь, постійна</p>	<p><math>\Delta_i = \pm U_o \cdot \left(1 + \frac{V_{\tau}}{1000}\right);</math> при точінні <math>\kappa=1;</math> <math>U_o = 4; \text{ мкм}</math> <math>\Delta_i = 0,004 \cdot \left(1 + \frac{123,88}{1000}\right) = 0,0044 \text{ мкм};</math></p>	<p><math>U_o</math> – відносне спрацювання інструменту; <math>V</math> – швидкість різання, м/хв;</p>	<p>[3] с.72 табл. 28;</p>
<p><math>\Delta_T</math> – похибка від теплової деформації інструменту, мкм</p>	<p>Для партії заготовок похибка розміру, систематична</p>	<p>Для розточування: <math>\Delta_T = 120 \cdot \frac{L_p}{F} \cdot V^{0,23} \cdot S^{0,46} \cdot t^{0,7} \cdot \left(1 - 51 - \frac{-4\tau}{\tau_n}\right) \cdot \frac{T_o}{T_o + T_{пер.}}</math> <math>\Delta_T = 120 \cdot \frac{6}{4} \cdot 123,88^{0,23} \cdot 0,08^{0,46} \cdot 3,5^{0,7} \cdot \left(1 - 51 - \frac{-4\tau}{\tau_n}\right) \cdot \frac{8,3}{8,3 + 2,1} = 0,02 \text{ мкм};</math></p>	<p><math>L_p</math> – виліт інструменту; <math>F</math> – площа поперечного перетину, мм<sup>2</sup>; <math>\sigma_B</math> – границя міцності; <math>T_o, T_{пер.}</math> – основний час і час перерв між обробками кожної деталі, хв; <math>\tau_m</math> – константа при нагріванні, 12-24 хв;</p>	<p>Знак “+” береться тоді, коли теплова деформація інструменту призводить до збільшення витриманого розміру; У разі відсутності не обхідних даних для розрахунку <math>\Delta_T</math> вплив теплових деформацій враховують збільшення <math>\Delta_{м.н.}</math> на 10-15 %.</p>

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

4. Визначення похибки миттєвого розсіювання розмірів з урахуванням похибки налагодження:

$$\Delta_{м.н.} = 1,2\sqrt{\Delta_n^2 + \Delta_y^2} + \Delta_e$$

$$\Delta_{м.н.} = 1,2\sqrt{0,004^2 + 0,000356^2} + 0,005 = 0,0098\text{мм};$$

$$\Delta_{м.н.d} = 2 \cdot \Delta_{м.н.} = 2 \cdot 0,0098 = 0,0196 \text{ мм};$$

5. Систематична закономірна змінна похибка.

$$\Delta_{сум.} = \Delta_T + \Delta_i;$$

Результати розрахунків зводимо в таблицю 1.13.

Таблиця 1.13 – Результати розрахунку систематичної похибки.

$\tau$ , хв	0	5	10	15	20	30	40	50	60
$\Delta_i$ , мкм	0	-6,48	-8,96	-11,43	-13,91	-18,87	-22,08	-28,78	-35,48
$\Delta_T$ , мкм	0	0,065	0,09	0,098	0,1	0,103	0,104	0,104	0,104
$\Delta_{сум.} =$ $= \Delta_T + \Delta_i$	0	-6,415	-8,87	-11,33	-13,81	-18,77	-21,98	-28,68	-35,38
$\Delta_{сум.d} =$ $= 2\Delta_{сум.R}$	0	-12,83	-17,74	-22,66	-27,62	-37,54	-43,96	-57,36	-62,79

6. Побудова теоретичної діаграми точності в координатах час обробки-розмір.

По осі ординат відкладаємо найбільше і найменше граничні значення розмірів, тобто поля допуску  $T$ . Похибки відкладаємо так, щоб вони зайняли усе поле допуску.

В даному випадку похибка  $\Delta_{сум.}$  монотонно спадає, тому спочатку будуємо верхню теоретичну границю розсіювання розмірів при обробці і як залежність  $\Delta_{сум.}$  від  $\tau$  при чому так, щоб найбільше значення збігалось з найбільшим граничним значенням розміру  $A_n$  і  $A_0$  будуємо подібно першому випадку з тією різницею, що  $\Delta_{м.н.}$  і  $0,5\Delta_{м.н.}$  віднімаємо від  $A_B$ .

7. Технологічну стійкість інструменту визначаємо за перетином  $A_n$  з нижньою границею поля допуску  $T_T=64$  хв. В даному випадку технологічна стійкість більша за економічну  $T_T > T_e$  ( $64 > 60$ ), тому загальна похибка обробки  $\Delta_{сум} = T$ .

8. Налагоджувальний розмір  $A_n$  визначаємо за перетином  $A_0$  з віссю ординат.

					МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d_n = d_{\max} - C - 0,5\Delta_{\text{м.н.}}$$

$$d_n = 46.832 - 0 - 0,5 \cdot 0,0196 = 46.8222 \text{ мм};$$

9. Тривалість обробки до вимушеного підналагодження  $T_{\text{підн.}}$  технологічної системи:

$$T_{\text{підн.}} = \frac{T_T \cdot T'_{\text{шт.}}}{T_o}, \text{ хВ};$$

$$T_{\text{підн.}} = \frac{64 \cdot 16,25}{0,56} = 1102,68 \text{ хв}; \text{ хВ};$$

В кількості оброблених деталей:

$$N = \frac{T_T}{T_o} = \frac{64}{0,56} = 114,3 \text{ шт};$$

10. Питомий вклад  $C$  первинних похибок обробки в загальну похибку:

$$C_j = \frac{\Delta_j}{\Delta_{\text{сум.}}} \cdot 100\%$$

де  $\Delta_j$  – величина  $j$ -первинної похибки;

10. Питомий вклад  $C$  первинних похибок обробки в загальну похибку:

$$C_j = \frac{\Delta_j}{\Delta_{\text{сум.}}} \cdot 100\%$$

(56)  $\Delta_j$  – величина  $j$ -первинної похибки;

$$C_{\Delta H} = \frac{\Delta_H \cdot 100}{\Delta_{\text{сум.}}} = \frac{0,008 \cdot 100}{0,062} = 12,9\%;$$

$$C_{\Delta B} = \frac{\Delta_B \cdot 100}{\Delta_{\text{сум.}}} = \frac{0,01 \cdot 100}{0,062} = 16,13\%;$$

$$C_{\Delta y} = \frac{\Delta_y}{\Delta_{\text{сум.}}} \cdot 100\% = \frac{0,712 \cdot 10^{-3}}{0,062} \cdot 100\% = 1,148\%;$$

$$C_{\Delta_{\text{м.н.}}} = \frac{\Delta_{\text{м.н.}}}{\Delta_{\text{сум.}}} \cdot 100\% = \frac{0,0196}{0,062} \cdot 100\% = 31,613\%;$$

$$C_{\Delta T} = \frac{\Delta_T}{\Delta_{\text{сум.}}} \cdot 100\% = \frac{0,02}{0,062} \cdot 100\% = 32,2\%;$$

$$C_{\Delta_i} = \frac{\Delta_i}{\Delta_{\text{сум.}}} \cdot 100\% = \frac{0,004}{0,062} \cdot 100\% = 70,968\%;$$

$$C_{\Delta_{\text{сист.}}} = \frac{\Delta_{\text{сист.}}}{\Delta_{\text{сум.}}} \cdot 100\% = \frac{0,0438}{0,062} \cdot 100\% = 70,646\%;$$

					МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 1.5.4 Розрахунки, пов'язані з підготовкою карти налагодження та КП на верстаті з ЧПК

Операція 020. Токарна з ЧПК.

Обладнання: Токарний верстат з ЧПК Compass 200/1000.

##### 1) Вибір оснастки:

Пристрій: Патрон 7100-0009 ДСТУ2675-98; D=315 мм;

Інструмент:

Різець для контурного точіння  $\phi=45^\circ$ ; L=170 мм; l=40 мм:

Різець 2102-0704 T5K10 ДСТУ 20871-98;

Різець для контурного точіння  $\phi=93^\circ$ ; L=170 мм; l=40 мм:

Різець 2103-0711 T5K10 ДСТУ 20872-98;

Різець розточний для наскрізних отворів  $\phi=93^\circ$ ; L=210 мм; l=140 мм:

Різець 2140-0073T15K6 ДСТУ 18882-93.

Різець розточний для наскрізних отворів  $\phi=93^\circ$ ; L=210 мм; l=140 мм:

Різець 2140-0073 T5K10 ДСТУ 18882-93.

##### 2) Вибір системи координат верстата з ЧПК, деталі та інструмента.

Для керування рухом формоутворення інструмента потрібно визначити взаємне розміщення заготовки та інструмента в робочому просторі верстата. Під час обробки заготовок на верстатах з ЧПК використовують три системи координат: систему координат верстата (СКВ) XY, систему координат деталі (СКД) Xд, Yд, систему координат вихідної точки Ов.т.

Вісь X збігається з віссю обертання шпинделя. Початок СКВ називають його нульовою точкою Ов . Відносно Ов в керуючій програмі задаються абсолютні переміщення робочих органів.

Систему координат вихідної точки вибираємо в робочій зоні верстата на певній відстані від деталі для зручності затискання заготовки, зменшення довжин холостих ходів та допоміжних ходів, безпечності заміни інструменту. У вихідній точці Ов.т починається програмоване переміщення інструмента по керуючій програмі. Положення точки Ов.т задають в СКВ і зв'язують з базуючими елементами пристрою для затискання деталі відстанями  $x_d=0$ ,  $y_d=0$ ,  $x_v=0$ ,  $y_v=0$

					МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.14 – Координати опорних точок при виконанні операції 020

Точка №п/п	Координати в СКВ, мм		Точка №п/п	Координати в СКВ, мм	
	X	Z		X	Z
1	41	0	1	23.1	1
2	38	0	2	23.1	-53
0; 3	100	100	0;3	0	100
1	38	1	1	23.35	1
2	38	-18	2	23.35	- 53
0; 3	100	100	0; 3	0	100
1	36.4	1,6			
2	39	-1,6			
0; 3	100	100			

СКД використовуємо для завдання розмірів деталі за допомогою координат опорних точок. Початок СКД (нульову точку деталі) Од вибираємо так, щоб більшість точок деталі мали додатні значення координат. Напрями координатних осей СКД вибираємо такими самими, як і в СКВ.

					МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

### 3) Кодування інформації.

По опорних точках складаємо керуючу програму обробки:

*N001 T1 G95 S2 600 F0.7;*

*N002 G10 M08 ;*

*N003 X 82, Z0 E;*

*N004 X 40, Z0;*

*N005 X 100, Z100;*

*N006 M09;*

*N007 T2 S2 830 F0.6 M08;*

*N008 X 76, Z1 E;*

*N009 Z-18;*

*N010 X 100, Z100;*

*N011 M09;*

*N012 T1 S1 340 F1.0 M08;*

*N013 X 74.4, Z1 E;*

*N014 X 77, Z-1.6*

*N015 X 100, Z100;*

*N016 M09;*

*N017 T3 S2 480 F0.8 M08;*

*N018 X46.2 Z1 E;*

*N019 Z-53;*

*N020 X 0, Z100;*

*N021 M09;*

*N022 T4 S2 660 F0.6;*

*N023 X46.69 Z1 E;*

*N024 M08;*

*N025 X46.69 Z-53;*

*N026 M09;*

*N027 X 0, Z100;*

*N028 T1;*

*N029 M02.*

					МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.15-Розрахунково-технологічна карта на токарну операцію 020

деталь		верстат					Система ЧПК					
Колесо зубчасте НПО 639.00.004		Compass 200/1000										
Геометрична інформація					Технологічна інформація							
№ о. т.		X	Z	L,	t,	S,	V,	n,	Напр. оберт.	Охолодження	№ інстр.	L, № коректора
Контур	Еквідистанція	(ΔX ) мм	(ΔZ ) мм	мм	мм	мм/ об	м/хв	хв. 1				
1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14
0		100	100	0							1	101
0-1		41	0	100	-	-	-	600	Пр.	+		
1-2		38	0	21.5	2.1	0.7	128	600	Пр.	+		
2-3		100	100	100	-	-	-	-	-	-		
0		100	100	0	-	-	-	-	-	-	2	102
0-1		38	1	0	-	-	-	-	-	-		
1-2		38	18	18	1.0	0.6	143	830	Пр.	+		
2-3		100	100	118								
0		100	100	0							1	103
0-1		36.4	1.6	0	-	-	-	340	Пр.	+		
1-2		39	1.6	1.6	1.6	1.0	120	340	Пр	+		
2-3		100	100	0								
0		0	100	0							3	104
0-1		23.1	1	0	-	-	-	480	Пр.	+		
1-2		23.1	53	51	2.06	0.8	134	480	Пр.	+		
2-3		0	100	0								
0		0	100	0								
0-1		23.35	1	0		0.6	168	660		+	4	105
1-2		23.35	53	51	0.5				Пр.	+		
2-3		0	100	0					Пр.			

					МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ							Арк.
												48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								

Керуюча програма кодується на перфострічці за допомогою міжнародного двійково-десятькового коду ІСО-76іт (ДСТУ 13052-97), який є семи розрядним і дозволяє кодувати 128 символів. Коди режимів роботи системи ЧПК, що задаються адресою G, і допоміжні коди, що задаються адресою M по ІСО-76іт, наведені в таблиці 1.16.

Таблиця 1.16 – Коди режимів роботи системи ЧПК та допоміжні коди

<i>Kod</i>	Найменування
<i>G01</i>	Лінійна інтерполяція (нормальний розмір)
<i>G17</i>	Вибір площини обробки XY
<i>G25</i>	Початок відрахунку координат
<i>G40</i>	Відміна корекції положення інструменту
<i>G42</i>	Корекція положення інструменту
<i>G60, G61</i>	Точне позиціонування X і Y
<i>G81</i>	Постійний цикл при свердлінні отворів
<i>G82</i>	Постійний цикл при зенкеруванні отворів
<i>G91</i>	Переміщення в абсолютній системі координат
<i>M00</i>	Безумовна зупинка
<i>M02</i>	Кінець програми
<i>M03</i>	Обертання шпинделя за годинниковою стрілкою
<i>M05</i>	Зупинка шпинделя
<i>M06</i>	Зміна інструмента
<i>M08</i>	Включення охолодження
<i>M09</i>	Виключення охолодження
<i>P</i>	Глибина різання
<i>F</i>	Подача
<i>S</i>	Швидкість обертання шпинделя
<i>A</i>	Припуск
<i>C</i>	Фаска під кутом 45 град
<i>L04</i>	Допоміжна функція, при розточуванні
<i>L08</i>	Допоміжна функція, при чорновому точінні
<i>L10</i>	Допоміжна функція, при чистовому точінні

### 1.5.5 Нормування технологічного процесу

Операція 060 Токарна з ЧПК

Початкові дані:

-обладнання: Токарний з ЧПК Compass 200/1000;

розміри деталі 154x51 мм;

1) Основний час  $T_0=10,99$ хв;

2) Підготовчо-заключний час згідно [9].с.90-120:

встановлення інструментів в гнізда інструментального магазину в кількості 4штуки 11 хв;

-на отримання інструменту, оснастки і здача його в кінці обробки партії деталей 16хв;

-на встановлення керуючої програми 4хв;

$$T_{п.з.} = 11 + 16 + 4 = 31 \text{ хв};$$

3) Час на встановлення і знімання деталі:

При установці в пристрій з пневмозатиском деталі масою 3.5 кг  $T_{уст}+T_{зо}=0,3$ хв;

4) Час на прийоми керування верстатом:

- включити верстат кнопкою 0,01хв; [9].с.104

-зміна інструмента в магазині  $0,03 \cdot 4 = 0,12$ хв; [9].с.105

$$T_{упр} = 0,01 + 0,12 = 0,13 \text{ хв};$$

5) Час на вимірювання:

При вимірюванні нутроміром мікрометричним розмірів  $t_1=0,16$ хв; При вимірюванні штангенциркулем  $t_2=0,08$ хв; При вимірюванні шаблоном  $t_3=0,11$ хв; [9].с.159 При вимірюванні 50% деталей

$$T_{вим} = \frac{(0,16 + 0,1 + 0,08 + 0,1 + 0,11) \cdot 50}{100} = 0,305 \text{ хв};$$

6) Допоміжний час:

$$T_{доп} = T_{ус} + T_{зо} + T_{упр} + T_{вим}, \text{ хв.}$$

$$T_{доп} = 0,3 + 0,13 + 0,305 = 0,735 \text{ хв};$$

7) Оперативний час:

$$T_{оп} = T_{осн} + T_{доп}, \text{ хв.};$$

$$T_{оп} = 10,99 + 0,735 = 11,725 \text{ хв};$$

8) Час на технічне обслуговування робочого місця:

$$t_{зз} = 6,8 \text{ хв}; \quad [9] \text{ с.159}$$

$$T_{тех} = \frac{T_0 \cdot t_{зз}}{T},$$

Де T-період стійкості;

$$T_{тех} = \frac{10,99 \cdot 6,8}{60} = 1,25 \text{ хв};$$

9) Час на організаційне обслуговування робочого місця:

					МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно [9]с.223

$$T_{орг} = \frac{1,4 \cdot T_{оп}}{100} = \frac{1,4 \cdot 13,085}{100} = 0,183 \text{ хв};$$

10) Час на відпочинок і особисті потреби:

Згідно [9]с.203

$$T_{відп} = \frac{4 \cdot T_{оп}}{100} = \frac{4 \cdot 13,085}{100} = 0,52 \text{ хв};$$

11) Штучний час:

$$T_{шт} = T_o + T_{доп} + T_{об} + T_{відп}, \text{ хв.};$$

$$T_{шт} = 10,99 + 0,735 + 1,25 + 0,183 + 0,52 = 13,678 \text{ хв.};$$

12) Штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт.к.} = \frac{T_{пз}}{n} + T_{шт.}, \text{ хв};$$

$$\emptyset T_{шт.к.} = \frac{31}{30} + 13,678 = 14,71 \text{ хв};$$

Технічні норми визначаємо диференційованим методом з (дод.5,6, [5]) і заносимо в таблицю 1.17.

					МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.17 — Нормування технологічного процесу, хв.

Назва операції № переходу	Розміри			Режими різання				Норми часу			
	D/B, мм	L, мм	t, мм	S	V	n, хв <sup>-1</sup>	N, кВт	T <sub>о</sub> , хв.	T <sub>д</sub> , хв.	T <sub>шт</sub> , хв.	T <sub>пз</sub> , хв.
010 Токарна з ЧПК											
1 Підрізати торець як чисто	159	63	2.1	0.7	128	600	2.1	3.15	0.51	11.25	21
2 Обточити пов. до Ø156	159	36	3	0.6	243	660	2.3				
3 Обточити пов. До Ø57	156	54.5	3.5	1.0	133	370	2.5				
015 Токарна з ЧПК											
1 Підрізати торець в розмір 31	154	44	2.1	0.7	128	600	2.0	1.29	0.65	14.23	32
2 Обточити пов. до Ø78	80.6	20.5	2.6	1.0	124	200	2.4				
3 Обточити пов. до Ø77	78	18	1	0.35	247	400	2.3				
4 Точити фаску 2.6x45° поØ156	154	2.6	2.6	1.0	120	280	1.2				
5 Розточити «фонар» Ø80x Ø122	122	17	1	1.0	129	370	2.7				
020 Токарна з ЧПК											
1 Підрізати торець Ø76	77	21.5	2.1	0.7	128	600	2.2	3.14	0.72	15.43	26
2 Обточити пов. 20 до Ø76	77	18	1.0	0.6	143	830	2.4				
3 Точити фаску 19 1.6x45°	76	1.6	1.6	1.0	120	340	1.2				
4 Розточити отв. 17	43	51	2.06	0.8	134	480	2.3				
5 Розточити отв. 17	46.6 9	51	0.5	0.6	168	660	1.6				
025 Токарна з ЧПК											
1 Підрізати торець 2	154	54.5	1.6	0.7	143	370	2.2	2.7	0.87	15.55	24
2 Обточити пов. 101 доØ154	156	24	2	0.7	156	400	2.5				
3 Обточити пов. 9 до Ø55.4	57	12	1.6	0.8	167	400	2.3				
4 Точити фаску 1 1.6x450	154	1.6	1.6	1.0	123	280	1.2				
5 Точити фаску 1.8x45°	55.4	1.6	1.6	1.0	141	280	1.1				
6 Розточити канавку А	46.2	7.3	1.7	0.8	154	400	2.1				
7 Розточити фаску 1.8x45°	46.2	1.8	1.8	1.0	120	280	1.3				

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ

Арк.

52

## Продовження табл. 1.17

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
035 Зубофрезерна											
1 Фрезерувати зуби шестерні	154	44	3.5	20	176	480	3.4	16.5	0.92	22.45	32
045 Шевінгувальна											
1 Шевінгувати z=42	138.2 5	49	0.02	32	143	630	4.1	19.2	0.87	12.34	26
050 Вертикально-свердлильна											
1 Обробити 6 отворів Ø6.7	6.7	17	3.3	0.8	122	800	3.1	3.6	0.73	14.43	22
2 Нарізати різьбу M8-6H	M8	12	1	1.0	3.0	200	3.2				
055 Вертикально-свердлильна											
1 Обробляти 17 отв. $\phi$ 5.2	16	18	8	0.8	156	800	3.4	1.5	2.4	11.21	25
060 Токарна з ЧПК											
1 Розточити отв. Ø55	46.2	16	3	0.8	134	480	3.3	1.44	0.735	13.678	31
2 Розточити фаску 1.6x45°	55	1.6	1.6	1.0	133	280	2.1				
3 Розточити канавку В	55	11	3	1.0	154	400	3.2				
4 Розточити фаску 1.8x45°	46.2	1.8	1.8	1.0	139	280	1.5				
065 Зубообробна											
1 Прошити 17 зубів	5.2	18	0.2	16	3	-	2.4	4.5	2.1	21.32	33
075 Внутрішньошліфувальна											
1 Шліфувати отв. до Ø47	46.2	33	0.088	0.04	80	2500	3.6	5.2	0.56	23.34	36
080 Круглошліфувальна											
1 Шліфувати пов. До Ø55	55.4	11	0.4	0.05	60	3000	3.4	3.1	0.56	25.15	34

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ

Арк.

53

## 2 Конструкторська частина

### 2.1 Опис призначення, будови і роботи пристроїв Пристрій верстатний:

Початкові дані:

Пристрій затискний для фрезерування зубів зовнішнього зачеплення

Верстат зубофрезерний моделі КТ-650 4.

Інструмент: Фреза 2510-4027А ДСТУ 9324-98

Схему встановлення заготовки показано на рисунку 2.2

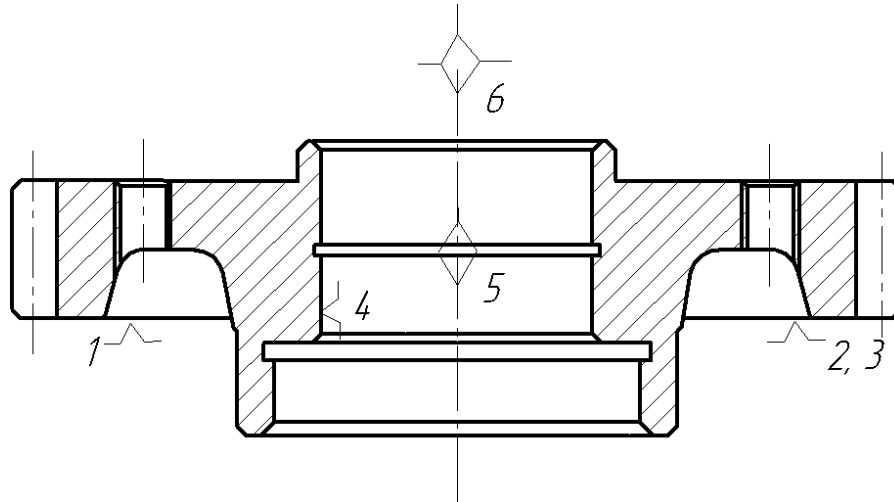


Рис.2.1- Теоретична схема базування ДСТУ

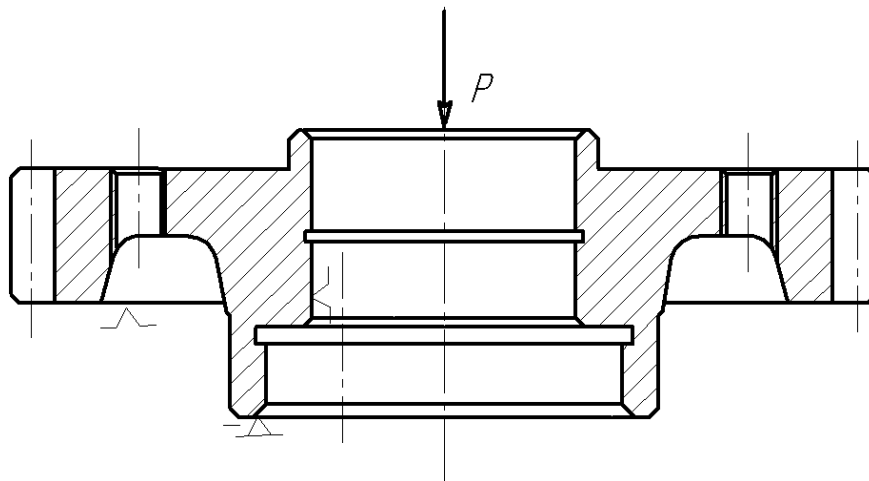


Рис.2.2- Схема установки Колесо зубчасте НПО 639.00.004

Пристрій складається з корпуса 8 (див. графічну частину) на котрому закріплене розміщене опорне кільце 6.

					МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Під плитою корпусу 5 гвинтами закріплений пневмоциліндр, що складається з корпусу 8, кришки 4, поршня 9 із штоком 1, вихідний кінець котрого з двома гайками розміщується над кільцем .

Для подачі стисненого повітря в пневмоциліндрі передбачено два отвори К18" ДСТУ 6111-92.

На верстаті пристрій закріплюється за допомогою двох болтів М12 ДСТУ 13152-97 з шайбами та гайками.

При роботі заготовку виступом діаметром встановлюють в отвір кільця 3 до впирання поверхнею заготовки в опорну поверхню кільця. За допомогою розподільного крана подають стиснене повітря в штокову порожнину пневмоциліндра, котре переміщає поршень 9 разом зі штоком 1 донизу і гайками через шайбу притискає заготовку до опорної поверхні кільця 3. Заготовка закріплена.

Для відкріплення заготовки стиснене повітря подають в поршневу порожнину, під його дією поршень 9 зі штоком 1 переміщаються вверх і звільняють шайбу 2.

					МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.2. Інженерні розрахунки для підтвердження працездатності пристроїв.

### Верстатний пристрій.

Розрахункова схема закріплення заготовки в пристрої:

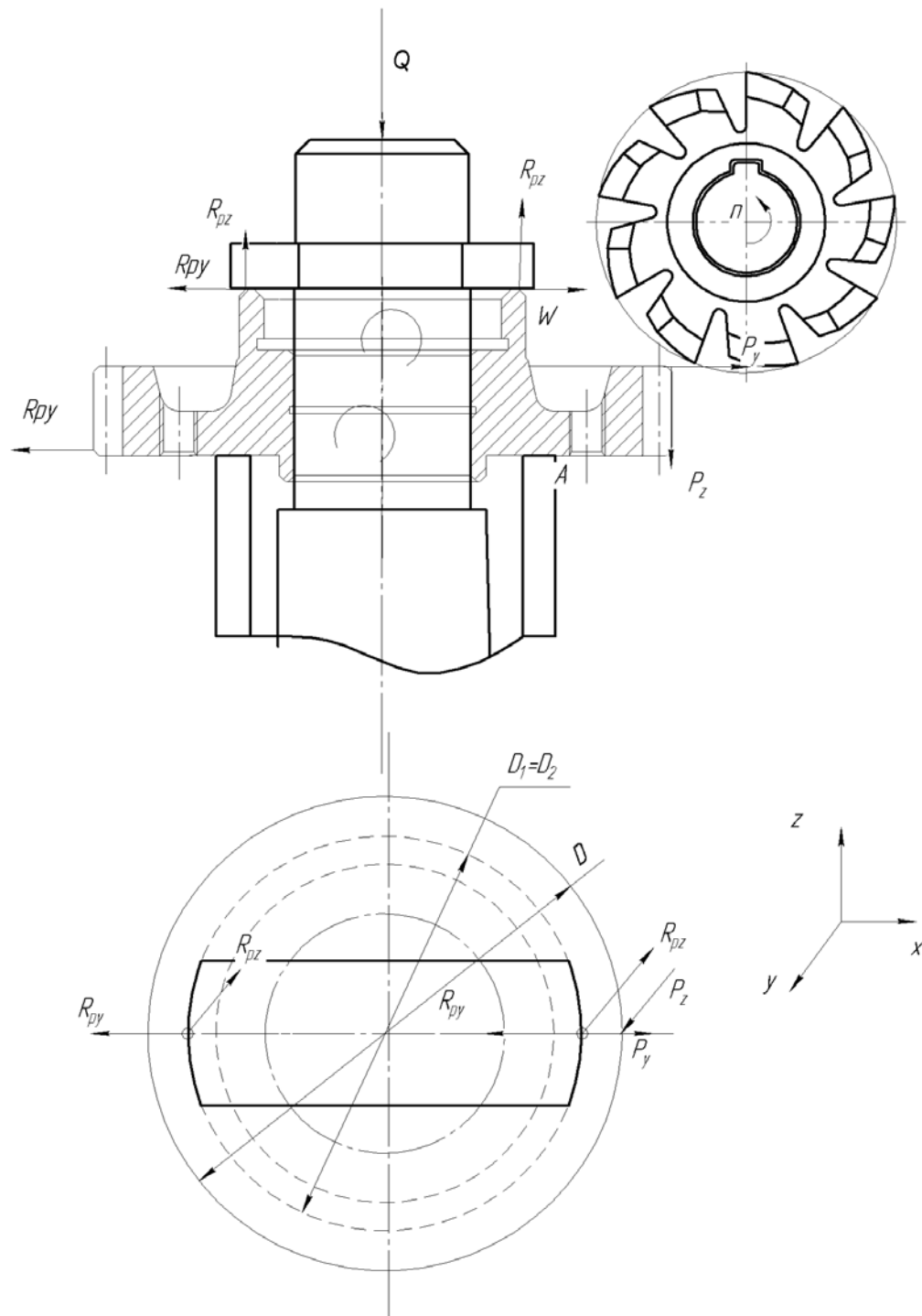


Рис2.3 - Схема дії сил на колесо зубчасте НПО 639.00.004 при обробці зубів  $m=3,5$ ;  $z=17$  на зубофрезерному верстаті з ЧПУ КТ-650 4.

При фрезеруванні зубів у фрезерному пристрої, на деталь діють активні сили різання  $\vec{P}_z$ ,  $\vec{P}_y$ , реакції  $\vec{R}_{pz}$ ,  $\vec{R}_{py}$ . Їм протидіє сила затиску  $\vec{W}$ , яка

									Арк.
									56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ				

повинна бути більшою або рівною загальній сумі сил, які зміщують деталь в пристрої.

Сума моментів відносно точки А:

$$\Sigma M_A = 0 ; M_{T1} + M_{T2} - KPz/2 = 0 ; \text{т. 92 [11]}$$

Коефіцієнт тертя між деталлю, установчими і затискними елементами

пристрою

$$f_1=f_2=0,16$$

$$M_{T1} = \frac{2}{3} Q \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2} f_2$$

$$M_{T2} = \frac{2}{3} Q \frac{R_2^3 - r_2^3}{R_2^2 - r_2^2} f_1$$

$$\frac{2}{3} Q \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2} f_2 + \frac{2}{3} Q \frac{R_2^3 - r_2^3}{R_2^2 - r_2^2} f_1 = \frac{P_z \cdot D}{2}$$

$$D_1 = D_2 = 65,8 \text{ мм}$$

$$Q1 = \frac{P_z \cdot D}{\frac{2}{3} \left( \left( \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2} f_2 \right) + \left( \frac{R_2^3 - r_2^3}{R_2^2 - r_2^2} f_1 \right) \right)} \cdot 2$$

Визначаємо силу різання  $P_z$  при фрезеруванні зубів черв'ячною фрезею

$P_z$  – сила різання

$$P_z = N_{\text{різ}} \cdot 60 \cdot 1020 / V$$

де  $N_{\text{різ}}$  – потужність, яка витрачається на різання  $N_{\text{різ}} = 3,4 \text{ кВт}$ ;

$V$  – швидкість різання  $V = 35,32 \text{ м/хв.}$ ;

$$P_z = 3,4 \cdot 60 \cdot 1020 / 35,32 = 5891,3 \text{ Н}$$

Необхідна сила затиску гвинтового механізму затиску пристрою з врахуванням коефіцієнт запасу

$$Q = Q1 \cdot K, \text{ де } K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6;$$

$$K = 1 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1,0 \cdot 1 \cdot 1 = 1,2;$$

Приймаємо  $K = 2,5$

$$Q_1 = \frac{5891,3 \cdot 154}{\frac{2}{3} \cdot \left( \left( \frac{32,9^3 - 27,8^3}{32,9^2 - 27,8^2} \cdot 0,16 \right) + \left( \frac{27,5^3 - 21,5^3}{27,5^2 - 21,5^2} \cdot 0,16 \right) \right)} \cdot 2 = 3148,7 \text{ Н};$$

$$Q = 3148,7 \cdot 2,5 = 7871,8 \text{ Н};$$

					МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Номинальний діаметр штока :

$$d_{ш} = 1,4 \sqrt{\frac{Q}{2 \cdot G_p}}$$

де  $G_p$  – напруга розтягу матеріалу штока, [МПа; для сталі 45 дорівнює 738 мПа

$$d_{ш} = 1,4 \sqrt{\frac{7871,8}{2 \cdot 738}} = 3,2 \text{ мм};$$

Визначаємо діаметр поршня (пневмокамери)

$$D = \sqrt{1,27 \cdot \frac{Q}{\rho \cdot \eta} + d^2} = \sqrt{1,27 \cdot \frac{7871,8}{0,63 \cdot 0,9} + 3,2^2} = 121,9 \text{ мм};$$

З стандартного ряду вибираємо пневмоциліндр двохсторонньої дії з діаметром поршня  $D=125$  мм, діаметром штоку  $d=32$  мм, довжина робочого ходу поршня  $L=30$  мм.

Дійсна сила рушія при подачі стиснутого повітря в штокову порожнину пневмоциліндра згідно [5]. с. 92, табл. 22:

$$Q = 0,785 \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta, \text{ Н};$$

де  $\eta=0,9$ -ККД пневмоциліндра;

$$Q = 0,785 \cdot (125^2 - 32^2) \cdot 0,63 \cdot 0,9 = 10261 \text{ Н};$$

### 2.3 Розрахунок пристрою на довговічність

Визначення гарантованої величини спрацювання опор:

1. Твердість робочих поверхонь опор  $HV = 615$  (табл. 1.11., с.46).
2. Критерій зносостійкості, що враховує матеріал заготовки і опори:  
 $P_1 = 1,0$ , (табл. 1.12, с. 47) – опори із сталі 20Х.
3. Критерій навантаження опори:

$$P_2 = \frac{Q}{P_z \cdot HV} = \frac{10261}{5891,3 \cdot 615} = 9,5 \cdot 10^{-4}.$$

6. Зносостійкість  $C = 2140$  (с. 49).

7. Поправочний коефіцієнт  $K = K_t \cdot K_L \cdot K_y$ ,

					МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $K_t$  – коефіцієнт, що враховує нерухомість контакту заготовки з опорою.  $K_t = 0,79 \cdot T_0 = 0,79 \cdot 1,9 = 1,422$ ,

де  $T_0$  – основний час обробки.  $T_0 = 1,8$  хв;

$K_L$  – враховує вплив довжини  $L$  шляху ковзання заготовки по опорах:  
 $K_L = 1$ , при  $L = 0$ ;

$K_y$  – коефіцієнт умов обробки,  $K_y = 1,12$  (табл. 1.14, с. 50) для

$$K = 1,422 \cdot 1 \cdot 1,22 = 1,593.$$

8. Фактична зносостійкість:

$$C_\phi = \frac{C}{K} = \frac{2140}{1,5993} = 1338 \text{ шт/мкм},$$
$$\Delta_{z.cn} = \frac{N}{C_\phi} = \frac{160}{1338} = 0,12 \text{ мкм} = 0,00012 \text{ мм}.$$

Величина річного спрацювання опор незначна і практично на довговічність не впливає.

Гарантована величина спрацювання циліндричного пальця:

1.  $\Delta_{cn} = 50$  мкм (табл. 1.15, с. 51) для сталі 20Х.

2. Поправочний коефіцієнт:  $K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4$ , де (табл. 1.16, с. 51),

$K_1$  – враховує матеріал заготовки, –  $K_1 = 1$ , – чавун;

$K_2$  – враховує вид верстата,  $K_2 = 1$ , універсальний;

$K_3$  – враховує умови обробки,  $K_3 = 1,12$ ;

$K_4$  – враховує число установок, –  $K_4 = 2,8$  при числі установок до 5 тис.

шт.

$$K = 1 \cdot 1 \cdot 1,12 \cdot 2,8 = 3,136.$$

3.  $C = \frac{100000}{50} = 2000$  шт/мкм (табл. 1.15, с. 51).

$$4. C_\phi = \frac{C}{K} = \frac{2000}{3,136} = 638 \text{ шт/мкм}.$$

$$\Delta_{z.cn} = \frac{N}{C_\phi} = \frac{160}{638} = 0,25 \text{ мкм} = 0,00025 \text{ мм}.$$

Враховується при визначенні точності пристрою.

Гарантована величина спрацювання зрізаного пальця:

1.  $\Delta_{cn} = 90$  мкм – для сталі 40Х.

2.  $K = 3,136$ .

					МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$3. C = \frac{100000}{90} = 1111 \text{ ШТ/МКМ.}$$

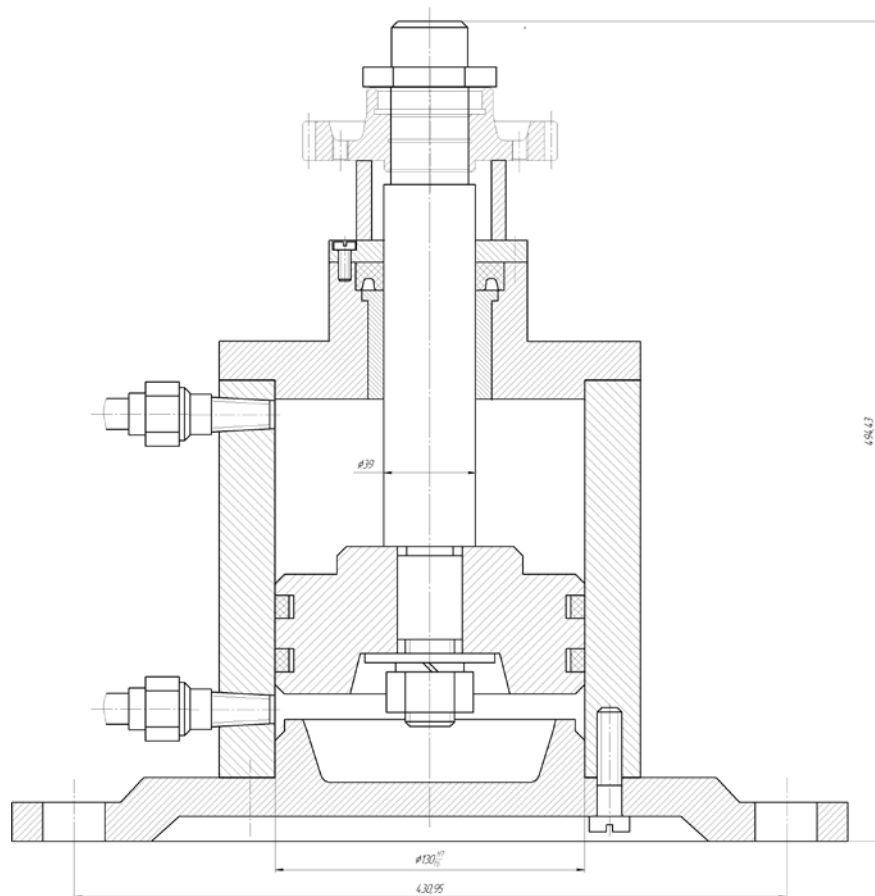
$$4. C_{\phi} = \frac{C}{K} = \frac{1111}{3,136} = 354 \text{ ШТ/МКМ.}$$

$$\Delta_{z.cn} = \frac{N}{C_{\phi}} = \frac{1111}{354} = 0,45 \text{ МКМ} = 0,00045 \text{ мм.}$$

## 2.4 Розрахунок пристроїв на точність

### Пристрій верстатний:

Від точності виготовлення пристрою залежить допуск радіального биття зубчатої поверхні 0,08 мм відносно отвору “Б”, на який впливає радіальне биття робочої поверхні пристрою відносно осі конічної поверхні, по якій пристрій встановлюється в шпиндель верстата, і циліндричної, по якій встановлюється деталь.



1. Допуск непаралельності площини деталі відносно осі 0,02 на довжину 100 мм  
 2. Підприємство з виготовленням зварочних робіт  
 3. Підприємство з виготовленням механічних деталей по малюнку 17 №12

Рис.2.4 – Схема формування розмірів при нарізанні зубів  $m=3,5$ ,  $z=17$  на колесо зубчасте НПО 639.00.004

					МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Допуск співвісності між конічною поверхнею, якою пристрій встановлюється в шпindel ь і установчою поверхнею  $\varnothing 46,77g6 0,002$  мм

Допуск торцьового биття циліндричної установчої поверхні пальця відносно площини, на яку торцем встановлюється деталь  $0,002$  мм.

Допустима неточність виготовлення пристрою визначається за формулою:

$$T_{np} \leq T_z - 1,2 \cdot \sqrt{(0,8 \cdot \varepsilon_6)^2 + \varepsilon_3^2 + (0,8 \cdot \omega)^2}$$

Де  $T_z$ -допуск на виконуваний при обробці заготовки розмір, мм;

$E_b$ -похибка базування заготовки в пристрої, мм;

$E_z$ -похибка закріплення заготовки в пристрої, мм;

$\omega$ -економічна точність обробки даним методом, мм;

Допуск радіального биття зубчатої поверхні відносно посадочного отвору “Б”  $T_z=0,08$  мм;

Похибка базування при встановленні деталі отвором  $\varnothing 46,77H9^{(+0,062)}$  на оправку  $\varnothing 46,77g6^{(-0,009)}$   
 $_{-0,025}$ )

$$E_b = E_s + ei = 0,062 + 0,025 = 0,087 \text{ мм};$$

Де  $E_s=0,062$  мм – верхнє відхилення отвору(по H9);

$ei=0,025$  мм – нижнє відхилення вала(по g6);

Похибка закріплення:

Згідно [4] с.52, табл..22 похибка закріплення:

$$\Delta \varepsilon_3 = C Q_n \cos \alpha \sqrt{\left(\frac{\Delta C}{C}\right)^2 + \left(\frac{n \Delta Q}{Q}\right)^2};$$

де

$Q$  — сила, яка діє на опору;

$C$  і  $Q$  — середні значення параметрів;

$\Delta C$  і  $\Delta Q$  — границі розсіювання значень  $C$  і  $Q$ ;

Зміщення внаслідок контактних деформацій заготовка – опора виражене емпіричною залежністю:

$$\varepsilon_3 = C Q_n \cos \alpha$$

Згідно [1] с.51, табл..22:

					МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta C = \sqrt{(K_{HB} p HB^{p-1} \Delta HB)^2 + (K_{Rz} \Delta Rz)^2};$$

Згідно [2] с.52, табл..22 при встановленні на плоску опору торцем:

$$\varepsilon_3 = [(K_{Rz} Rz + K_{HB} HB) + C_1] \left( \frac{Q}{9,8} \right)^n \frac{1}{F^m};$$

$$K_{Rz}=0,004; K_{HB}=-0,0016; n=0,7; m=0,7;$$

$$C_1=0,4+0,012F;$$

Де F – площа контакту опори і деталі;

$$F=0,785(D^2-d^2)=0,785(72,8^2-46,77^2)=2443 \text{ мм}^2;$$

$$C_1=0,4+0,012 \cdot 2443=29,7 \text{ мкм};$$

$$\varepsilon_3 = [(0,004 \cdot 110 - 0,0016 \cdot 460) + 12,4] \left( \frac{10261}{9,8} \right)^{0,7} \frac{1}{2443^{0,7}} = 9,1 \text{ мкм};$$

$$\Delta C = \sqrt{(-0,0016 \cdot 1 \cdot 460^{1-1} \cdot 110)^2 + (0,004 \cdot 6,3)^2} = 0,11 \text{ мкм};$$

$$\Delta \varepsilon_3 = 9,1 \sqrt{\left( \frac{0,11}{29,7} \right)^2 + \left( \frac{0,7 \cdot 10261}{10261} \right)^2} = 5,1 \text{ мкм};$$

Економічна точність обробки даним методом 0,021мм;

$$T_{np} = 0,08 - 1,2 \cdot \sqrt{(0,8 \cdot 0,087)^2 + 0,0051^2 + (0,8 \cdot 0,021)^2} = 0,0043 \text{ мм}$$

Дану похибку приймаємо 0,004мм і розподіляємо на допуск співвісності між конічною поверхнею, якою пристрій встановлюється в шпindel, і торцьове биття торця оправки, в який впирається деталь.

Приймаємо:

допуск співвісності між конічною поверхнею, якою пристрій встановлюється в шпindel і циліндричною установчою поверхнею оправки 0,002 мм;

торцьове биття циліндричної установчої поверхні оправки відносно торця оправки, в який впирається деталь 0,002 мм.

					МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Розрахунок на міцність та зносостійкість найбільш навантажених та рухомих елементів пристрою

Розраховуємо шток на міцність при розтягу в канавці діаметром 10мм для установки шайби. Ескіз штоку з усіма необхідними розмірами показаний на рисунку 2.5.

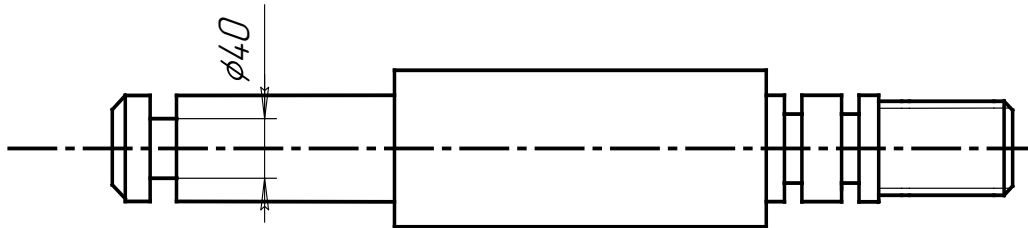


Рисунок 2.5 – Ескіз штоку

Матеріал штоку— Сталь 45 ДСТУ 1050-98

допустиме напруження при розтягу  $[\sigma_p]=206$  МПа

Умова міцності при розтягу:

$$\sigma_p = \frac{P}{A} \leq [\sigma_p]$$

де:  $\sigma_p$  - нормальне напруження розтягу для матеріалу важеля, МПа;

$P$ - максимальне зусилля розтягу у небезпечному перерізі, Н;

$A$ - площа поперечного перерізу небезпечної ділянки, мм<sup>2</sup>;

$$A=0,785 \cdot d^2=0,785 \cdot 40^2=379,94 \text{ мм}^2$$

$$G_p = \frac{10261}{379,94} = 28,16 \text{ МПа};$$

В даному випадку  $\sigma_p \leq [\sigma_p]$  ( $28,16 < 206$ ), отже умова міцності на розтяг витримується.

### Рівень стандартизації пристрою:

Коефіцієнт застосування стандартних або уніфікованих деталей та вузлів в пристрої визначаємо за формулою:

$$K_{np} = (\sum_{заг} - \sum_0) / \sum_{заг} \cdot 100, \%$$

					МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Де  $\sum_{заг}=17$  шт-загальна кількість назв типорозмірів складових частин пристрою;

$\sum_0=7$  шт-кількість назв типорозмірів оригінальних деталей та вузлів;

$$K_{np}=(17-9)/17 \cdot 100\%=61,11\%$$

					МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

## 2.5 Пристрій контрольний.

Пристрій призначений для контролю відхилення від перпендикулярності отвору  $\varnothing 47H7$  і лівим торцем. Пристрій являє собою плиту, на якій встановлюється індикаторна стійка з індикаторною головкою.

Пристрій працює таким чином: деталь встановлюється на палець і починає обертатись. Тим часом індикаторна головка фіксує відхилення. Покази зчитуються візуально.

Допуск паралельності опорної поверхні пальців до основи пристрою приймаємо за рекомендаціями ([10], табл. 5.10, с. 116). За 5 ступенями точності ДСТУ 24643-93,  $T_{//} = 0,02$  мм, на довжині 600 мм ([10], табл. 5.3, с. 108).

Пристрій впливає на зміщення центру отвору від номінального розташування відносно осі базування, осі циліндричного пальця.

Умова достатності точності елементів пристрою, прийнятої за рекомендаціями, – діаметри пальців –  $\varnothing 47g6\left(\begin{smallmatrix} -0,010 \\ -0,029 \end{smallmatrix}\right)$  мм – визначається за формулою:

$$\varepsilon_{np} = T_L - \frac{1}{1,2} \cdot \sqrt{\varepsilon_{\sigma}^2 + \varepsilon_3^2 + \omega_k^2},$$

$$T_{L_1} = \pm 0,1 \text{ мм}; \quad \omega = 0,016 \text{ мм (паспорт)}.$$

Похибка базування:

$$\varepsilon_{\sigma} = \sqrt{\left(\frac{S_{\max}}{2} + \frac{\Delta_{e.cn}}{2}\right)^2 + \Delta_{//}^2}, \text{ мм},$$

де  $S_{\max}$  – найбільший зазор між циліндричним пальцем деталі  $\varnothing 47H7\left(\begin{smallmatrix} +0,025 \end{smallmatrix}\right)$ ;

$$S_{\max} = 0,029 + 0,025 = 0,054 \text{ мм}. \quad \Delta_{e.cn} = 0,00025 \text{ мм}.$$

$\Delta_{//}$  – відхилення осі отвору за рахунок непаралельності опорної поверхні.

$$\Delta_{//} = \frac{l_0}{L_{\sigma}} \cdot T_{//} = \frac{51}{35} \cdot 0,02 = 0,029 \text{ мм},$$

де  $l_0$  – довжина отвору, мм;

$L_{\sigma}$  – загальна довжина опорної поверхні.

					МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\varepsilon_{\delta} = \sqrt{\left(\frac{0,054}{2} + \frac{0,00025}{2}\right)^2 + 0,029^2} = 0,039 \text{ мм.}$$

Похибка закріплення не впливає на точність виконання розміру:  $\varepsilon_s = 0$ ;

$$\varepsilon_{np} = 0,1 - \frac{1}{1,2} \cdot \sqrt{0,039^2 + 0^2 + 0,016^2} = 0,065 \text{ мм} > 0.$$

Умова точності виконана, розміри елементів пристрою вибрано вірно.

					МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

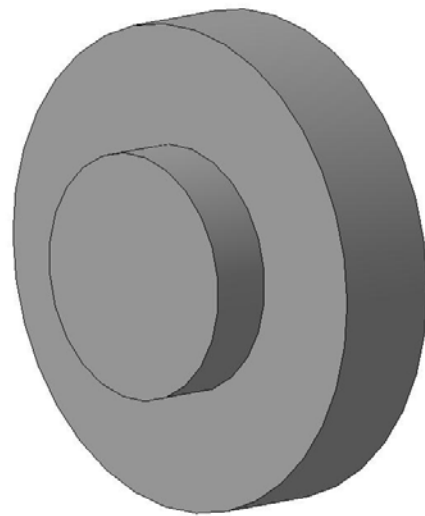
### 3.Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК

Операції 010-025 спроектованого технологічного процесу механічної обробки колеса виконуються на токарному верстаті з ЧПК Compass 200/1000. Для створення керуючої програми обробки була використана сучасна система Autodesk Powermill. Система Powermill дозволяє створювати траєкторії обробки та керуючі програми для верстатів різних видів, а також промислових роботів.

Для роботи в системі були створені 3D моделі деталі та заготовки в системі моделювання, які показані на рисунках 3.1 а, б.



а)



б)

Рисунок 3.1 - а) 3D моделі деталі б)та заготовки -

Для роботи в системі Autodesk Powermill створюється новий проект. В проект завантажуються тривимірні моделі деталі та заготовки. Заготовка в системі також може бути створена на базі моделі деталі. Але це доцільно, коли заготовка простої форми – блок, циліндр. В нашому випадку заготовка складної форми, тому для неї була зроблена 3D модель і завантажена в програму (рисунки 3.2, 3. 3).

Ми проектуємо токарну обробку, тому вибираємо відображення об'єктів для токарної обробки, яке одразу відповідним чином орієнтує завантажені об'єкти (рисунок 3.4).

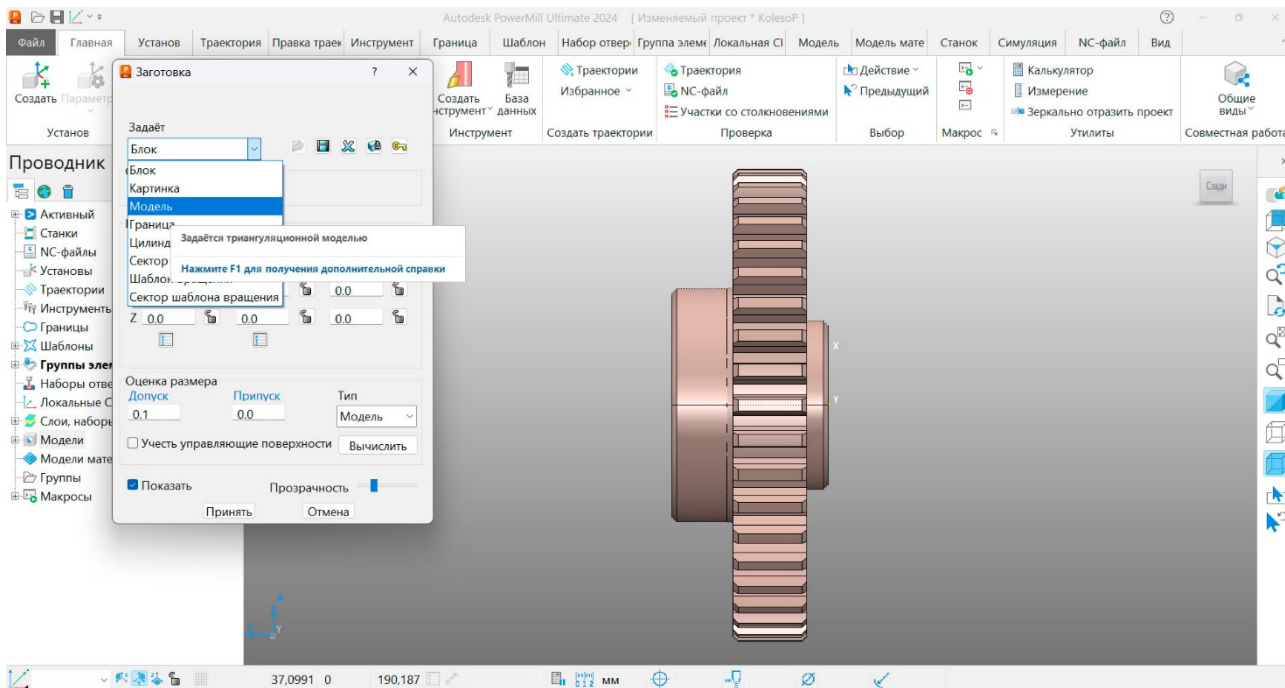


Рисунок 3.2 – Вибір способу завантаження моделі заготовки в систему

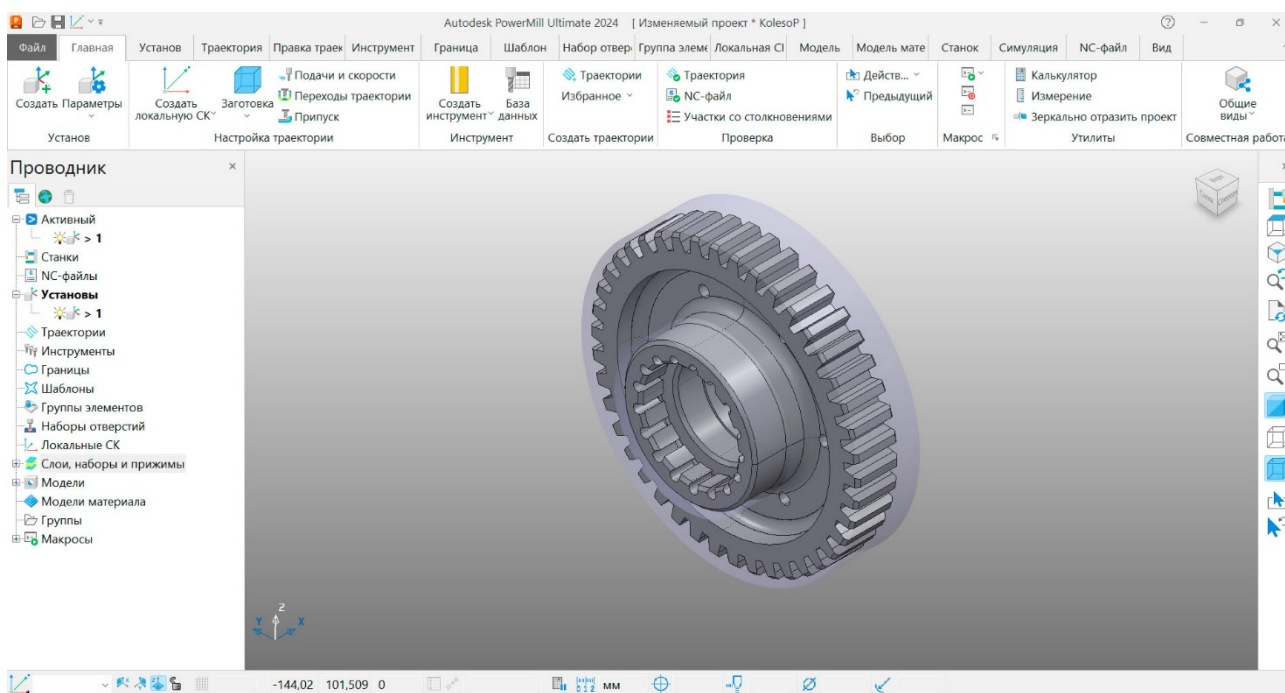


Рисунок 3.3 - 3D моделі деталі та заготовки, завантажені в систему Autodesk Powermill

										Арк.
										68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ

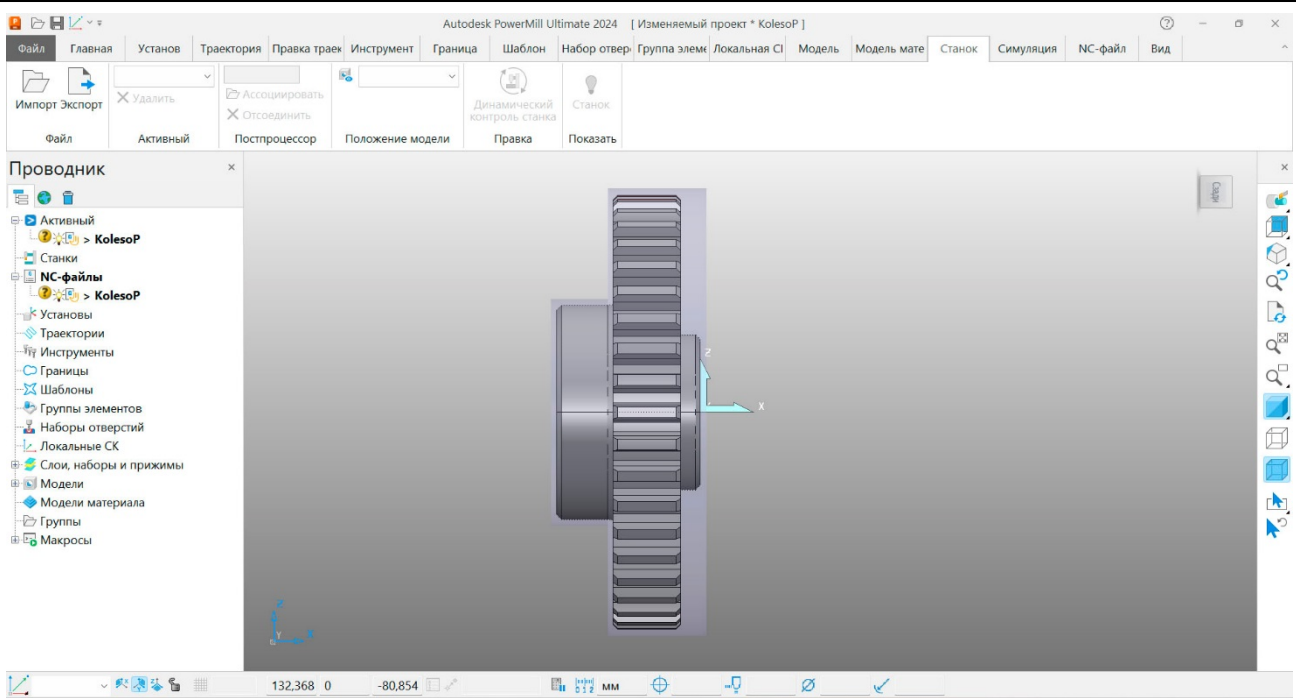


Рисунок 3.4 - 3D моделі в режимі проектування токарної обробки

Проектуємо інструмент для обробки. Для цього вибираємо пункт меню «Інструмент»-«Точіння по профілю». Відкривається діалогове вікно створення різця на вкладці «Пластина» (рисунок 3.5).

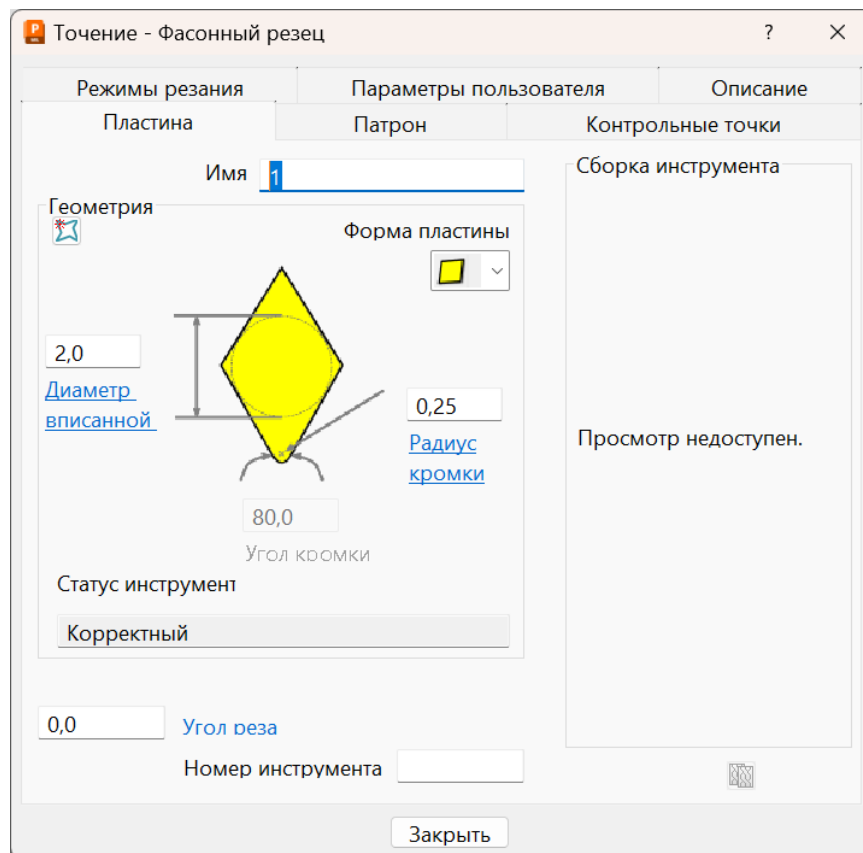


Рисунок 3.5 – Задання параметрів пластины різця

У цьому вікні вибираємо форму пластини із випадаючого списку, задаємо далі розміри пластини (діаметр вписаного кола, радіус заокруглення крайки. Після цього переходимо на вкладку «Патрон», на якій задаємо розміри державки різця (рисунок 3.6).

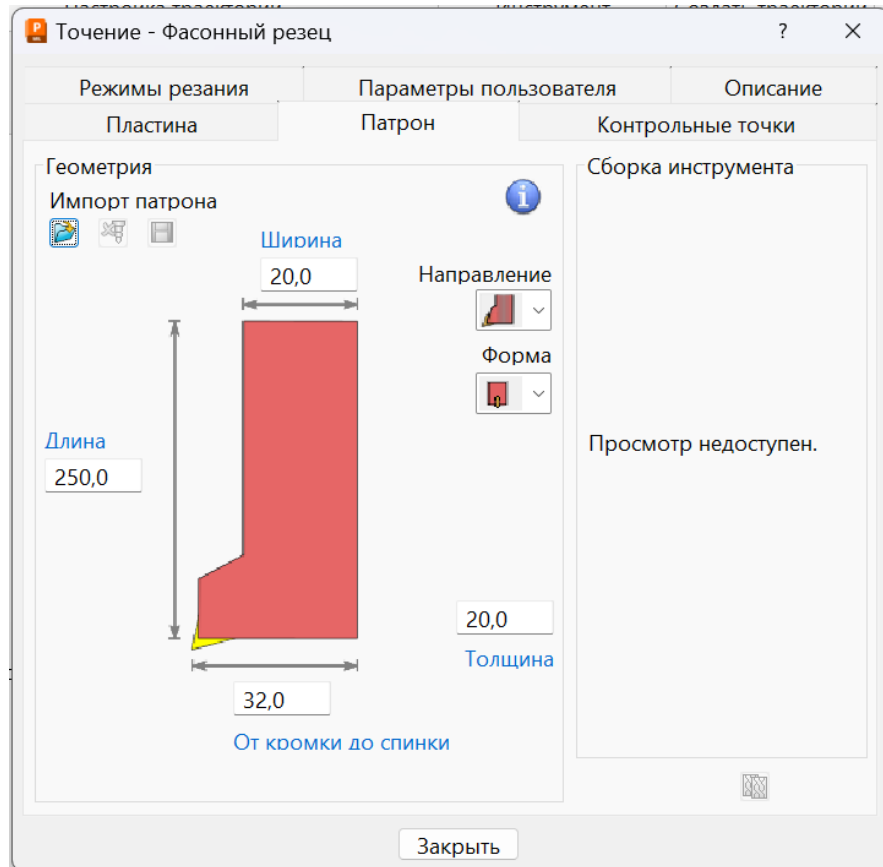


Рисунок 3.6 – Проектування державки різця

Далі послідовно проектуємо токарні переходи – чорнові та чистові. Етапи розрахунків траєкторій чорнової та чистової обробки торця та профілю колеса показані на рисунках 3.7-3.11. При проектуванні траєкторії обробки торця необхідно задати мінімальний та максимальний діаметри обробки та положення точки центра оброблюваного торця на осі обертання. При проектуванні траєкторії обробки контуру деталі необхідно задати лінії, які визначають необхідний профіль поверхні обертання. Після розрахунку траєкторії проводимо її перевірку на відсутність зіткнень (рисунок 3.8). Спроектвані траєкторії обробки та симуляцію обробки за ними можна візуально спостерігати, включивши модуль візуалізації (рисунок 3.12).

					МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

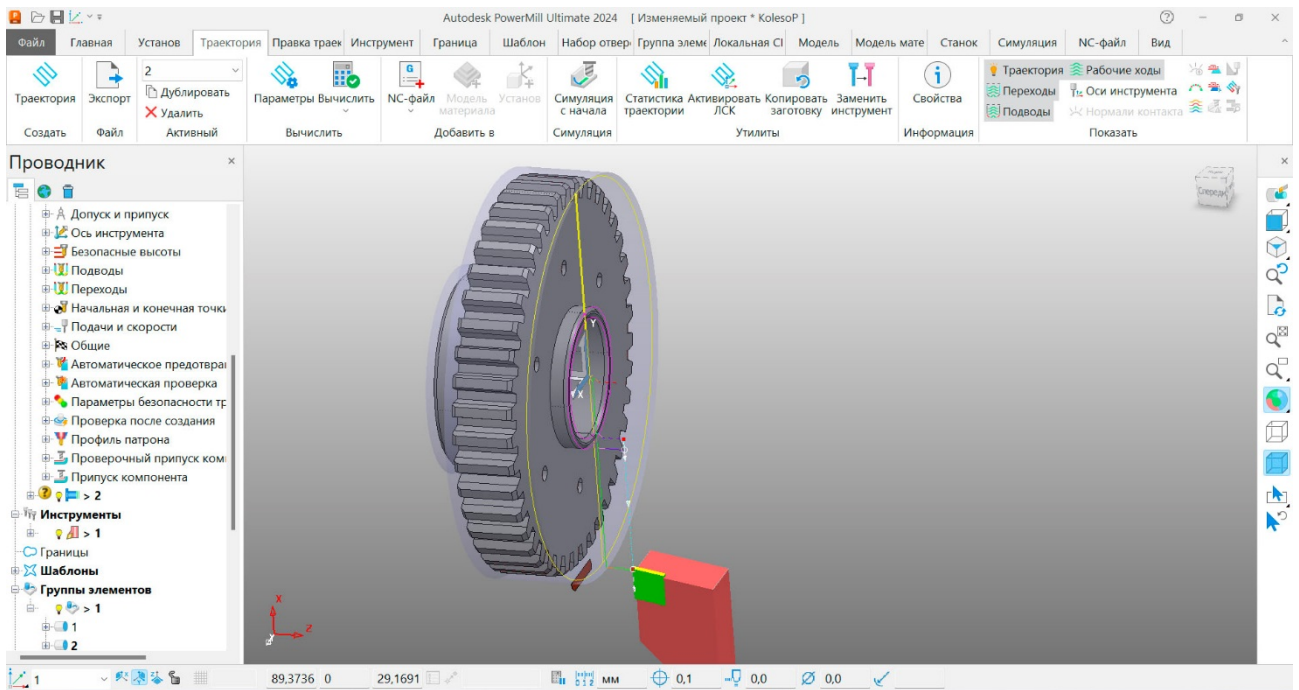


Рисунок 3.7 – Проектування траєкторії чорншої обробки торця

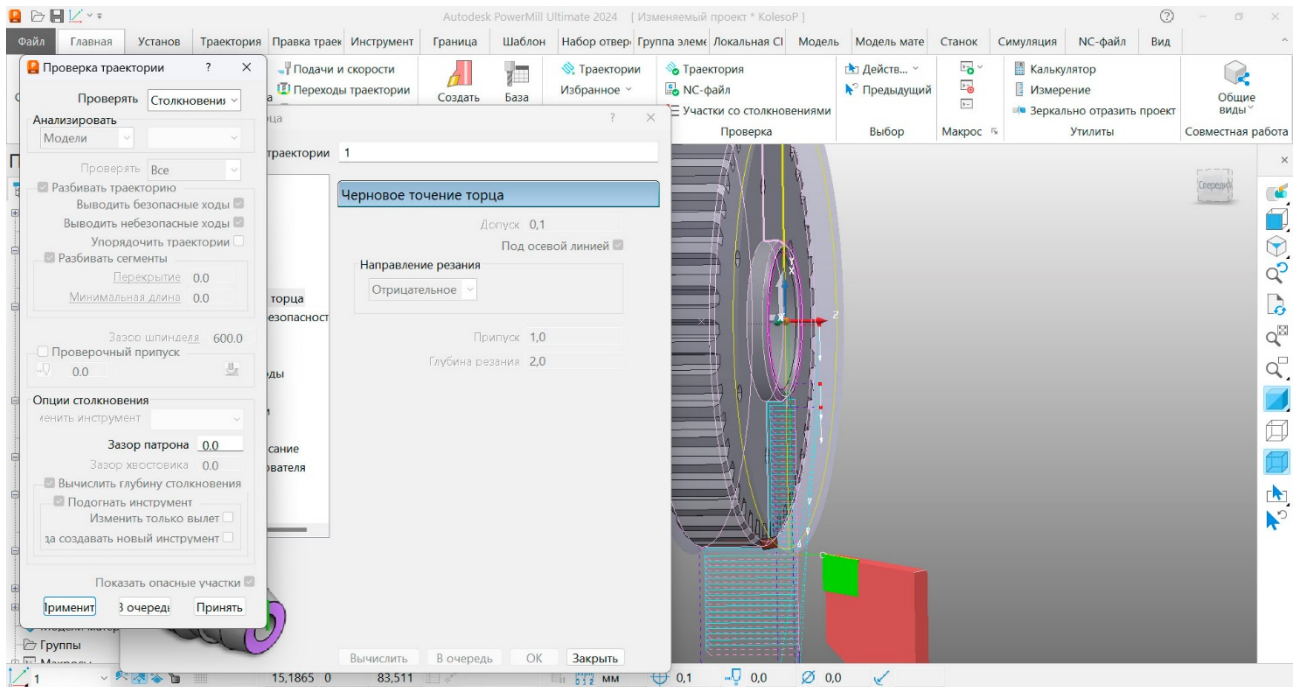


Рисунок 3.8 – Перевірка траєкторії чорншої обробки торця  
на відсутність зіткнень

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ

Арк.

71

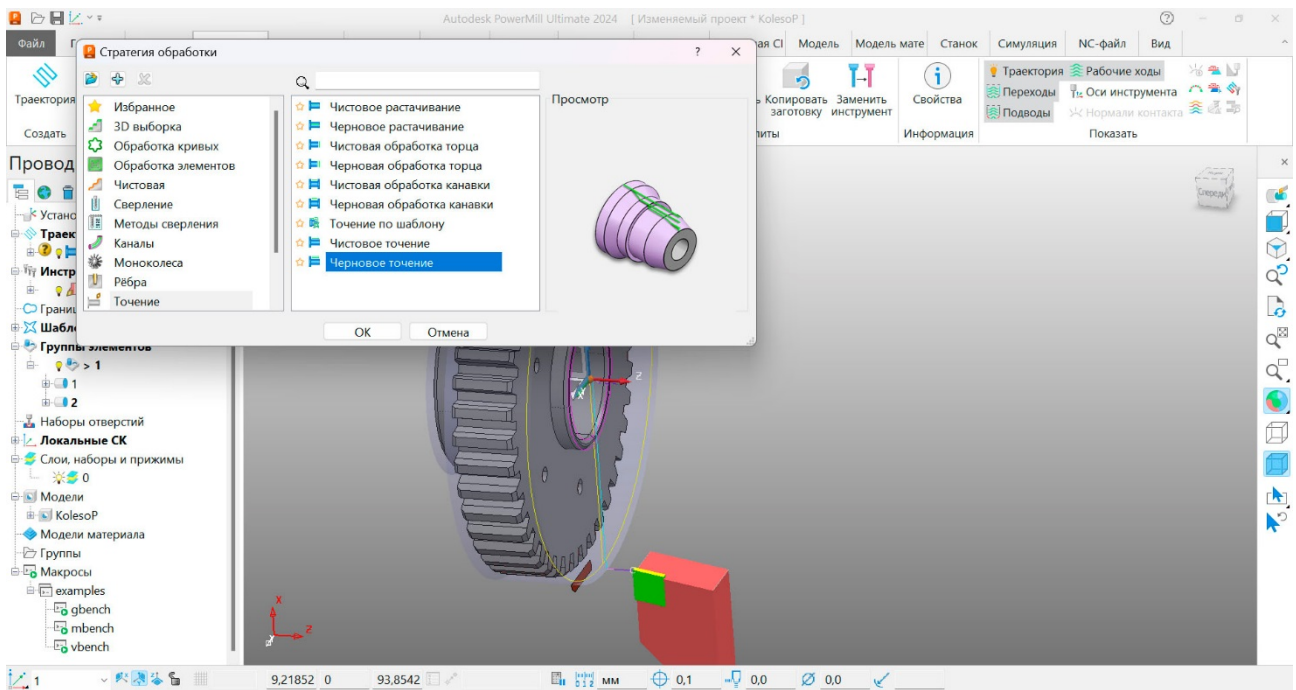


Рисунок 3.9 – Вибір режиму проектування траєкторії

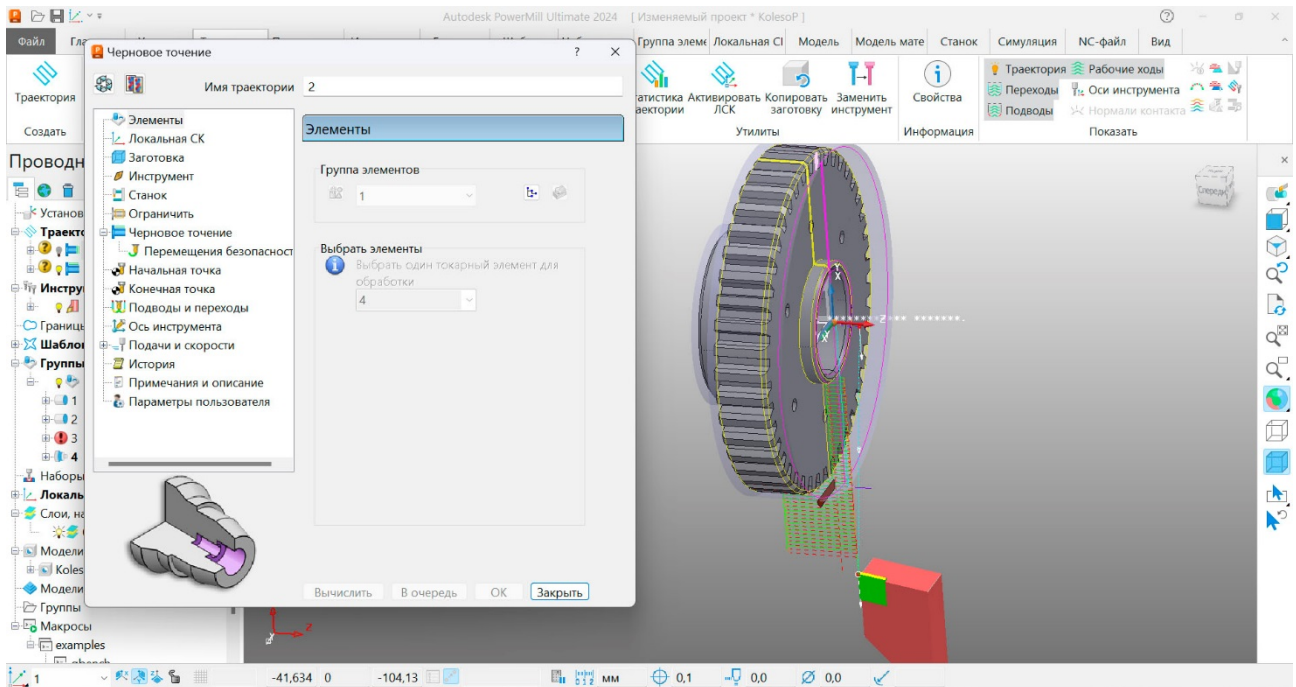


Рисунок 3.10 – Проектування траєкторії чорнової обробки контуру

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

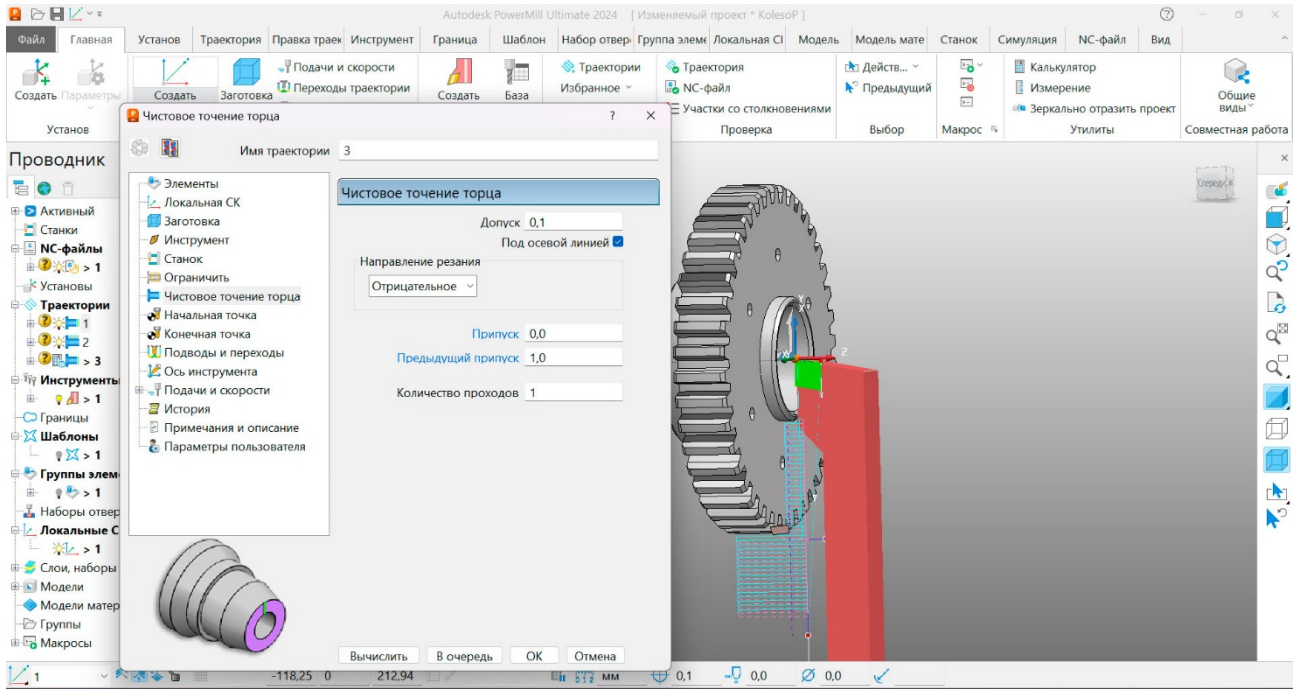


Рисунок 3.11 – Проектування траєкторії чистової обробки торця

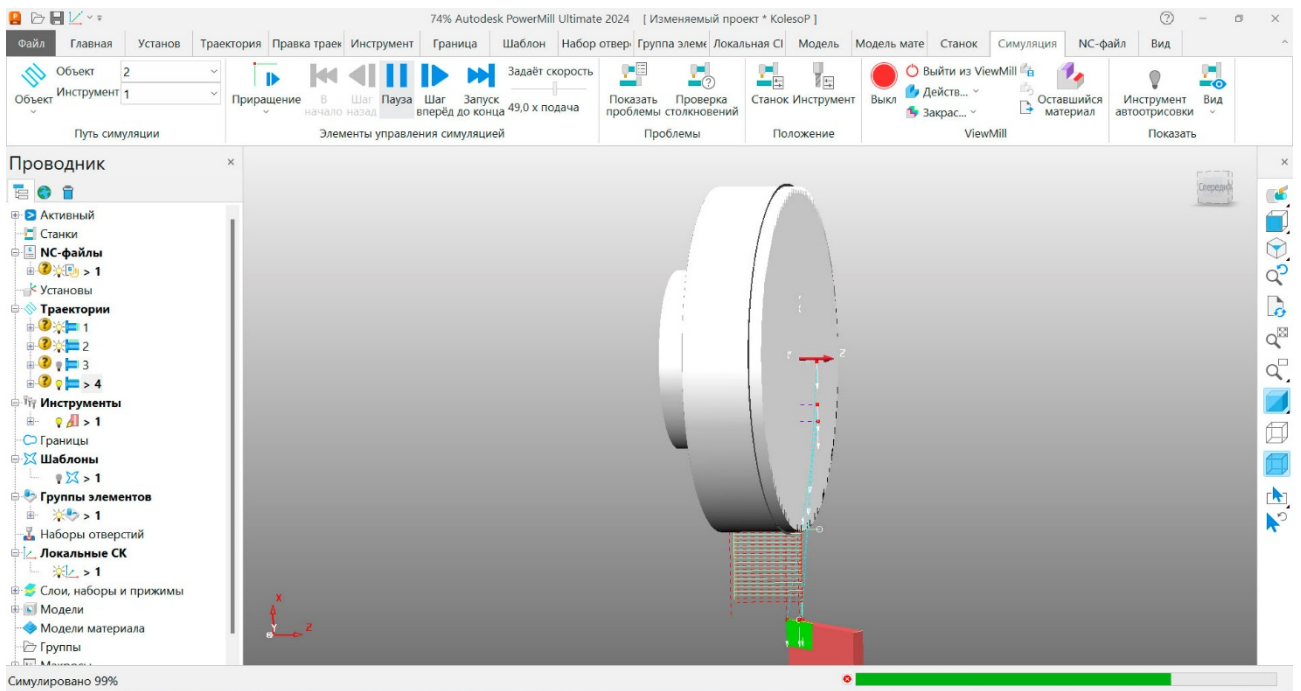


Рисунок 3.12 – Візуалізація спроектованого процесу обробки

Задавши постпроцесор, записуємо розроблену керуючу програму обробки в NC-файл. Текст керуючої програми подано в Додатку.

									Арк.
									73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

## Висновок

При виконанні магістерської роботи за рахунок спроектованого технологічного процесу було досягнуто:

- 1) Підвищення продуктивності праці шляхом застосування верстатів з ЧПК, швидкодіючих пристроїв з пневмозатиском;
- 2) Об'єднання кількох операцій в одну шляхом застосування комбінованого інструменту;
- 3) Зниження працемісткості переміщення деталей між робочими місцями;
- 4) Зменшення собівартості виготовлення продукції.

Основна мета кваліфікаційної магістерської роботи полягає у зниженні працемісткості виготовлення зубчатих коліс.

В роботі розроблений і обґрунтований технологічний процес виготовлення колеса в умовах серійного типу виробництва. Для проектного техпроцесу пораховані припуски, режими різання та норми часу, вибрані і спроектовані необхідні засоби технологічного оснащення – пристрої зубофрезерний та контрольний. Виконано аналіз точності та карта налагодження на токарну операцію. Результати роботи можна рекомендувати до впровадження у виробництво.

					МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Список використаних джерел

1. Грицай І. Є. Теоретико - прикладні основи комплексних наукових досліджень процесу нарізання зубчастих коліс/ І. Є. Грицай. – Львів «СПОЛОМ», 2009. – 254с.
2. Кирилович В. А. Нормування часу та режимів різання для токарних верстатів з ЧПУ / Кирилович В. А., Мельничук П. П., Яновський В. А.; під заг. ред. В. А. Кириловича. — Житомир : ЖІТІ, 2001. — 600 с.
3. Якимов О. В. Технологія автоматизованого машинобудування : підручник / О. В. Якимов та ін. — Одеса : ОНПУ, 2005. – 410 с.
4. Технології для верстатів з числовим програмним керуванням: електронний навчальний посібник комбінованого (локального та мережного) використання [Електронний ресурс] / Дерібо О. В., Лозінський Д. О., Сердюк О. В. — Вінниця : ВНТУ, 2023. — 116 с.
5. Режими різання на металообробних верстатах у машинобудуванні: Навч. посіб. / М. П. Ревнівцев, Н. П. Паршина.— К.: Видавництво А.С.К., 2006. — 416 с.
6. Паливода Ю.Є. Заготовки у машинобудівному виробництві: навч.-метод. Посібник/Ю.Є. Паливода, А.Є. Дячун – Тернопіль: ТНТУ ім. Івана Пулюя, 2022. – 148 с.
7. Булига, Ю. В. Теорія різання. Розрахунок режимів різання : практикум / Ю. В. Булига, Н. Р. Веселовська, В. П. Міська ; ВНТУ. – Вінниця : ВНТУ, 2019. – 67 с.
8. Іскович-Лотоцький, Р. Д. Зубо- та різьбооброблювальні металорізальні верстати : навчальний посібник / Р. Д. Іскович-Лотоцький, Л. К. Поліщук, О. В. Поліщук ; ВНТУ. – Вінниця : ВНТУ, 2008. – 132 с.
9. Технологія машинобудування : навчальний посібник / Є. О. Горбатюк, М. П. Мазур, А. С. Зенкін, В. Д. Каразей. – Львів : Новий Світ-2000, 2012. – 358 с.
10. Технологія конструкційних матеріалів: підручник / [М.А.Сологуб, І.О.Рожнецький, О.І.Некроз та ін.]; за ред. М.А.Сологуба. - [2-е вад., перероб. і доп.]. - К.: Вища школа, 2002. - 374 с.
11. Дідик Р.П. Розрахункові операції режимів механічної обробки матеріалів: точіння, свердління, зенкерування, розгортання: навч. посіб. / Р.П. Дідик, В.В. Зіль, С.Т. Пацера. – Д.: Національний гірничий університет», 2013. – 196 с.

					МР.ПМК-39.00.00.000 ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# **Додатки**

Дубл.														
Взамін.														
Підпис										Зм	Ар	Недок.	Підпис	Дата

				І Ф Н Т У Н Г			НПО 639.00.004				10101.00001						
										Колесо зубчасте							

Кафедра КМВ

**КОМПЛЕКТ  
технологічної  
документації**

Технологічний процес  
механічної обробки  
Колесо зубчасте НПО 639.00.004

Розробив Попов Д. С.

Перевірів Пітулей Л. Д.

Акт № 314\_\_ від “\_12\_” \_грудня 2024 р.

--	--





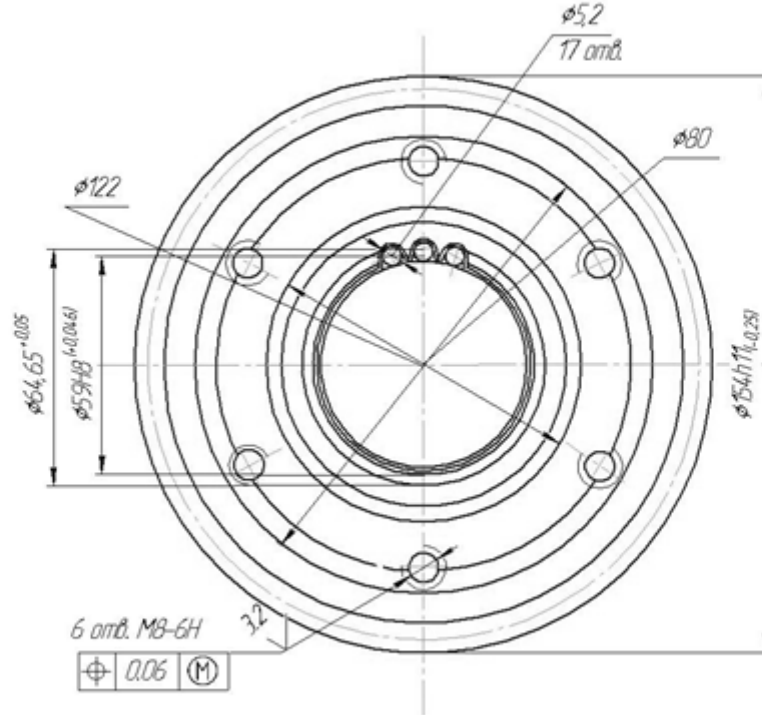
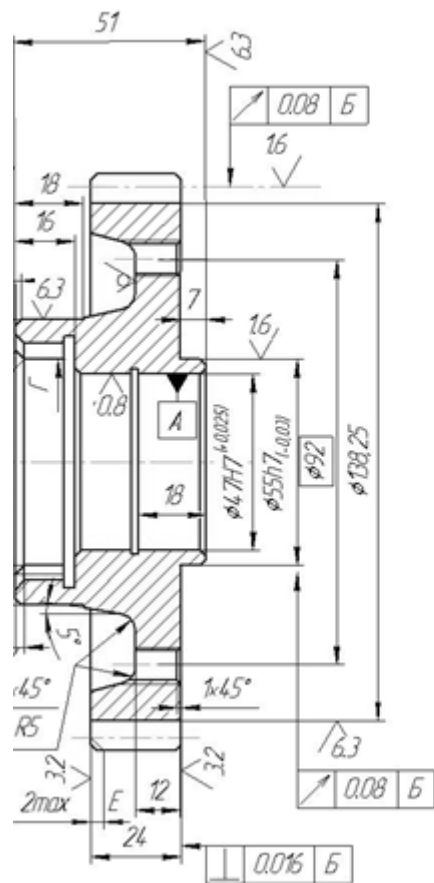








Дубл.															
Взам.															
Оригінал								Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата			
										1		1			
Розробив	Попов Д.С.														
Перевірів	Пітулей Л.Д.														
Т контр	Пітулей Л.Д.														
Реценз.															
Н. контр.	Пітулей Л.Д.														
								ІФНТУНГ		ПМКМ-23-1					
								Колесо зубчасте НПО 639.00.004		Н		085			



Зубчастий вінець	-
Модуль	m
Число зубів	z
Нормальний вихідний контур	- ГОЛ
Коефіцієнт зміщення	x
Степінь точності	ГОЛ
Постійна жорда	Sf
Висота до пост.жорди	hc
Дільний діаметр	d
Позначення креслення сопряженого колеса	- O1



ГОСТ 3.1105-84 Форма 7

Дубл.

Взамін

Підпис

Зм

Ар

№ док.

Підпис

Дата

Розробив Попов Д.С.

Перевірів Пітулей Л.Д.

Т контр Пітулей Л.Д.

Реценз.

Н. контр. Пітулей Л.Д.

І Ф Н Т У Н Г

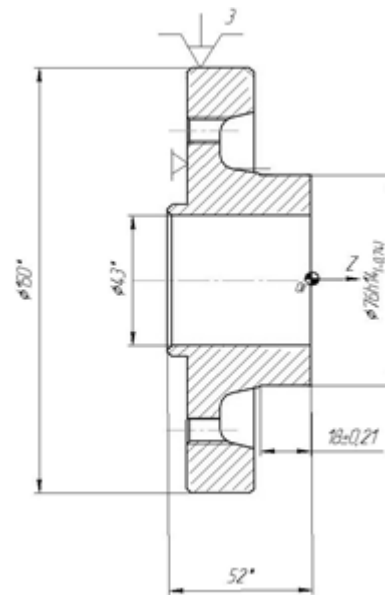
НПО 639.00.004

ПМКМ-23-1

Колесо зубчасте

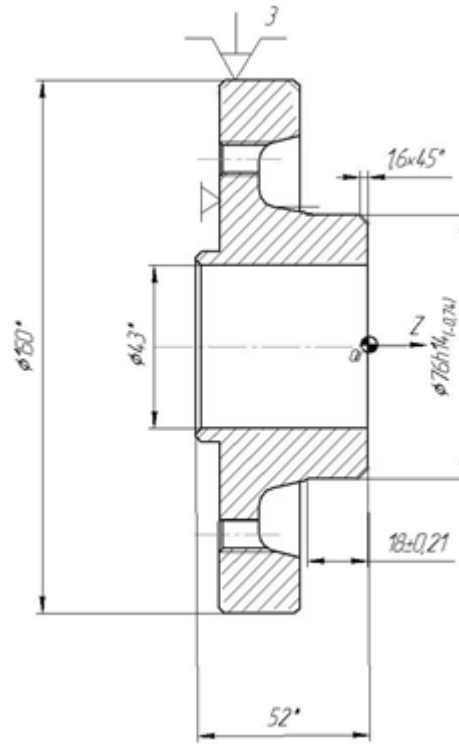
Н

020



KE

Дубл.																				
Взамін																				
Підпис																				
Розробив	Попов Д.С.																			
Перевірів	Пітулей Л.Д.																			
Т контр	Пітулей Л.Д.																			
Реценз.																				
Н. контр.	Пітулей Л.Д.																			
				<b>І Ф Н Т У Н Г</b>				<b>НПО 639.00.004</b>				<b>ПМКм-23-1</b>								
												<b>Колесо зубчасте</b>				<b>Н</b>		<b>020</b>		



ГОСТ 3.1105-84 Форма 7

Дубл.

Взамін

Підпис

Зм

Ар

№ док.

Підпис

Дата

Розробив Попов Д.С.

Перевірів Пітулей Л.Д.

Т контр Пітулей Л.Д.

Реценз.

Н. контр. Пітулей Л.Д.

І Ф Н Т У Н Г

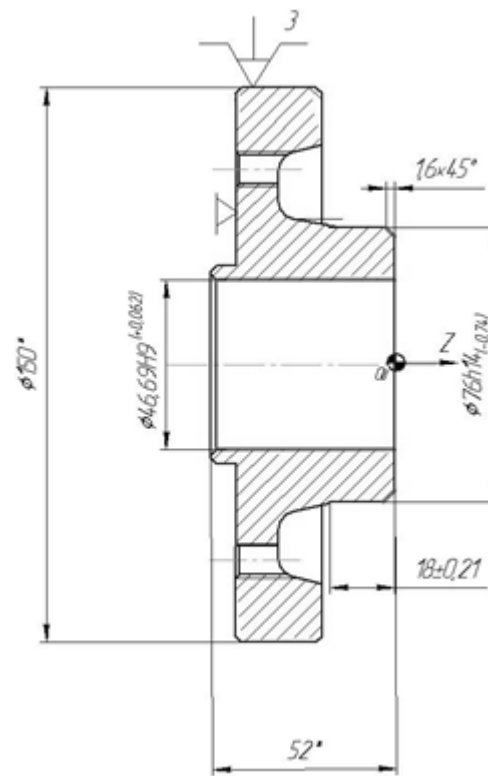
НПО 639.00.004

ПМКМ-23-1

Колесо зубчасте

Н

020



KE

### Додаток 3

Керуюча програма для верстату з ЧПК.

%

OKolesoP

G97S600M04

G54X160.6Z2.9

Z5.536

X106.278

G50

S1189

G01G99F0.1M08

G96S600

X99.208Z2.

X48.578

X49.992Z2.707

Z4.536

X83.418

X76.348Z1.

X48.402F0.05

X49.816Z1.707F0.1

Z3.536

X60.558

X53.488Z0.

X48.228

X49.642Z0.707

Z3.806

X157.206

X155.79Z3.099

Z-9.605F0.05

X157.206Z-8.897F0.1

Z3.806

X153.206

X151.79Z3.099

Z-7.613F0.05

X153.206Z-6.905F0.1

Z3.806

X149.206

X147.79Z3.099

Z-7.F0.05

X149.206Z-6.293F0.1

Z3.806

X145.206

X143.79Z3.099

Z-7.F0.05

X145.206Z-6.293F0.1

Z3.806

X141.206

X139.79Z3.099  
Z-7.F0.05  
X141.206Z-6.293F0.1  
Z3.806  
X137.206  
X135.79Z3.099  
Z-7.F0.05  
X137.206Z-6.293F0.1  
Z3.806  
X133.206  
X131.79Z3.099  
Z-7.F0.05  
X133.206Z-6.293F0.1  
Z3.806  
X129.206  
X127.79Z3.099  
Z-7.F0.05  
X129.206Z-6.293F0.1  
Z3.806  
X125.206  
X123.79Z3.099  
Z-7.F0.05  
X125.206Z-6.293F0.1  
Z3.806  
X121.206  
X119.79Z3.099  
Z-7.F0.05  
X121.206Z-6.293F0.1  
Z3.806  
X117.206  
X115.79Z3.099  
Z-7.F0.05  
X117.206Z-6.293F0.1  
Z3.806  
X113.206  
X111.79Z3.099  
Z-7.F0.05  
X113.206Z-6.293F0.1  
Z3.806  
X109.206  
X107.79Z3.099  
Z-7.F0.05  
X109.206Z-6.293F0.1  
Z3.806  
X105.206  
X103.79Z3.099  
Z-7.F0.05

X105.206Z-6.293F0.1  
Z3.732  
X101.206  
X99.79Z3.024  
Z-7.F0.05  
X101.206Z-6.293F0.1  
Z3.557  
X97.206  
X95.79Z2.85  
Z-7.F0.05  
X97.206Z-6.293F0.1  
Z3.382  
X93.206  
X91.79Z2.675  
Z-7.F0.05  
X93.206Z-6.293F0.1  
Z3.207  
X89.206  
X87.79Z2.5  
Z-7.F0.05  
X89.206Z-6.293F0.1  
Z3.032  
X85.206  
X83.79Z2.325  
Z-7.F0.05  
X85.206Z-6.293F0.1  
Z2.857  
X81.206  
X79.79Z2.15  
Z-7.F0.05  
X81.206Z-6.293F0.1  
Z2.682  
X77.206  
X75.79Z1.975  
Z-7.F0.05  
X77.206Z-6.293F0.1  
Z2.507  
X73.206  
X71.79Z1.8  
Z-7.F0.05  
X73.206Z-6.293F0.1  
Z2.332  
X69.206  
X67.79Z1.625  
Z-7.F0.05  
X69.206Z-6.293F0.1  
Z2.157

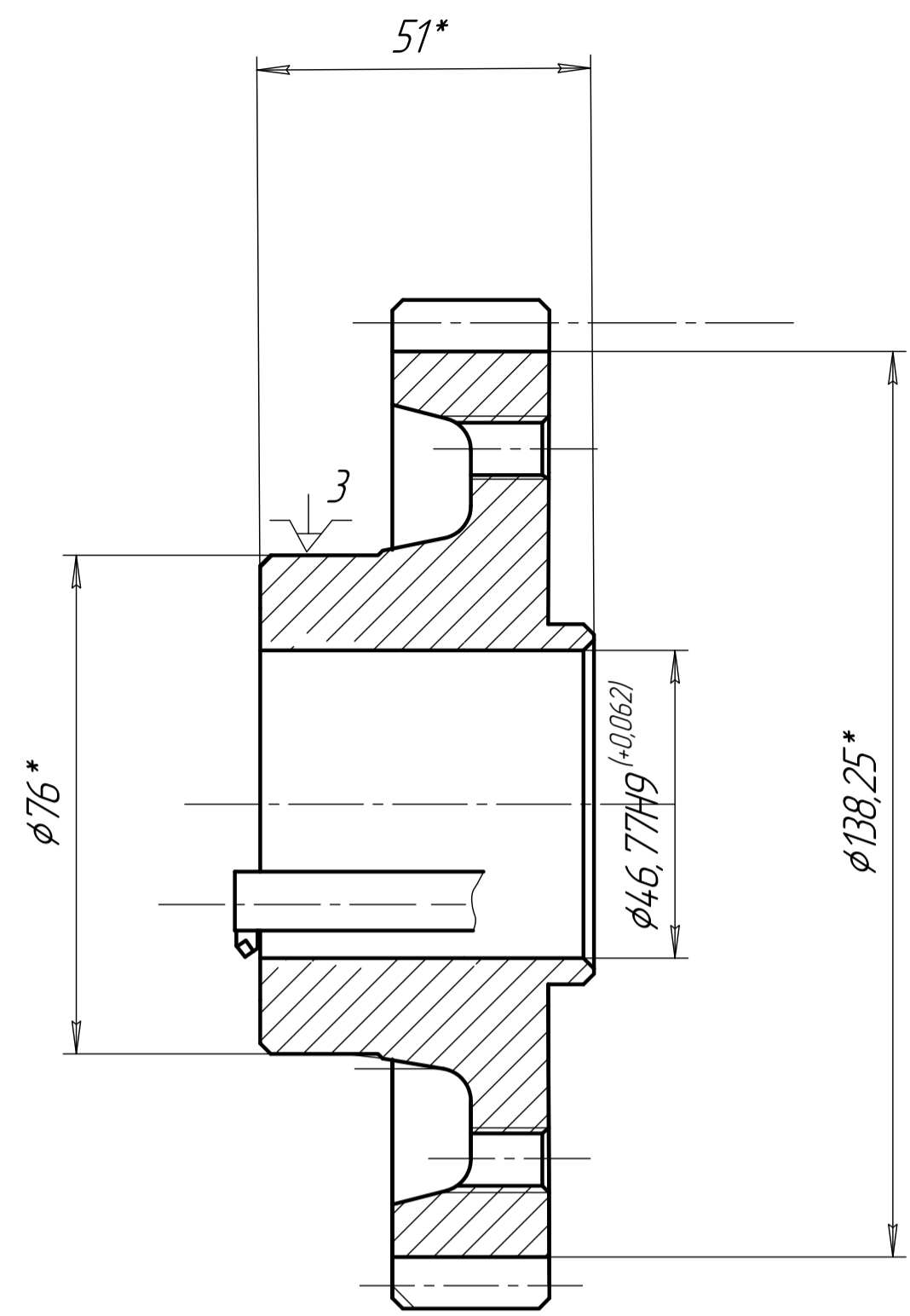
X65.206  
X63.79Z1.45  
Z-7.F0.05  
X65.206Z-6.293F0.1  
Z1.982  
X61.206  
X59.79Z1.275  
Z-7.F0.05  
X61.206Z-6.293F0.1  
Z1.807  
X57.206  
X55.79Z1.1  
Z-7.F0.05  
X57.206Z-6.293F0.1  
Z1.705  
X53.206  
X51.792Z0.998  
Z-0.113F0.05  
X53.206Z0.594F0.1  
Z1.311  
X51.772  
X50.358Z0.604  
X51.772Z-0.104F0.05  
X54.882Z-1.659  
G03X55.Z-1.8R0.2  
Z-7.  
X150.4  
X150.682Z-7.059R0.2  
X153.792Z-8.614  
X155.208Z-9.321  
G01X156.622Z-8.614F0.1  
G97S2480  
X161.  
Z13.299  
X2.61  
G50  
S1186  
G96S600  
Z3.299  
Z-19.858F0.05  
X0.866Z-9.896F0.1  
Z13.299  
X6.61  
Z3.299  
Z-19.858F0.05  
X4.866Z-9.896F0.1  
Z13.299

X10.61  
Z3.299  
Z-19.858F0.05  
X8.866Z-9.896F0.1  
Z13.299  
X14.61  
Z3.299  
Z-19.858F0.05  
X0.468Z-12.787F0.1  
Z13.299  
X18.61  
Z3.299  
Z-19.858F0.05  
X4.468Z-12.787F0.1  
Z13.299  
X22.61  
Z3.299  
Z-19.858F0.05  
X8.468Z-12.787F0.1  
Z13.299  
X26.61  
Z3.299  
Z-19.858F0.05  
X12.468Z-12.787F0.1  
Z13.299  
X30.61  
Z3.299  
Z-19.858F0.05  
X16.468Z-12.787F0.1  
Z13.299  
X34.61  
Z3.299  
Z-19.858F0.05  
X20.468Z-12.787F0.1  
Z13.299  
X38.61  
Z3.299  
Z-19.858F0.05  
X24.468Z-12.787F0.1  
Z13.299  
X42.61  
Z3.299  
Z-19.858F0.05  
X28.468Z-12.787F0.1  
Z13.299  
X46.61  
Z3.299

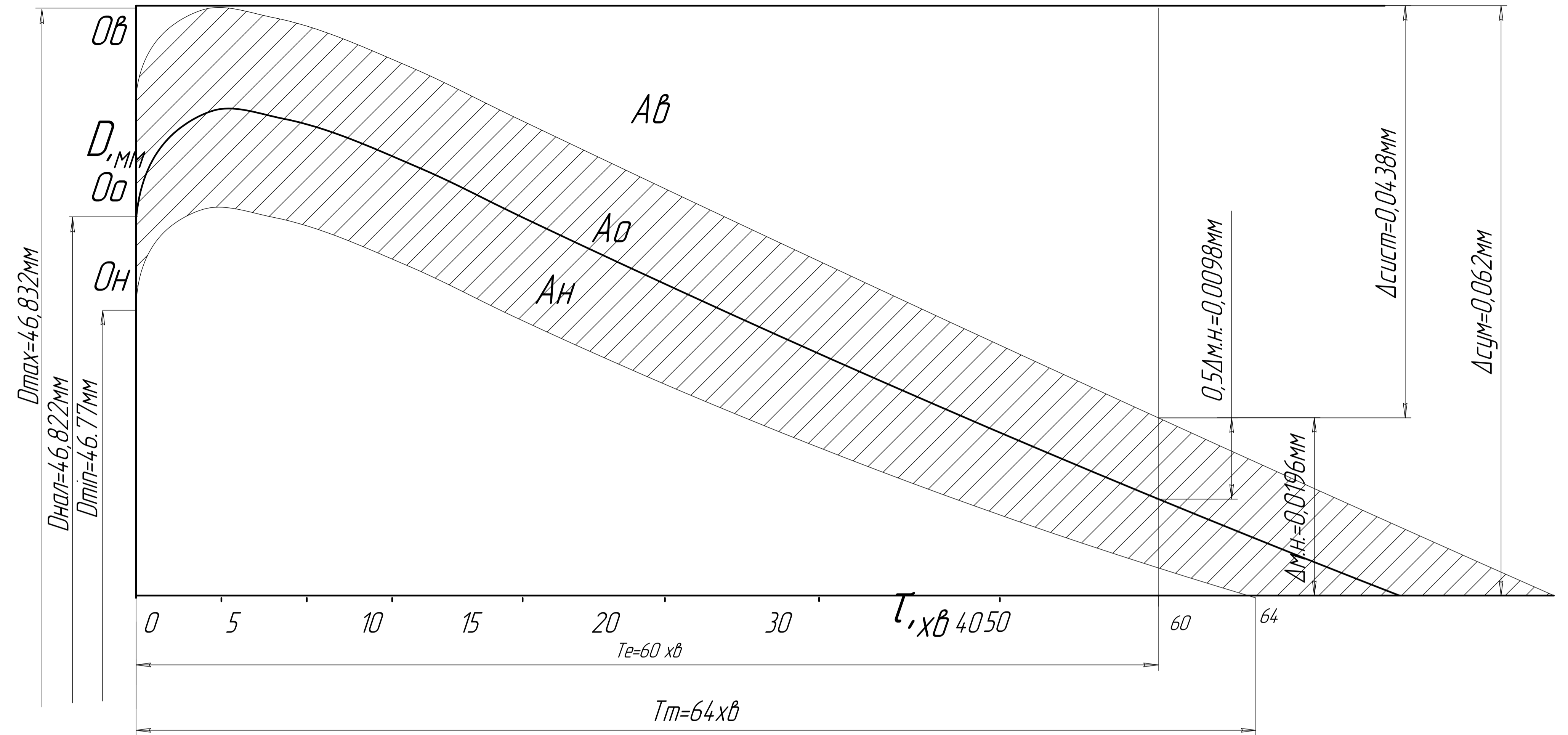
Z-1.558F0.05  
X32.466Z5.513F0.1  
G97  
Z12.  
X82.544  
G50  
S2312  
G96S600  
Z2.  
X56.578  
Z12.  
X82.598  
Z11.  
Z1.  
X56.402F0.05  
Z11.F0.1  
X74.488  
Z10.  
Z0.  
X56.228  
Z10.  
Z2.9  
X163.862  
Z-13.565  
X156.79Z-17.101  
Z-27.566F0.05  
X158.206Z-26.859F0.1  
Z-13.565  
X159.862  
X152.79Z-17.101  
Z-21.113F0.05  
X154.206Z-20.405F0.1  
Z-13.565  
X155.862  
X148.79Z-17.101  
Z-20.F0.05  
X150.206Z-19.293F0.1  
Z-13.565  
X151.862  
X144.79Z-17.101  
Z-20.F0.05  
X146.206Z-19.293F0.1  
Z-13.565  
X147.862  
X140.79Z-17.101  
Z-20.F0.05  
X142.206Z-19.293F0.1

Z-13.565  
X143.862  
X136.79Z-17.101  
Z-20.F0.05  
X138.206Z-19.293F0.1  
Z-13.565  
X139.862  
X132.79Z-17.101  
Z-20.F0.05  
X134.206Z-19.293F0.1  
Z-13.565  
X135.862  
X128.79Z-17.101  
Z-20.F0.05  
X130.206Z-19.293F0.1  
Z-13.565  
X131.862  
X124.79Z-17.101  
Z-20.F0.05  
X126.206Z-19.293F0.1  
Z4.635  
X83.862  
X76.79Z1.1  
Z-19.005F0.05  
X78.206Z-18.297F0.1  
Z4.533  
X79.864  
X72.792Z0.998  
Z-0.113F0.05  
X74.206Z0.594F0.1  
Z13.299  
X1.186  
Z3.299  
Z-31.203F0.05  
Z-60.496  
X49.186  
Z-50.496F0.1  
Z-52.198F0.05  
X35.044Z-45.127F0.1  
M09  
Z3.1  
X74.206  
M05  
G28  
M30  
%

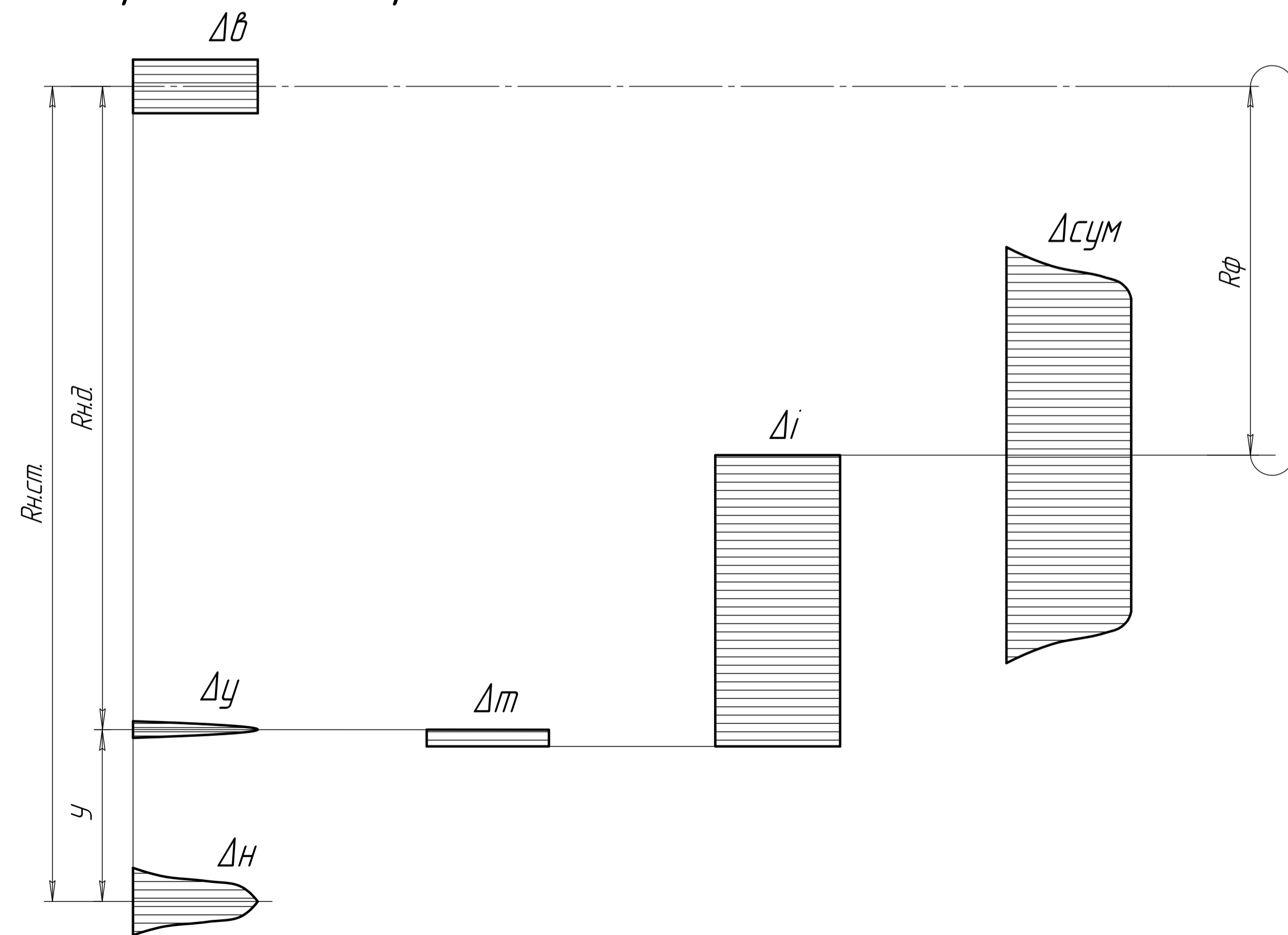
# Ескіз обробки поверхні $\phi 46.77H9(+0,062)$



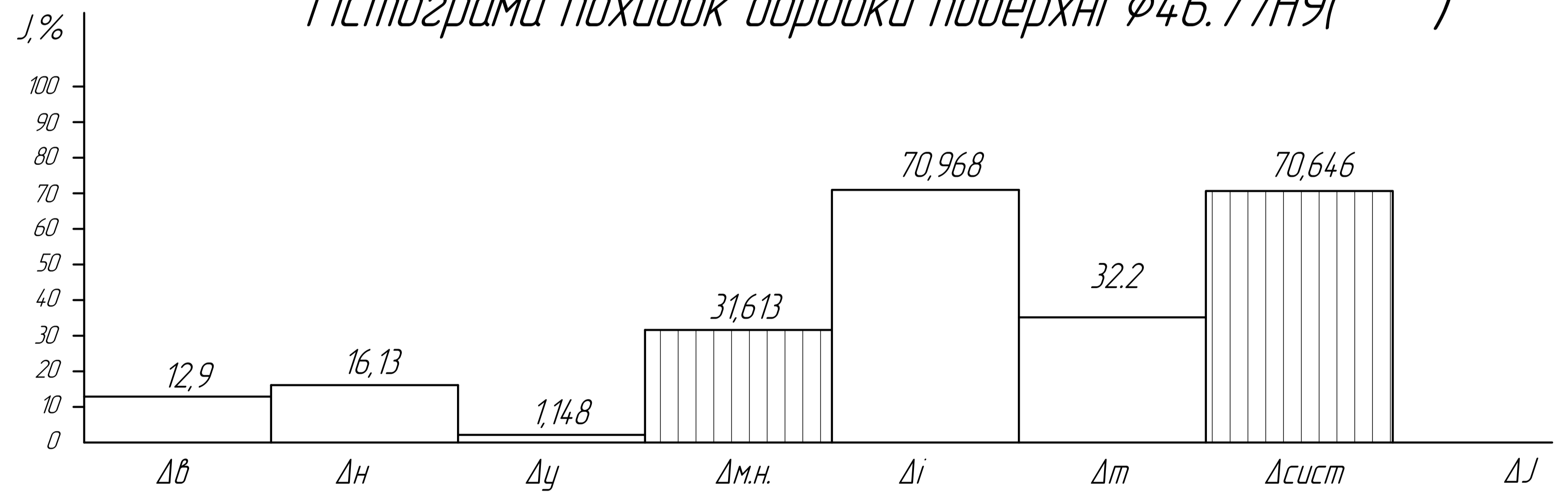
# Теоретична діаграма точності тонкого розточування поверхні $\phi 46.77H9(+0,062)$



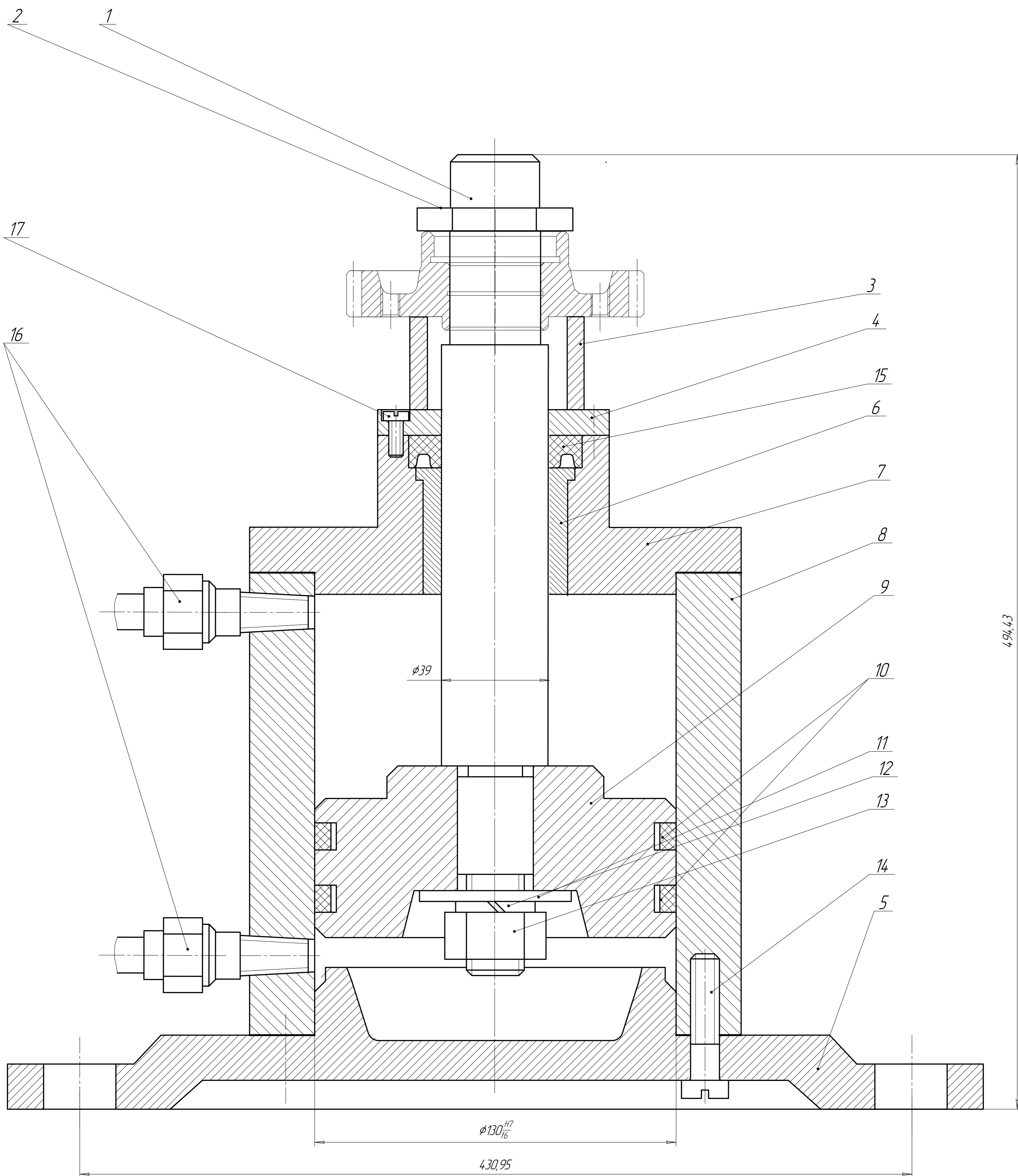
# Схема технологічного розмірного ланцюга обробки поверхні $\phi 46.77H9(+0,062)$



# Гістограма похибок обробки поверхні $\phi 46.77H9(+0,062)$

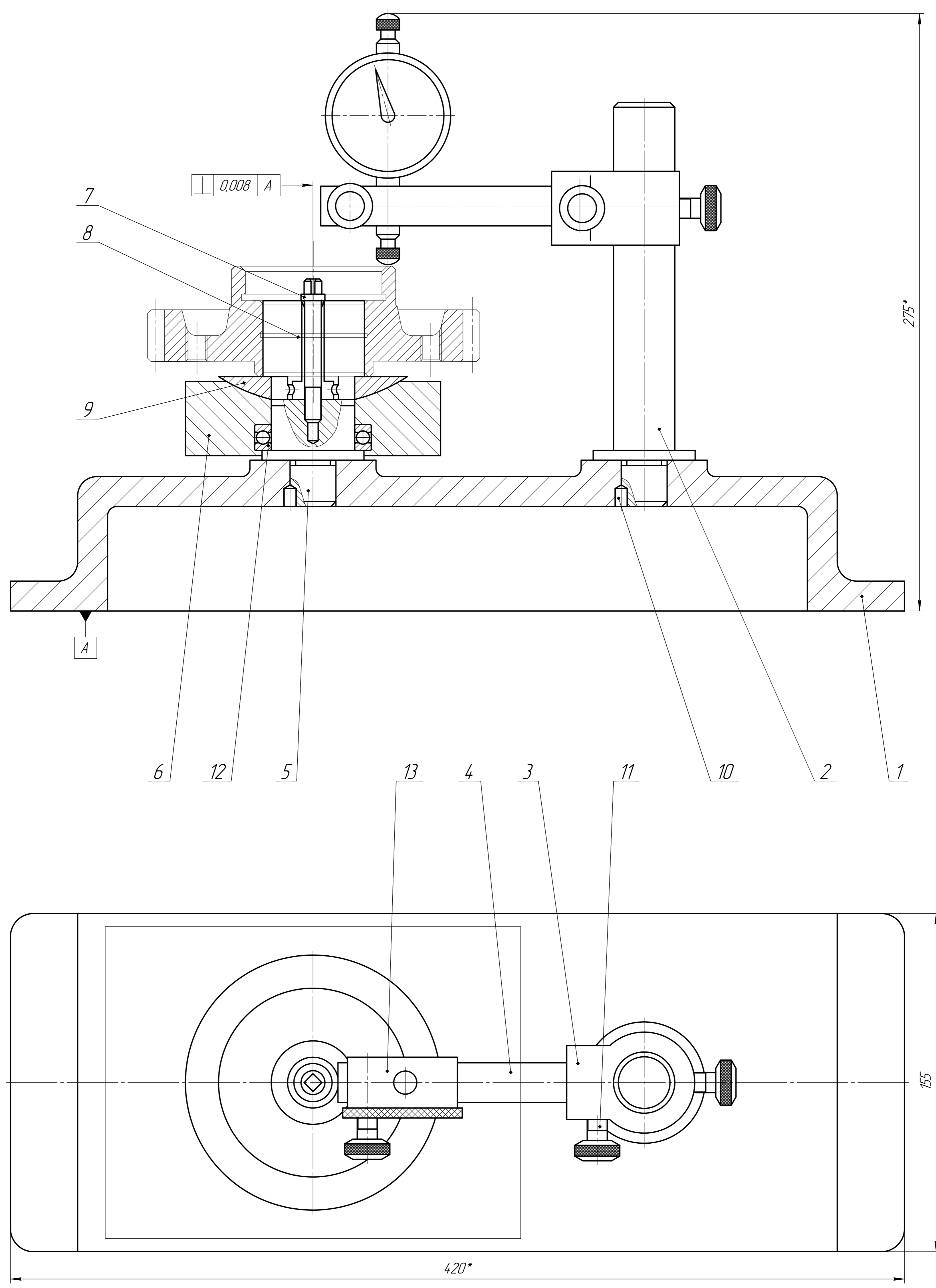


МР.ПМК- 39.01.00.000 СХ				Арх.	Маса	Масштаб
Зм.	Арх.	№ докум.	Підп.	Дата	Аналіз точності тонкого розточування поверхні $\phi 46.77H9(+0,062)$	
Розроб.	Попов	Л.С.			1:1	
Перевір.	Пітулей	Л.Д.			Архив	
Т.контр.	Пітулей	Л.Д.			ІФНТУНГ	
Н.контр.	Пітулей	Л.Д.			ПМКМ-23-1	
Затв.	Панчик	В.І.				



1. Допуск непаралельності площини деталі відносно основи 0.02 на довжині 100 мм.
2. Поверхні тертя змастити змазкою ЦИАТИМ 201 ДСТУ 6267-94.
3. Перевірку пневмосистеми перед роботою проводити під тиском 1.7 МПа.

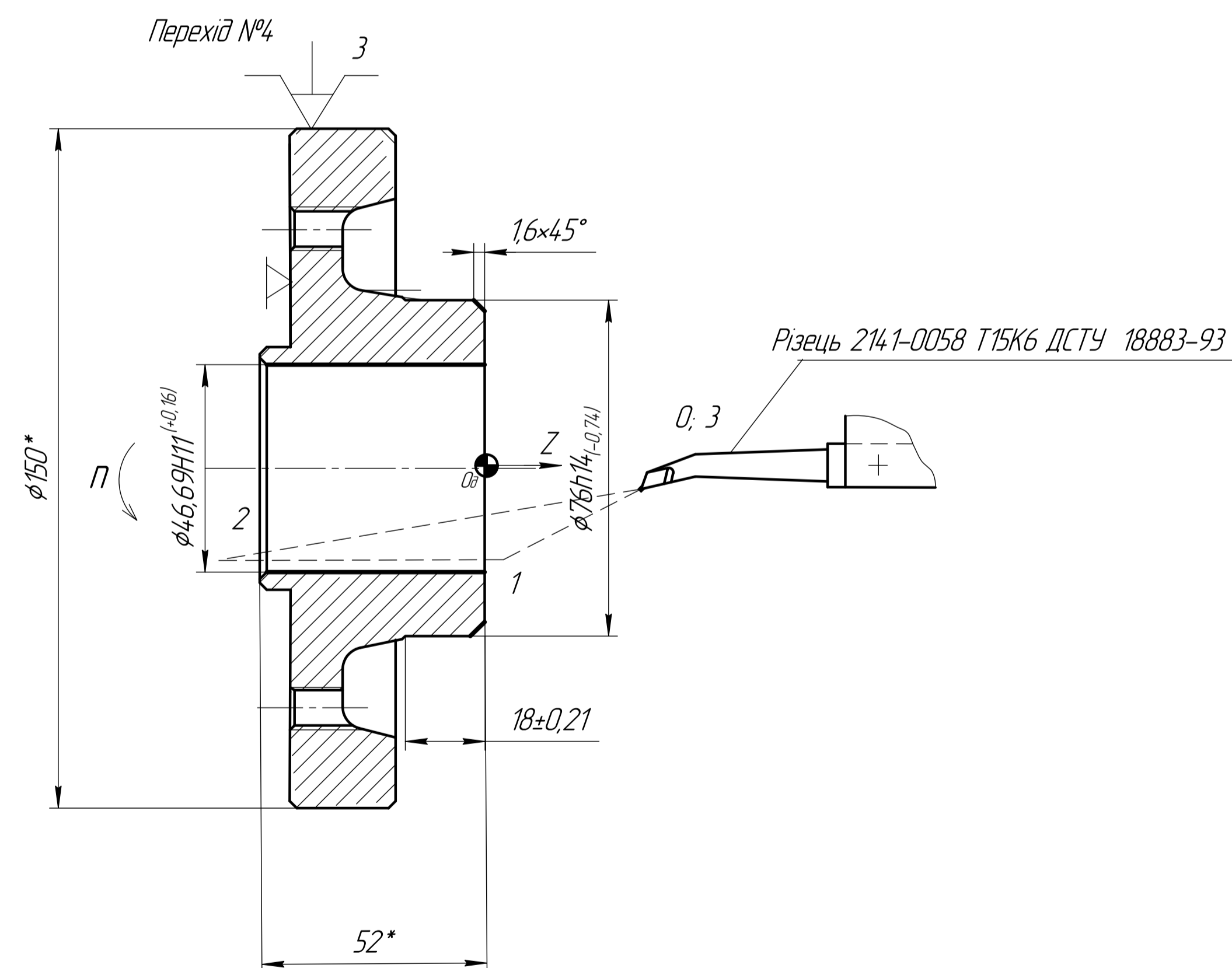
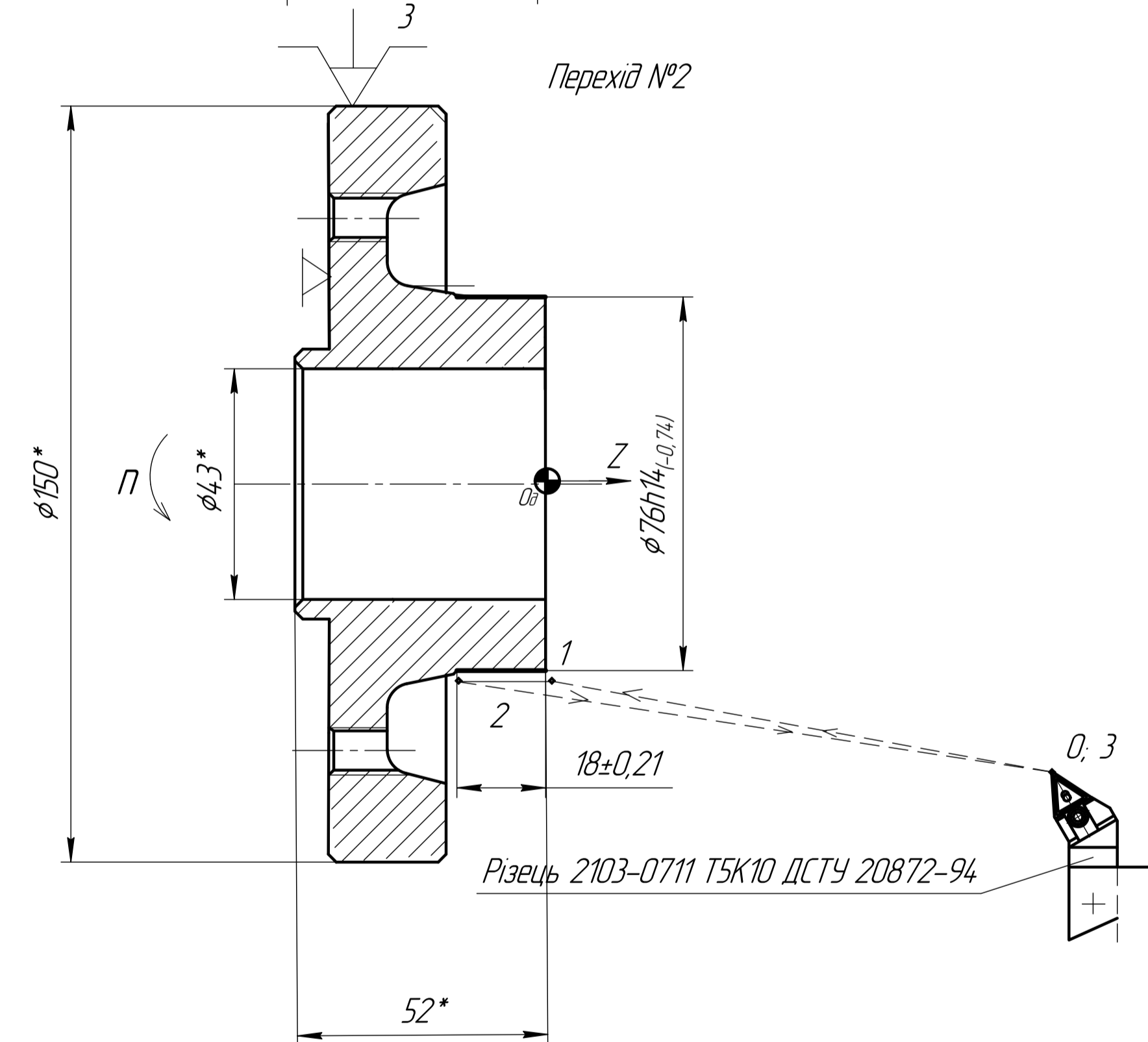
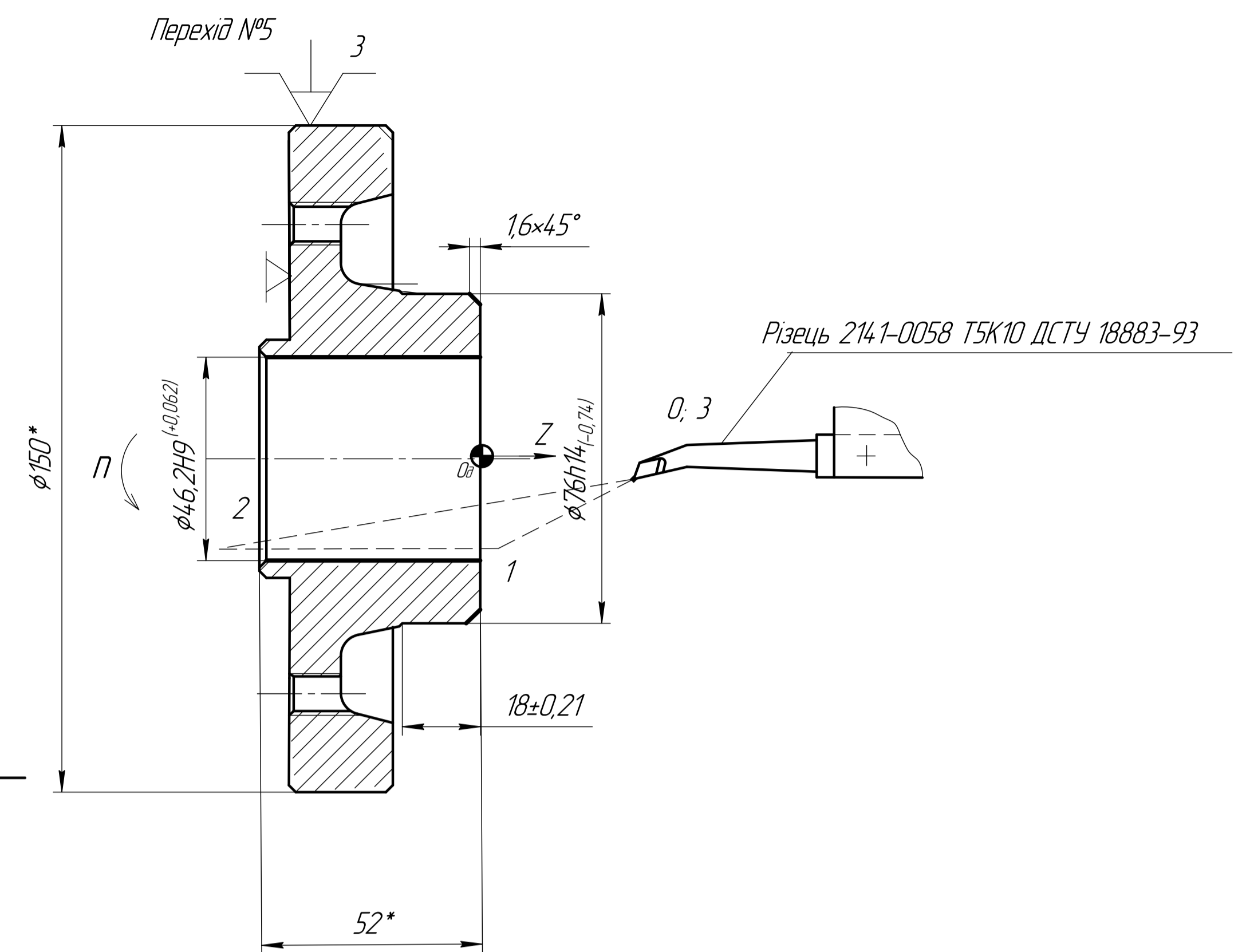
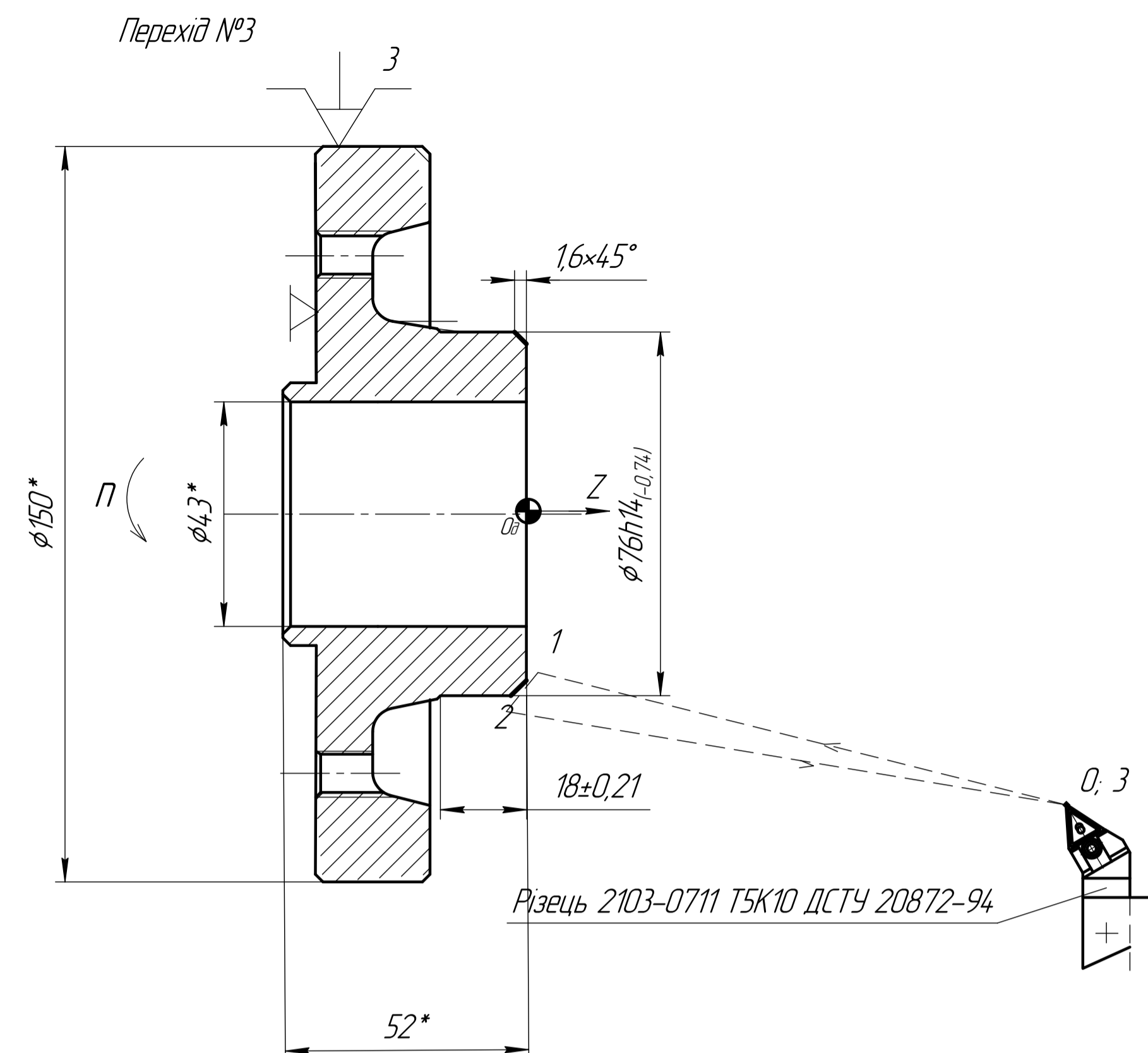
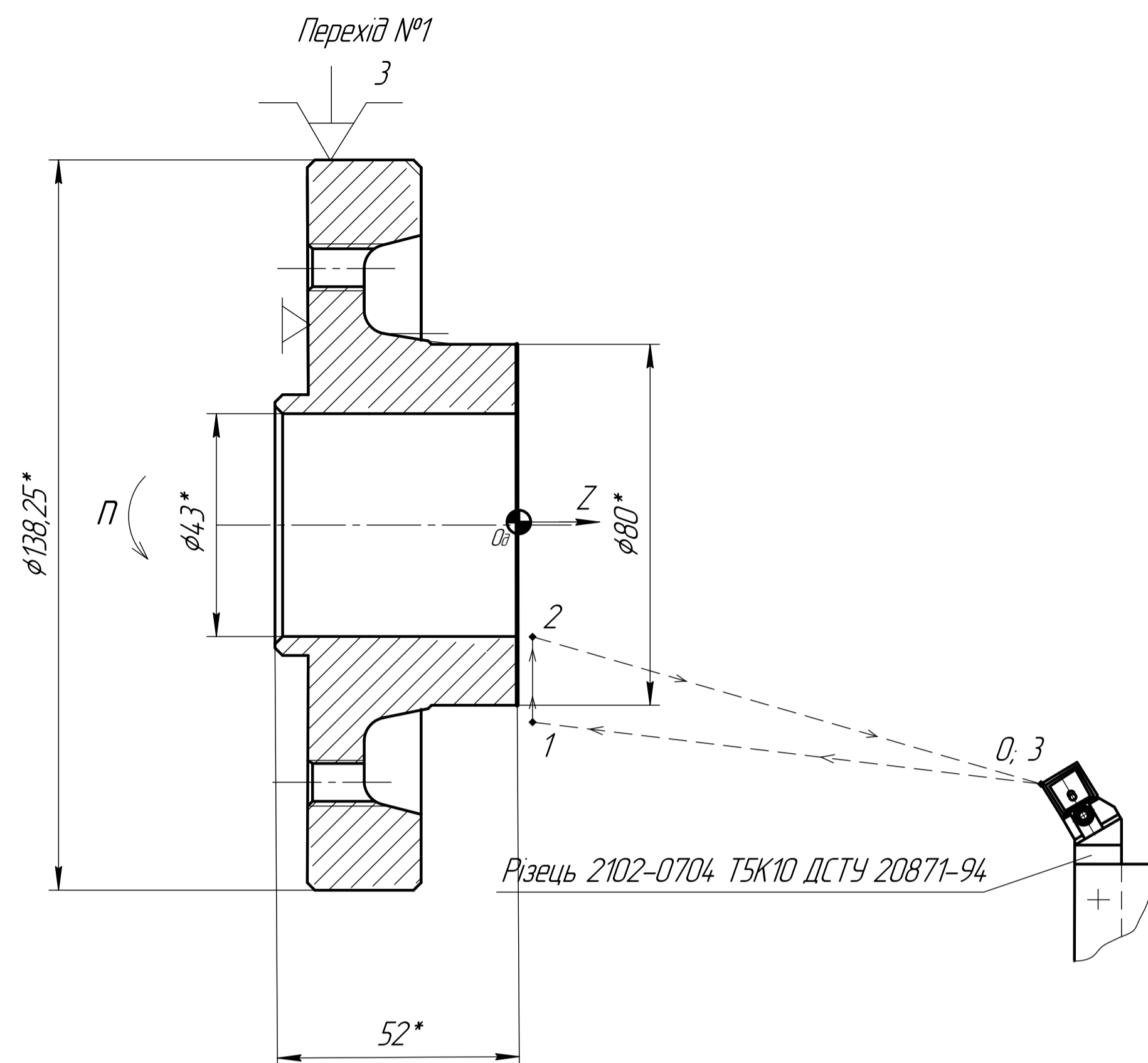
					МР.ПМК-39.04.00.000 СК		
					Пристрій верстатний		
Зм.	Арх.	№ докум.	Підп.	Дата	Арх.	Маса	Масштаб
Розроб.	Литвиш І.С.						1:1
Перевір.	Литвиш І.С.				Архиш	Архиш	
Т.контр.	Литвиш І.С.				ІФНТУНГ ПМКМ-23-1		
Н.контр.	Литвиш І.С.						
Затв.	Литвиш І.С.						



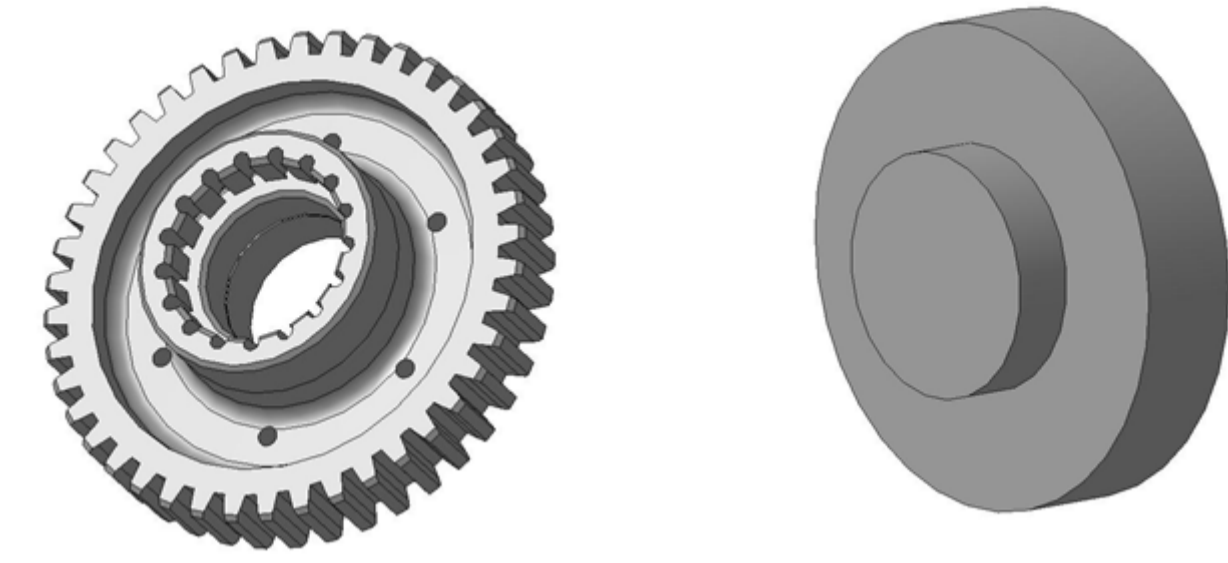
1 \*Разміри для довідок.  
2. Неробочі поверхні фарбувати зеленим кольором.

Лист № 1  
Лист № 2  
Лист № 3  
Лист № 4  
Лист № 5  
Лист № 6  
Лист № 7  
Лист № 8  
Лист № 9  
Лист № 10  
Лист № 11  
Лист № 12  
Лист № 13  
Лист № 14  
Лист № 15  
Лист № 16  
Лист № 17  
Лист № 18  
Лист № 19  
Лист № 20  
Лист № 21  
Лист № 22  
Лист № 23  
Лист № 24  
Лист № 25  
Лист № 26  
Лист № 27  
Лист № 28  
Лист № 29  
Лист № 30  
Лист № 31  
Лист № 32  
Лист № 33  
Лист № 34  
Лист № 35  
Лист № 36  
Лист № 37  
Лист № 38  
Лист № 39  
Лист № 40  
Лист № 41  
Лист № 42  
Лист № 43  
Лист № 44  
Лист № 45  
Лист № 46  
Лист № 47  
Лист № 48  
Лист № 49  
Лист № 50

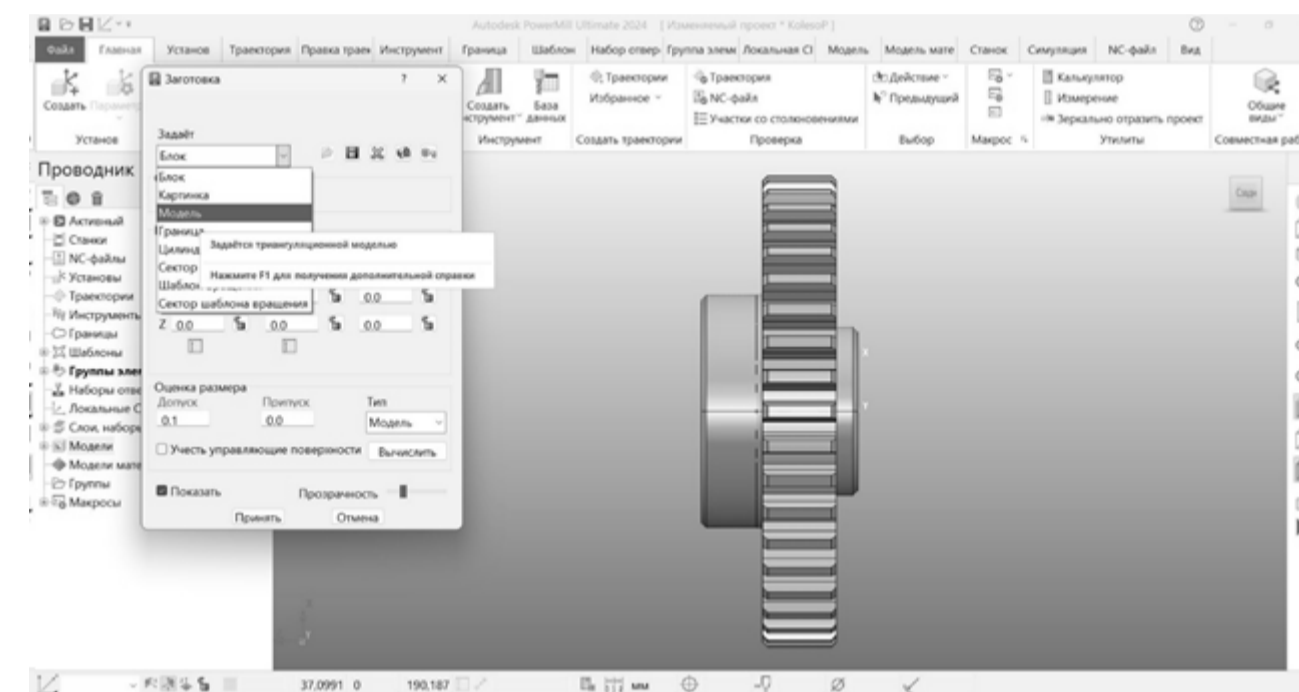
				МР.ПМК-39.03.00.000 СК		
				Пристрій контрольний		
Лист	Маса	Масштаб				
		1:1				
Лист		Листов		1		
ІФНТУНІ		ПМКМ-23-1		Формат А1		
Копірабат						



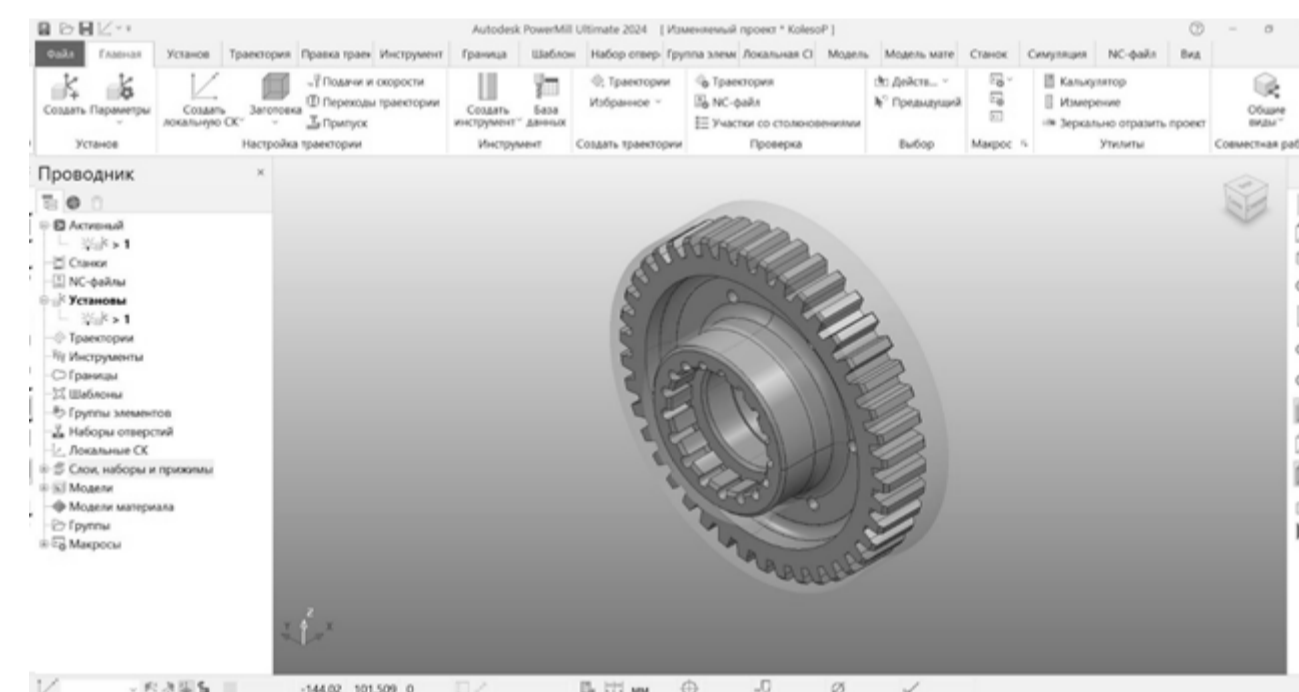
МР.ПМК-39.02.00.000 КН					
Зм.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата	Карта налагодження
Розроб.	Лопов ДС				на токарну операцію з ЧПК
Перевір.	Пітцлей ЛД				Аркш.
Т.контр.	Пітцлей ЛД				Аркш.
Реценз.					1
Н.контр.	Пітцлей ЛД				ІФНТУНГ
Затв.	Панчук ВГ				ПМКМ-23-1



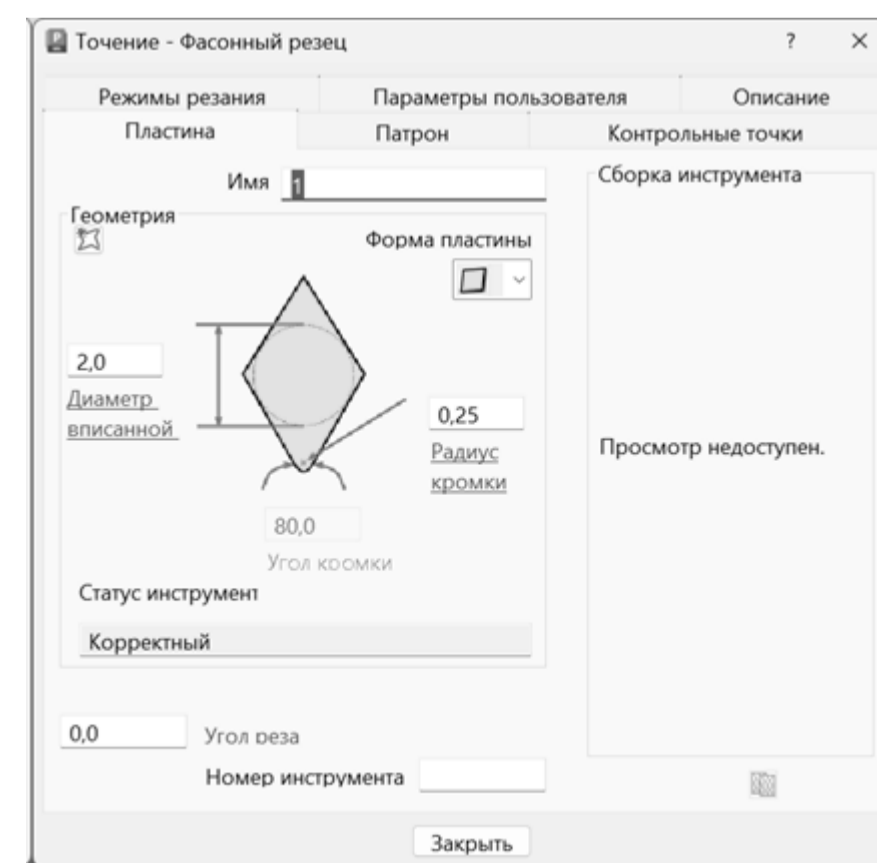
3D моделі деталі та заготовки



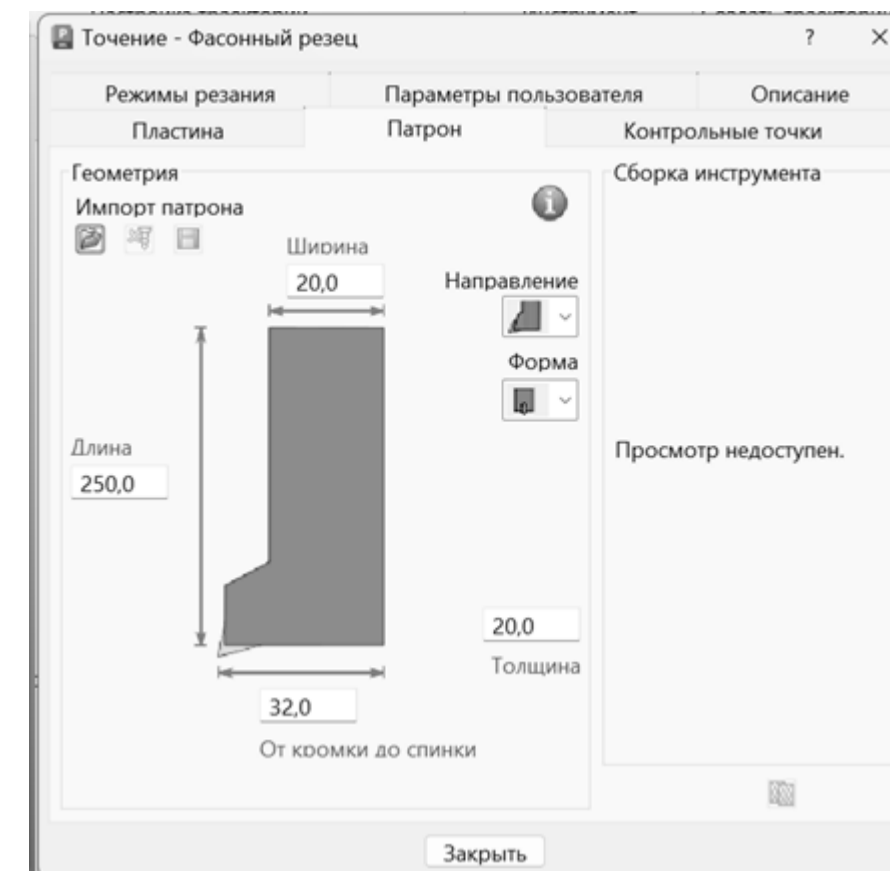
Вибір способу завантаження моделі заготовки в систему



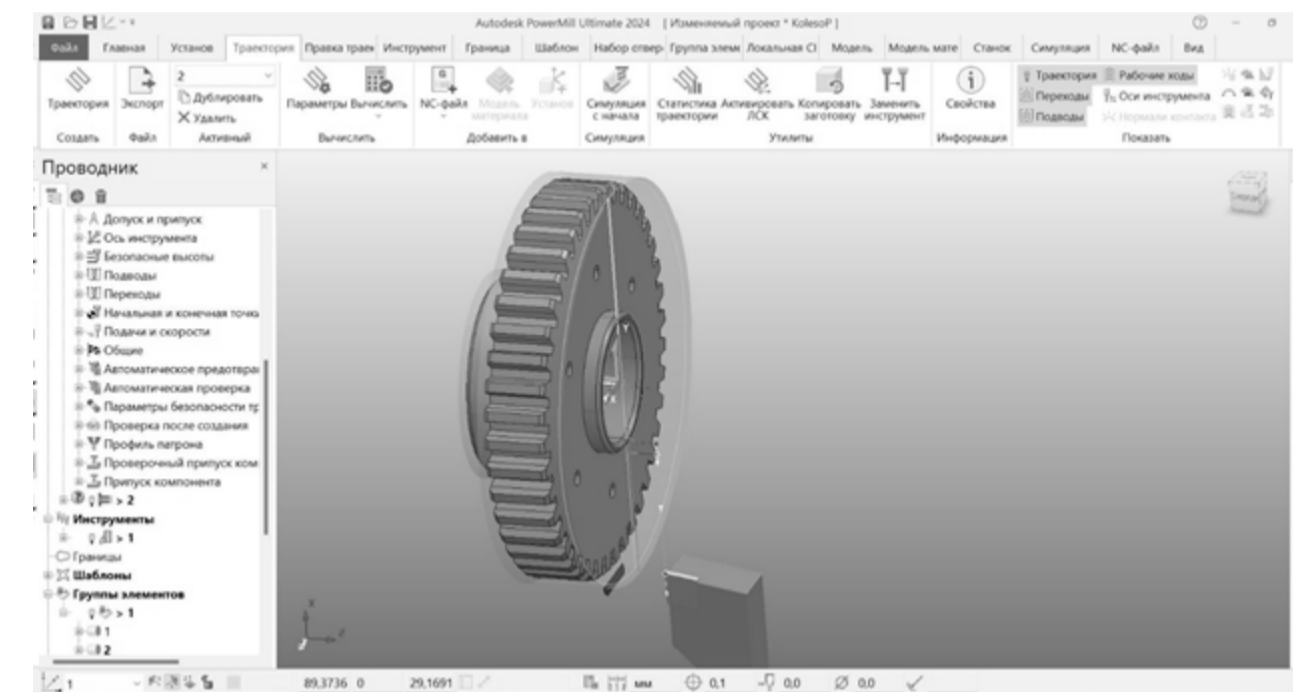
3D моделі деталі та заготовки, завантажені в систему Autodesk Powermill



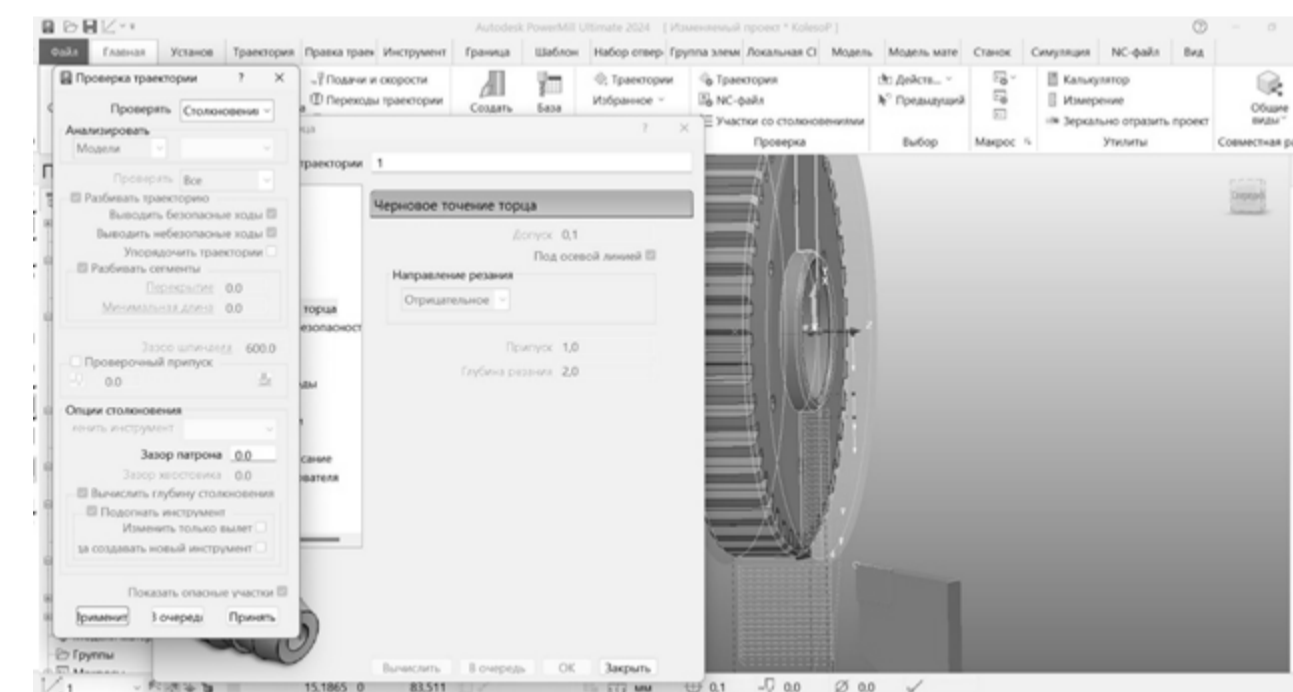
Задання параметрів пластини різця



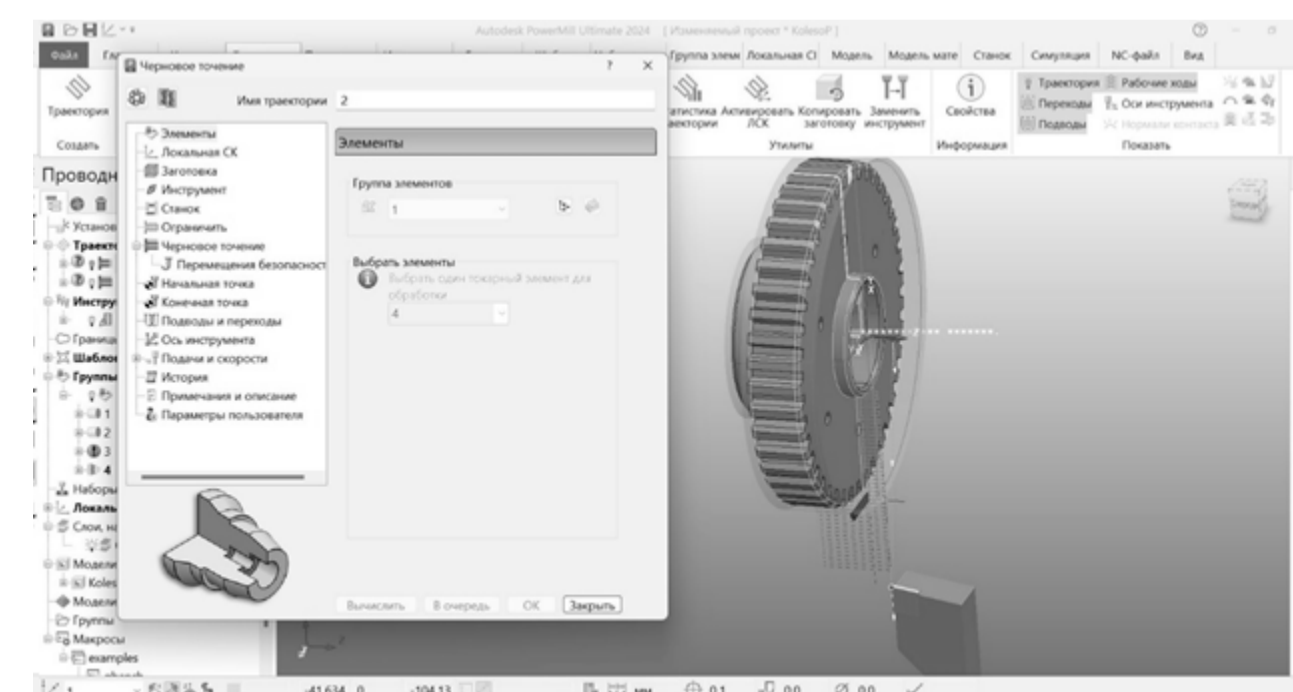
Проектування державки різця



Проектування траєкторії чорншої обробки торця



Перевірка траєкторії на відсутність зіткнень



Проектування траєкторії чорншої обробки контуру

## Керуюча програма

%	Z3.732	X10.61	X142.206Z-19.293F0.1
OKolesoP	X101.206	Z3.299	Z-13.565
G97S600M04	X99.79Z3.024	Z-19.858F0.05	X143.862
G54X160.62Z.9	Z-7.F0.05	X8.866Z-9.896F0.1	X136.79Z-17.101
Z5.536	X101.206Z-6.293F0.1	Z13.299	Z-20.F0.05
X106.278	Z3.557	X14.61	X138.206Z-19.293F0.1
G50	X97.206	Z3.299	Z-13.565
S1189	X95.79Z2.85	Z-19.858F0.05	X139.862
G01G99F0.1M08	Z-7.F0.05	X0.468Z-12.787F0.1	X132.79Z-17.101
G96S600	X97.206Z-6.293F0.1	Z13.299	Z-20.F0.05
X99.208Z2.	Z3.382	X18.61	X134.206Z-19.293F0.1
X48.578	X93.206	Z3.299	Z-13.565
X49.99Z2.707	X91.79Z2.675	Z-19.858F0.05	X135.862
Z4.536	Z-7.F0.05	X4.468Z-12.787F0.1	X128.79Z-17.101
X83.418	X93.206Z-6.293F0.1	Z13.299	Z-20.F0.05
X76.34Z1.	Z3.207	X22.61	X130.206Z-19.293F0.1
X48.40Z1F0.05	X89.206	Z3.299	Z-13.565
X49.81Z1.707F0.1	X87.79Z2.5	Z-19.858F0.05	X131.862
Z3.536	Z-7.F0.05	X8.468Z-12.787F0.1	X124.79Z-17.101
X60.558	X89.206Z-6.293F0.1	Z13.299	Z-20.F0.05
X53.488Z0.	Z3.032	X26.61	X126.206Z-19.293F0.1
X48.228	X85.206	Z3.299	Z4.635
X49.64Z20.707	X83.79Z2.325	Z-19.858F0.05	X83.862
Z3.806	Z-7.F0.05	X12.468Z-12.787F0.1	X76.79Z1.1
X157.206	X85.206Z-6.293F0.1	Z13.299	Z-19.005F0.05
X155.79Z3.099	Z2.857	X30.61	X78.206Z-18.297F0.1
Z-9.605F0.05	X81.206	Z3.299	Z4.533
X157.206Z-8.897F0.1	X79.79Z2.15	Z-19.858F0.05	X79.864
Z3.806	Z-7.F0.05	X16.468Z-12.787F0.1	X72.79Z20.998
X153.206	X81.206Z-6.293F0.1	Z13.299	Z-0.113F0.05
X151.79Z3.099	Z2.682	X34.61	X74.206Z0.594F0.1
Z-7.613F0.05	X77.206	Z3.299	Z13.299
X153.206Z-6.905F0.1	X75.79Z1.975	Z-19.858F0.05	X1.186
Z3.806	Z-7.F0.05	X20.468Z-12.787F0.1	Z3.299
X149.206	X77.206Z-6.293F0.1	Z13.299	Z-31.203F0.05
X147.79Z3.099	Z2.507	X38.61	Z-60.496
Z-7.F0.05	X73.206	Z3.299	X49.186
X149.206Z-6.293F0.1	X71.79Z1.8	Z-19.858F0.05	X50.496F0.1
Z3.806	Z-7.F0.05	X24.468Z-12.787F0.1	Z-52.198F0.05
X145.206	X73.206Z-6.293F0.1	Z13.299	X35.044Z-45.127F0.1
X143.79Z3.099	Z2.332	X42.61	M09
Z-7.F0.05	X69.206	Z3.299	Z3.1
X145.206Z-6.293F0.1	X67.79Z1.625	Z-19.858F0.05	X74.206
Z3.806	Z-7.F0.05	X28.468Z-12.787F0.1	M05
X141.206	X69.206Z-6.293F0.1	Z13.299	G28
X139.79Z3.099	Z2.157	X46.61	M30
Z-7.F0.05	X65.206	Z3.299	%
X141.206Z-6.293F0.1	X63.79Z1.45	Z-1.558F0.05	
Z3.806	Z-7.F0.05	X32.466Z5.513F0.1	
X137.206	X65.206Z-6.293F0.1	G97	
X135.79Z3.099	Z1.982	Z12.	
Z-7.F0.05	X61.206	X82.544	
X137.206Z-6.293F0.1	X59.79Z1.275	G50	
Z3.806	Z-7.F0.05	S2312	
X133.206	X61.206Z-6.293F0.1	G96S600	
X131.79Z3.099	Z1.807	Z2.	
Z-7.F0.05	X57.206	X56.578	
X133.206Z-6.293F0.1	X55.79Z1.1	Z12.	
Z3.806	Z-7.F0.05	X82.598	
X129.206	X57.206Z-6.293F0.1	Z11.	
X127.79Z3.099	Z1.705	Z1.	
Z-7.F0.05	X53.206	X56.40Z1F0.05	
X129.206Z-6.293F0.1	X51.79Z20.998	Z11.F0.1	
Z3.806	Z-0.113F0.05	X74.488	
X125.206	X53.206Z0.594F0.1	Z10.	
X123.79Z3.099	Z1.311	Z0.	
Z-7.F0.05	X51.772	X56.228	
X125.206Z-6.293F0.1	X50.358Z0.604	Z10.	
Z3.806	X51.772Z-0.104F0.05	Z2.9	
X121.206	X54.88Z-1.659	X163.862	
X119.79Z3.099	G03X55.Z-1.8R0.2	Z-13.565	
Z-7.F0.05	Z-7.	X156.79Z-17.101	
X121.206Z-6.293F0.1	X150.4	Z-27.566F0.05	
Z3.806	X150.68Z-7.059R0.2	X158.206Z-26.859F0.1	
X117.206	X153.79Z-8.614	Z-13.565	
X115.79Z3.099	X155.208Z-9.321	X159.862	
Z-7.F0.05	G01X156.62Z-8.614F0.1	X152.79Z-17.101	
X117.206Z-6.293F0.1	G97S2480	Z-21.113F0.05	
Z3.806	X161.	X154.206Z-20.405F0.1	
X113.206	Z13.299	Z-13.565	
X111.79Z3.099	X2.61	X155.862	
Z-7.F0.05	G50	X148.79Z-17.101	
X113.206Z-6.293F0.1	S1186	Z-20.F0.05	
Z3.806	G96S600	X150.206Z-19.293F0.1	
X109.206	Z3.299	Z-13.565	
X107.79Z3.099	Z-19.858F0.05	X151.862	
Z-7.F0.05	X0.866Z-9.896F0.1	X144.79Z-17.101	
X109.206Z-6.293F0.1	Z13.299	Z-20.F0.05	
Z3.806	X6.61	X146.206Z-19.293F0.1	
X105.206	Z3.299	Z-13.565	
X103.79Z3.099	Z-19.858F0.05	X147.862	
Z-7.F0.05	X4.866Z-9.896F0.1	X140.79Z-17.101	
X105.206Z-6.293F0.1	Z13.299	Z-20.F0.05	

				MP.ПМК-39.05.00.000 СХ		
Зм	Док	№ док	Підп	Дата	Керуюча програма для обробки на верстаті з ЧПУ	
Розроб	Лопов ДС				Док	Маса
Перевір	Пітцлей ЛД				Док	Масштаб
Т.контр	Пітцлей ЛД					1:1
Реценз					Архи Архив 1	
Нконтр	Пітцлей ЛД				ІФНТУНГ	
Затв	Панчик ВГ				ПМКМ-23-1	