

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

Інститут інженерної механіки та робототехніки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Рикус Володимир Михайлович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.91

(індекс)

## **БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА**

Технологія виготовлення деталі «Рейка зубчата ПЕА 01.40.01 603А»

(назва роботи)

Прикладна механіка

(назва освітньої програми)

131- Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

В.М.Рикус

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник: Шуляр Богдан Романович, к.т.н., доцент

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

**Допущено до захисту**

Завідувач кафедри

професор

(посада)

(підпис)

(дата)

В. Г. Панчук

(ініціали та прізвище)

Рецензент

(посада)

(підпис)

(дата)

(ініціали та прізвище)

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

м.Івано-Франківськ-2025 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 - бакалавр

Спеціальність 131-Прикладна механіка

(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри**

«    » \_\_\_\_\_ 20   року

## **ЗАВДАННЯ**

### **НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ**

Рикусу Володимиру Михайловичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Технологія виготовлення деталі «Рейка зубчата ПЕА 01.40.01 603А»»

Керівник роботи: Шуляр Богдан Романович, к.т.н., доцент

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

Затверджені наказом закладу вищої освіти від “06” червня 2025 року №332 / 7

2. Строк подання студентом роботи 15 червня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: 1. Креслення деталі, 2. Базовий технологічний процес  
3. Тип виробництва – великосерійний

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Технологічна частина

2. Конструкторська частина

3. Розробка керуючої програми для верстату з ЧПК

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Карта налагодження – 1 лист А1

2. Креслення верстатного пристрою 2-3 листи А1

3. Керуюча програма для верстату з ЧПК 2 листи А1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Шуляр Б.Р, доцент каф. КМВ		
2	Шуляр Б.Р, доцент каф. КМВ		
3	Шуляр Б.Р, доцент каф. КМВ		

7. Дата видачі завдання 25.02.2025

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Технологічна частина	10.03.2025	
2	Конструкторська частина	15.04.2025	
3	Розроблення керуючої програми	15.05.2025	
4	Оформлення ПЗ та графічної частини	07.06.2025	

**Студент** \_\_\_\_\_  
( підпис )

Рикус В.М.  
(прізвище та ініціали)

**Керівник роботи** \_\_\_\_\_  
( підпис )

Шуляр Б.Р.  
(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

кваліфікаційної бакалаврської роботи: «Технологія виготовлення деталі «Рейка зубчата ПЕА 01.40.01 603А»».

Розрахунково-пояснювальна записка на 100 сторінках і містить: 55 рисунків, 12 таблиць, 11 посилань на літературні джерела, 44 аркушів ф. А4 додатків.

Графічна частина: 6 аркушів формату А1.

Об'єкт дослідження – технологічний процес механічної обробки.

Предмет дослідження - деталь “ Рейка зубчата ПЕА 01.40.01 603А ”

Мета роботи – розробити технологію виготовлення зубчастої рейки ПЕА 01.40.01 603А, котра мінімізує затрати на виготовлення, а також, відповідно розробленому технологічному маршруту, сконструювати спеціальні верстатні пристрої для базування і закріплення деталі на механообробних операціях, скласти керуючі програми для верстатів з ЧПК.

Для досягнення поставленої задачі проведено аналіз конструкції деталі, її призначення, вибрано відповідно типу виробництва оптимальний спосіб отримання заготовки (штампуванням на горизонтально-кувальних машинах) та по рекомендаціях технічної літератури розроблено проектний маршрут механічної обробки. В конструкторській частині для закріплення деталі на зубодовбальній операції (верстат мод. ЕЗ-98) розроблено спеціальний верстатний пристрій. В 3 розділі розроблено керуючу програму для обробки на верстатах з ЧПК. В додатках наведена уся необхідна технологічна документація.

Результати роботи можуть бути використані в машинобудівній галузі.

**Ключові слова:** *заготовка, деталь, технологічний процес, режими різання, норми часу, операція, інструмент, обладнання, пристрій.*

*Студент: Рукс В.М.*

## SUMMARY

qualifying bachelor's work: “Technology of manufacturing of the part ”Gear rack ПЕА 01.40.01 603А””.

The explanatory note is 100 pages long and contains: 55 figures, 12 tables, 11 references to literary sources, 44 sheets of A4 appendices.

Graphic part: 6 sheets of A1 format.

The object of research is the technological process of machining.

The subject of research is the part “Gear rack ПЕА 01.40.01 603А”

The purpose of the work is to develop a technology for the manufacture of a gear rack ПЕА 01.40.01 603А, which minimizes manufacturing costs, and, in accordance with the developed technological route, to design special machine tools for basing and fixing the part during machining operations, to compile control programs for CNC machines.

To achieve this task, we analyzed the design of the part, its purpose, selected the optimal method of obtaining the workpiece (by stamping on horizontal forging machines) in accordance with the type of production, and developed a design route for machining according to the recommendations of technical literature. In the design part, a special machine tool device was developed for fixing the workpiece on the gear hobbing operation (machine mod. E3-98). In Chapter 3, a control program for machining on CNC machines was developed. All necessary technological documentation is provided in the appendices.

The results of the work can be used in the machine-building industry.

**Keywords:** *workpiece, part, technological process, cutting modes, time standards, operation, tool, equipment, device.*

*Student: Rykus V.M.*

## ЗМІСТ

<b>Вступ</b>	.....
1 Технологічна частина	.....
1.1 Опис призначення і конструкції деталі	.....
1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі	.....
1.3 Визначення річної програми та кількості деталей в партії	.....
1.4 Аналіз базового технологічного процесу і розробка маршрутної технології	.....
1.4.1 Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки	.....
1.4.2 Опис і аналіз базового технологічного процесу	.....
1.4.3 Технічне обґрунтування проектного варіанту маршруту механічної обробки	.....
1.5 Розробка операційної технології	.....
1.5.1 Розрахунок припусків на механічну обробку	.....
1.5.2 Розрахунок режимів різання	.....
1.5.3 Розрахунки пов'язані з підготовкою карти наладки та керуючої програми	.....
1.5.4 Нормування технологічного процесу	.....
<b>2 Конструкторська частина</b>	.....
2.1 Опис, призначення, будова та робота пристрою	.....
2.2 Розрахунок сили затиску	.....
2.3 Силовий розрахунок слабкої ланки	.....
2.4 Розрахунок верстатного пристрою на точність	.....
2.5 Розрахунок коефіцієнту уніфікації зубодовбального пристрою	.....
<b>3 Розроблення керуючих програм для верстатів з ЧПК</b>	.....
<b>Висновки</b>	.....
Список використаних джерел	.....
Додатки	.....

					БР.ПМ-047.00.000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Риквс В.М.				<b>Пояснювальна записка</b>	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	Шуляр Б.Р.							
Реценз.								
Н. Контр.	Шуляр Б.Р.					ІФНТУНГ ПМ-21-1		
Затверд.	Панчук В.Г.							

## Вступ

Розробка технологічних процесів входить основним розділом в технологічну підготовку виробництва і виконується на основі “Єдиної системи технологічної підготовки виробництва” ГОСТ 14.004-83.

Стандарт системи встановлює вигляд і загальні правила розробки технологічних процесів, вихідну інформацію і перелік основних задач на етапах їх розробки.

Технологічний процес, що розробляється повинен бути прогресивним, забезпечувати ріст продуктивності праці і якості виготовлених деталей, скорочення трудових і матеріальних ресурсів на його реалізацію.

Технологічний процес розробляють на основі вже існуючого типового або групового технологічного процесу.

Базовою вихідною інформацією для проектування технологічного процесу служить :

- креслення деталі;
- технічні вимоги, які регламентують точність, параметри шорсткості поверхонь та інші вимоги якості;
- об'єм річного випуску деталей, який визначає можливість організації поточного виробництва.

При проектуванні необхідно використовувати довідкову інформацію. Довідкова інформація вимагає підпорядкування приймаючим рішенням державним і галузевим стандартам, врахування перспективних розробок.

До довідкової інформації відноситься досвід виготовлення аналогічних виробів.

Для розробки технологічного процесу механічної обробки деталі необхідно попередньо вивчити її конструкцію і функції, які вона виконує у вузлі, механізмі, машині, проаналізувати технологічність конструкції і проконтролювати креслення.

Робоче креслення деталі повинно мати всі дані, необхідні для вичерпного та однозначного розуміння при виготовленні і контролю деталі і відповідати діючим стандартам.

					БР.ПМ-047.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

## 1 Технологічна частина

### 1.1 Опис призначення і конструкції деталі

Дана деталь розташована в вузлі навантажувача “Карпатець ПЭА-1.0 А”, який призначений для повороту стріли, отже - це “циліндр повороту ПЭА 01.40.01.000”. Деталь “Рейка зубчата ПЭА 01.40.01.603А” є базовим виробом для поршнів. Деталь виготовлена з сталі 40Х. Циліндр повороту складається з труби циліндра, всередині якої розміщена рейка зубчата ПЭА 01.40.01.603А з напресованими на шийки поршнями, двох кришок закручених з двох сторін на трубу циліндра. При встановленні циліндра повороту два маркованих зуба зубчатого колеса колони охоплюють маркований зуб рейки. Циліндр повороту передає зворотно-поступальний рух рейки в круговий рух колони з стрілою. Кут повороту колони обмежений і рівний 270.

Отже, циліндр повороту ПЭА.01.40.01.000 містить в зборі такі одиниці:

- труба циліндра ПЭА.01.40.01.010А – 1 шт.;
- поршень ПЭА.01.40.01.090 – 2 шт.;
- кришка ПЭА.01.40.01.602 – 2 шт.;
- рейка зубчата ПЭА.01.40.01.603А – 1 шт.;
- кільце захисне ПЭА.01.41.00.004 – 2 шт.;
- кільце 135-145-58-2-2 ГОСТ9833-73 – 7 шт.;
- манжета 125x105-6 ГОСТ4896-74.

Хімічний склад і механічні властивості матеріалу подані в таблицях 1.1 та 1.2.

Таблиця 1.1 - Хімічний склад сталі 40Х ДСТУ 7806:2015.

C	Si	Mn	S	P	N	Cr
%	%	%	%	%	%	%
0,36-0,45	0,17-0,37	0,50-0,80	0,17-0,37	<0,035	<0,25	1,2-1,4

Таблиця 1.2 - Механічні властивості сталі 40Х ДСТУ 7806:2015.

$\sigma_T$	$\sigma_B$	$\delta$	$\psi$	$a_n$	НВ без ТО
МПа	МПа	%	%	кДж/м <sup>2</sup>	кгс/мм <sup>2</sup>
590	880	7	25	3	217

					БР.ПМ-047.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.3 – Детальний опис конструкції деталі "Рейка зубчата ПЭА 01.40.01.603А

№ пов.	Конфігурація, призначення.	Розміри мм	Квалітет точності.	Допуск мкм	Ra мкм	Тип поверхні
1	Торці шийок	L=640±0.8	h14	1600	Rz 40	Осн. констр.
2	Зовн. цилінд.	Ø121	h9	100	2.5	Констр. доп.
3	Торці	L=590±0.8	h14	1600	Rz 40	Констр. доп.
4	Зовн. цилінд.	Ø50	u8	35	2.5	Констр. доп.
5	Лиска на Ø121	118.5±0.3	h14	600	Rz 40	Констр. доп.
6	Лиска на Ø121	103.74	h11	220	Rz 40	Констр. доп.
7	Фаска	3x45°			Rz 40	Вільна
8	Фаска Ø50 під кутом 10°	L=2			Rz 40	Вільна
9	Зуби m=8 z=22 $\alpha=22^\circ t=25.12$	S=12.22 L=18.5±0.2	8A	200	5	

## 1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

Рейка зубчата представляє собою фігуру ступінчастої циліндричної форми. Вона підлягає термічній обробці - об'ємному гартуванню при температурі 840-860°C та відпуску при температурі 350-400°C, для підвищення зносостійкості і твердості поверхневого шару матеріалу.

На кресленню вказані всі параметри шорсткості. Всі головні поверхні пов'язані допусками.

Відповідно до креслення необхідно витримати технічні вимоги досягається це за рахунок установки деталі на одних і тих самих базах.

Поверхні, що підлягають механічній обробці доступні для підводу і відводу ріжучого інструмента в зону різання.

З точки зору точності і шорсткості не представляє значних технологічних утруднень, допускається застосування високопродуктивних режимів обробки, має гарні базові "поверхні" для першочергових, а також для викінчувальних операцій механічної обробки і досить проста по конструкції.

Базування деталі при виконанні операцій здійснюється за принципом суміщення та постійності баз, з метою забезпечення обумовлених припусків її розмірів.

При виконанні контрольних операцій на дотримання розмірів деталі використовують стандартні засоби вимірювання такі, як ШЦ-I-125-0.1 і ШЦ-II-250-0,1 ГОСТ 166-80, ШП-630 ГОСТ 8026-75 зразки шорсткості №2 Ra 2.5 та Ra 0.32 ГОСТ 9978-75, шаблони, калібри скоби, штангензубомір ШЗ-18 ТУ2-034-

					БР.ПМ-047.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

773-84, набір шупів №1 ГОСТ 882-75, індикатор ИЧ 0,2 кл 0 ГОСТ 577-68.

Згідно базового технологічного процесу заготовку отримують шляхом різки сортового круглого прокату Ø130 по ГОСТ 2590-71 на болванка довжиною  $646 \pm 2,0$  мм. В даній бакалаврській роботі пропоную заготовку отримувати на горизонтально-кувальних машинах. Дане рішення приведе до економії матеріалу, як на виготовлення деталі так і інструментального в процесі зношування, а також дає можливість уникнути вже зайвої операції – різки прокату на верстаті моделі 8Б66, тобто скорочення трудових ресурсів підприємства. Також цю зміну можна регламентувати коефіцієнтом використання матеріалу порівнявши за базовим проектом  $K_{в.м.б.}$  і дипломним проектом  $K_{в.м.п.}$ :

$$K_{в.м.} = M/M_з,$$

де,  $M$  - вага готової деталі, кг,  $M=46,17$ ;

$M_з$  - вага заготовки, кг.

$$K_{в.м.с.} = 46,17/66 = 0,69,$$

$$K_{в.м.п.} = 46,17/59 = 0,78.$$

Це призводить до: економії матеріалу; підвищенню стійкості різального інструменту і відповідно довжини маршруту обробки деталі. Також це дає економічний ефект, що до вартості заготовки та що до технологічної собівартості.

Рівень технологічності конструкції по використанню матеріалу:

$$K_{р.в.} = K_{в.м.б.}/K_{в.м.п.},$$

де,  $K_{в.м.с.}$ ,  $K_{в.м.п.}$  – відповідно базовий та досягнутий коефіцієнт використання матеріалу.

$$K_{р.в.} = 0,69/0,78 = 0,88,$$

Рівень технологічності конструкції по технологічній собівартості:

$$K_{р.с.} = C_m/C_{м.б.},$$

де,  $C_m$ ,  $C_{м.б.}$  – відповідно досягнута та базова технологічна собівартість виробу.

$$K_{р.с.} = 468,91/494,95 = 0,94.$$

					БР.ПМ-047.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 1.3 Визначення річної програми та кількості деталей в партії

Для визначення річної програми випуску виробу складаємо таблицю механічної обробки деталі “Рейка зубчата ПЭА 01.40.01.603А”

Таблиця 1.4 - Механічна обробка деталі “Рейка зубчата ПЭА 01.40.01.603А”

№ опер.	Операції	$T_{ум.}$ , хв.
010	Відрізна	1,34
020	Фрезерно-центрувальна	1,22
030	Токарна	17,26
040	Фрезерна	13,6
050	Зубодовбальна	51
060	Зубодовбальна	22,3
070	Шліфувальна	1,58
	Всього	108,3

Підсумуємо штучний час по всіх операціях:

$$\Sigma T_{ум.} = 1,34 + 1,22 + 17,26 + 13,6 + 51 + 22,3 + 1,58 = 108,3 \text{ хв.}$$

Середній штучний час:

$$T_{ум.сер.} = \Sigma T_{ум.} / n,$$

де  $n$  - число операцій.

$$T_{шт.сер.} = 108,3 / 7 = 15,47 \text{ хв.}$$

Такт випуску, хв.:

$$t_e = \frac{F_d \cdot 60}{N},$$

де  $F_d$  – дійсний фонд часу роботи обладнання,  $F_d = 4029$  год.;

$N$  - річна програма випуску виробу.

$$t_e = K_c \cdot T_{ум.сер.},$$

де  $K_c$  – коефіцієнт серійності,  $K_c = 9$  для велико-серійного виробництва;

$T_{ум.сер.}$  – середня тривалість виконаних операцій для даного виробу.

$$t_e = 9 \cdot 15,47 = 139,23 \text{ хв.},$$

$$N = \frac{F_d \cdot 60}{t_e},$$

$$N = \frac{4029 \cdot 60}{139,23} = 1736 \approx 1740 \text{ шт.}$$

Визначаємо кількість деталей в партії:

					БР.ПМ-047.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = \frac{N \cdot a}{254}, \text{ шт.}$$

де  $a$  - періодичність запуску в днях  $a=3$ ;

254 - кількість робочих днів в році.:

$$n = \frac{1740 \cdot 3}{254} = 21 \text{ шт.}$$

Розмір партії скорочується з врахуванням планування і організації виробництва:

$$C = \frac{T_{\text{шт.к.ср}} \cdot n}{480 \cdot 0,8}, \text{ змін}$$

$$C = \frac{21,24 \cdot 21}{480 \cdot 0,8} = 1,16 \text{ зм.}$$

Приймаємо  $C_{\text{пр}}=2$  зміни.

Визначаємо число деталей в партії, необхідних для завантаження обладнання на основних операціях на протязі цілого числа змін:

$$n_{\text{пр}} = \frac{480 \cdot 0,8 \cdot C_{\text{пр}}}{T_{\text{шт.к.ср}}},$$

де 480 - дійсний фонд часу роботи обладнання в зміну, хв;

0,8 - нормативний коефіцієнт завантаження верстатів в виробництві.

$T_{\text{шт.к.ср}}$  - середньо штучно-калькуляційний час по основним операціям, хв.

$$n_{\text{пр}} = \frac{480 \cdot 0,8 \cdot 2}{21,24} = 36,15 \text{ шт.}$$

приймаємо  $n_{\text{пр}}=36$  шт.

Отже фактичний такт випуску складатиме наступну величину:

$$t_e = \frac{4029 \cdot 60}{1740} \approx 138,93 \text{ хв./шт.}$$

					БР.ПМ-047.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.4 Аналіз базового технологічного процесу і розробка

### маршрутної технології

#### 1.4.1 Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки

Згідно базового варіанту заготовки різали з сортового круглого прокату Ø130×6000 ГОСТ 2590-71 з точністю прокатки В<sub>(-2,0<sup>+</sup>0,8)</sub>. Для порівняння вибору кращого методу розрахуємо витрати по його вазі та вазі здаваної стружки:

$$M = Q \cdot S - (Q - q) \cdot \frac{S_{\text{внх.}}}{1000}, \text{ грн.}$$

де  $Q_1$  – маса заготовки згідно базового варіанту,  $Q=66$  кг;

$q_1$  – маса готової деталі,  $q=47,17$  кг;

$S_1$  - ціна 1т матеріалу заготовки,  $S=9699$  грн./кг;

$S_{\text{відх.}}$  - ціна 1т матеріалу відходів,  $S_{\text{відх.}}=1050$  грн./т

Отже,

$$M = 66 \cdot \frac{9699}{1000} - (66 - 47,17) \cdot \frac{1050}{1000} = 620,37 \text{ грн.}$$

Згідно другого проектного варіанту заготовку отримуємо штампуванням на горизонтально-кувальних машинах ГОСТ 7505-74. Вартість заготовок, які отримують таким методом, визначаємо по формулі:

$$S_3 = \left( \frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_{II} \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{\text{внх.}}}{1000},$$

де  $C_3$  - базова вартість 1т заготовок,  $C_T=14478$  грн/т;

$Q_3$  - маса заготовки згідно проектного варіанту,  $Q=62$  кг.;

$k_T$  - коефіцієнт, який залежить від класу точності штамповки,  $k_T=1$  по ГОСТ 7505- 74 [38] с. 55;

$k_C$  - коефіцієнт, який залежить від групи складності штамповки  $k_C=0.15$  [38] с. 55, табл. 2.12;

$k_B$  - коефіцієнт, який залежить від ваги штамповки,  $k_B=0,87$  [38] с. 55, табл. 2.12;

$k_M$  - коефіцієнт, який залежить від матеріалу штамповки,  $k_M=1$  [38] с. 55;

$k_{II}$  - коефіцієнт, який враховує об'єм виробництва заготовок,  $k_{II}=1$  [38] с. 55.

$$S_3 = \left( \frac{14478}{1000} \cdot 60 \cdot 0,75 \cdot 0,87 \cdot 1 \cdot 1 \right) - (60 - 47,17) \cdot \frac{1050}{1000} = 553,32 \text{ грн.}$$

					БР.ПМ-047.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Економічний ефект складає:

$$E_{32}=(S_{36}-S_{32})\cdot N=(620,37-553,32)\cdot 1740=116667 \text{ грн.}$$

Отже, методом штампування ми отримали економію грошей на суму 116667 грн. що більше ніж у базової заготовки.

### 1.4.2 Опис і аналіз базового технологічного процесу

Таблиця 1.5 - Базовий технологічний процес виготовлення деталі

№ пер.	Переходи мех. обробки	Тип обладнання	Ріжучий інструмент	Мірний інструмент	Оснастка	Схема базування
1	2	3	4	5	6	7
010	Заготівельна А. Встановити пруток і затиснути 1. Різати пруток на заготовки в розмір $646\pm 2.0$ Б. Зняти деталь і покласти в тару	8Б66	Пила $\varnothing 710$ ГОСТ 4047-52	Лінійка $0\div 1000$ ГОСТ 427-75	Лещата	Рис. 1.4.1
020	Фрезерно-центрувальна. А. Встановити заготовку в призми та закріпити 1. Фрезерувати торці 1 одночасно витримав р-р $L=640\pm 0.8$ та Ra10 2. Зацентрувати одночасно 2 центр. Отвору $\varnothing 10$ на $L=25.8\pm 0.1$ Б. Зняти деталь і покласти в тару	КЛ173	Фреза $\varnothing 160\times 10$ 2214-0005 праворіжуча, фреза $\varnothing 160\times 10$ 2214-0005 ліворіжуча ГОСТ 24359-80 Свердло $\varnothing 10$ 2317-0044 ГОСТ 14952-75	Шаблон $L=640\pm 0,8$ Штангенциркуль ШЦ-I-125-0.1 ГОСТ 166-80	Лещата	Рис. 1.4.2
030	Токарно-гвинторізна. А. Встановити заготовку та закріпити. 1. Проточити заготовку $\varnothing 130$ до $\varnothing 125$ на довжину 35 2. Проточити заготовку $\varnothing 125$ до $\varnothing 53$ витримати розмір $L=25$ 3. Проточити заготовку $\varnothing 53$ до $\varnothing 51-0,3$ витримати розмір $L=25\pm 0,2$ 4. Зняти фаску $\varnothing 51 \angle 10^\circ\pm 1^\circ$ на довжину $2,8\pm 0,1$ 5. Зняти фаску на $\varnothing 125$ розміром $4,7\pm 0,1 \angle 45^\circ\pm 1^\circ$ Б. Переустановити деталь та закріпити. 6. Повторити перехід 1 7. Повторити перехід 2 8. Повторити перехід 3. 9. Проточити заготовку $\varnothing 130$ до $\varnothing 121$ на довжину 590. 10. Зняти фаску на $\varnothing 121$ розміром $3\pm 0,1 \angle 45^\circ\pm 1^\circ$ В. Зняти деталь і покласти в тару	1М63БФ 101	Різець (Т15К6) 2102- 0317 ГОСТ 18879-73 Різець $\angle 10^\circ$ (Т15К6) 105.026-2110-4007 ГОСТ 18879-73 Різець (Т15К6) 2102- 0055 ГОСТ 18879-73	Штангенциркуль ШЦ- 1-125-0.1 ГОСТ 166-80 Шаблон $L=590\pm 0,8$ Скоба $\varnothing 121h11$ 8119- 0423 СТП 512-228-71	Патрон трикулачковий 7100-0035 ГОСТ 2675-80 Центр 1032- 0032 ГОСТ 13214-67 Центр Обертвий А-I-4Н ГОСТ 8742- 75	Рис. 1.4.3

					Арк.
БР.ПМ-047.00.000 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата	

Продовження таблиці 1.5

1	2	3	4	5	6	7
040	Фрезерна. А. Встановити заготовку в пристрій та затиснути. 1. Фрезерувати лиску на довжину L=590 Ø121 в р-р 104 <sup>-0,22</sup> Б.Переустановити деталь та закріпити. 2.Фрезерувати лиску на довжину L=590 Ø121 в р-р 118,5±0,3 В. Зняти деталь і покласти в тару.	6P13	Фреза Ø100 2214 0001 праворіжуча ГОСТ 24359-80	Скоба 104,1h11 8119-0407 СТП 512-228-71 Скоба 118,5±0,3 8119- 0423 СТП 512-228-71	Приспосіблення фрезерне 105.026.722 1-4073	Рис. 1.4.4
050	Зубодовбальна А.Встановити заготовку затиснути 1. Нарізати 22 зуба витримати розміри 18,5±0,2; 13,5±0,2; Б.Зняти деталь і покласти в тару	E3-98	Довбач чашковий прямозубий m8x128А-III ГОСТ 9323-79	Штангенциркуль ШЦ- 1-125-0.1 ГОСТ 166-80	Приспосіблення для додання зубів в рейці 105.026.754 3-4002	Рис. 1.4.5
055	Зубодовбальна А.Встановити заготовку і затиснути 1.Нарізати 22 зуба витримати розміри 18,5±0,2; 13,5±0,2; Б.Зняти деталь і покласти в тару	E3-98	Довбач чашковий прямозубий ш8x128А-III ГОСТ 9323-79	Шаблон для контролю l=18,5±0,2 105.026.8365-4082 Шаблон для контролю l=12,566-0,54-0,300 105.026.8103-4061	Приспосіблення для додання зубів в рейці 105.026.754 3-4002	Рис. 1.4.6
85	Термічна					
090	Шліфувальна А. Встановити заготовку і затиснути 1. Шліфувати деталь до Ø50u8(+0,070+109) на довжину 25±0,2 та чистоти Ra 2,5 Б. Переустановити деталь та закріпити. 2. Повторити перехід 1 3. Зняти деталь і покласти в тару	3M151B	Круг шліфувальний ПП600x80x305 22А50СМ25К ГОСТ 2424-75	Скоба Ø50u8(+0,070+109) 3119-0207 СТП 512- 227-71 зразки шорсткості №2 ГОСТ 9378-75	Центр 1032- 3032 ГОСТ 13214-67 Хомутик 7107.0068 ГОСТ 16488-70	Рис. 1.4.7

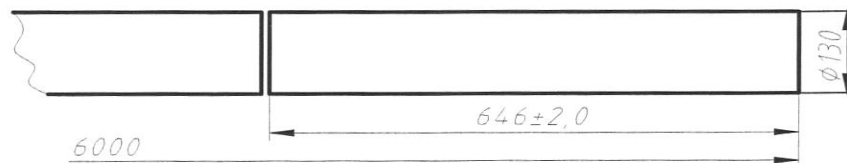


Рисунок 1.4.1 – Ескіз обробки деталі операція №010

					БР.ПМ-047.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

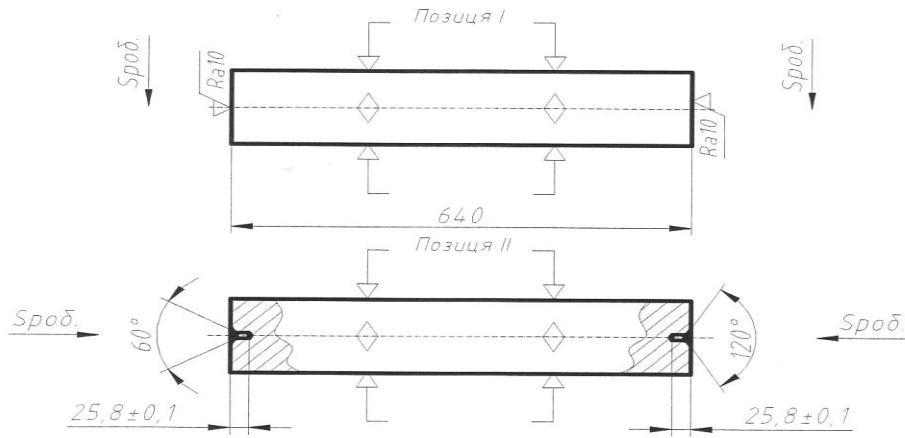


Рисунок 1.4.2 – Ескіз обробки деталі операція №020

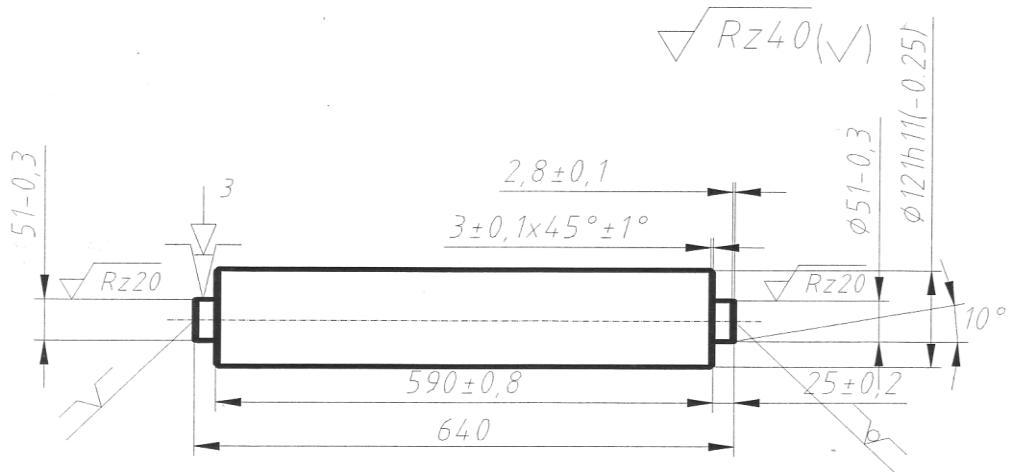


Рисунок 1.4.3 – Ескіз обробки деталі операція №030

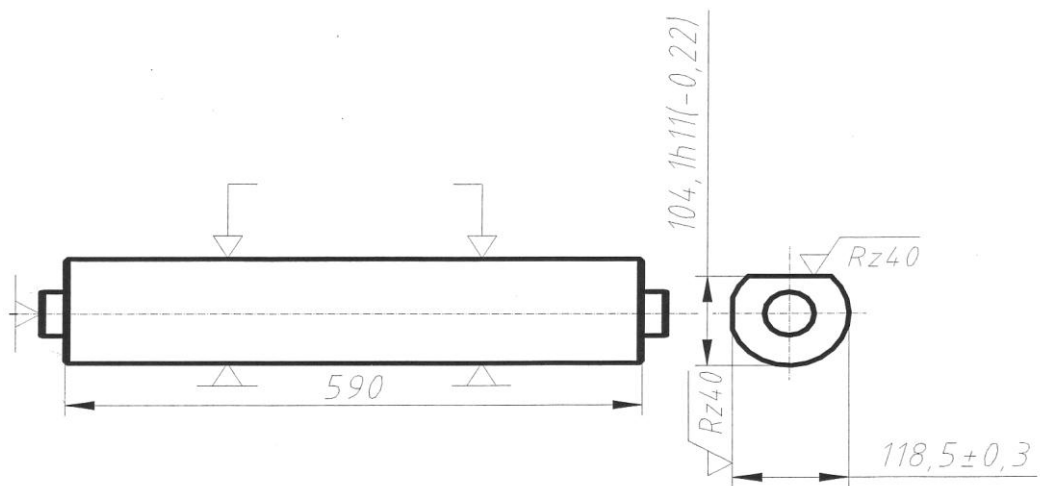


Рисунок 1.4.4 – Ескіз обробки деталі операція №040

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-047.00.000 ПЗ

Арк.

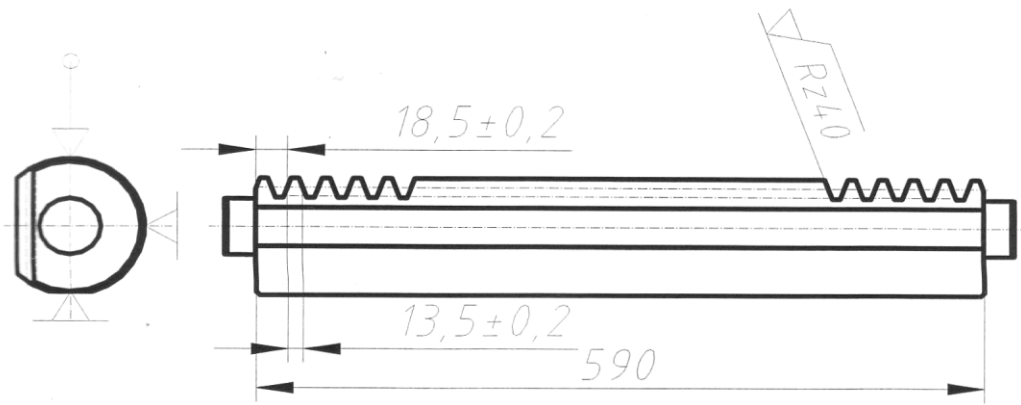


Рисунок 1.4.5 – Ескіз обробки деталі операція №050

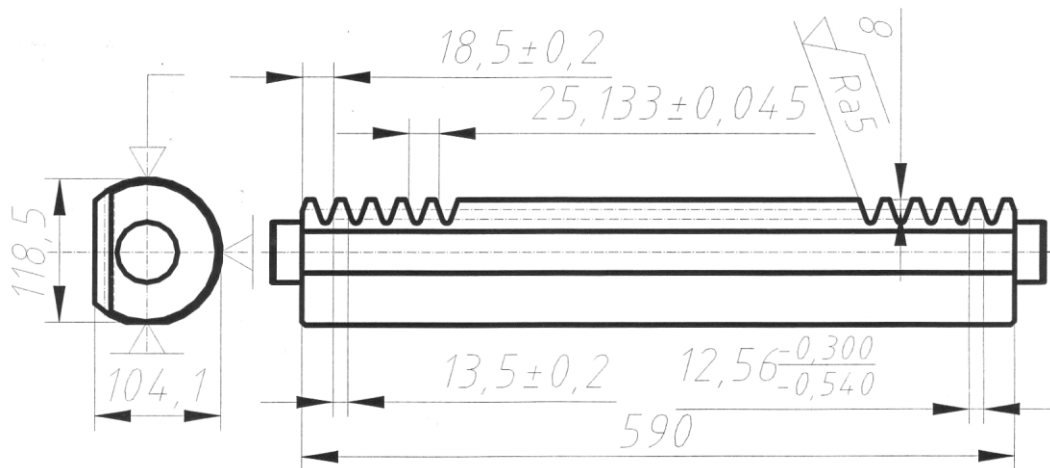


Рисунок 1.4.6 – Ескіз обробки деталі операція №055

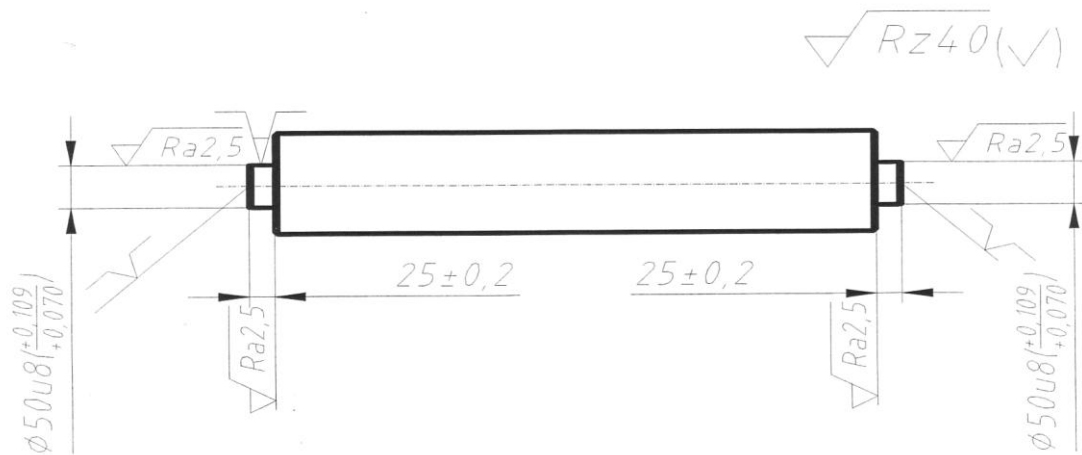


Рисунок 1.4.7 – Ескіз обробки деталі операція №090

При даному технологічному процесі заготовка для даної деталі отримується шляхом різки круглого сортового прокату  $\text{Ø}130 \times 6000$  по ГОСТ 2590-71 з точністю прокатки  $B_{(-2,0}^{+0,8})$  на болванки довжиною  $L=646$  мм. Дана заготовка не являється раціональним вирішенням питання методу отримання заготовки,

					БР.ПМ-047.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

оскільки конфігурація деталі вимагає від даної заготовки виконання механічної обробки з значним зняттям шарів матеріалу, тобто переводити матеріал в стружку, а також застосування додаткових операцій, переходів, що в свою чергу спричиняють додаткові витрати по виготовленню даної деталі, тобто збільшення собівартості виготовлення деталі. Вибір чорнових і числових баз при механічній обробці здійснено правильно, що дозволяє досягнути заданої точності і відхилень поверхонь заданих кресленням деталі. При виконанні операцій ми намагались дотримуватись принципу постійності та суміщення вимірної і технологічної бази.

При виконанні фрезерно-відрізної операції за чорнову базу вибрано зовнішню циліндричну поверхню  $\varnothing 130$  мм, яка також використовується в наступній операції за чорнову, щоб підготувати нам числову базу. При виконанні фрезерно-центрувальної операції внаслідок, якої отримуємо числову базу у вигляді центрових отворів  $\varnothing 10$  мм ( Б10 по ГОСТ 14952-74), яку використовуємо в подальших токарних операціях по проточці зовнішніх циліндричних поверхонь. Іншою числовою базою являється зовнішня циліндрична поверхня  $\varnothing 121$  мм, яка використовується при виконанні фрезерних операцій при фрезеруванні лисок.

Проаналізувавши базовий технологічний процес можна дійти висновку, що деякі операції необхідно раціоналізувати, тобто можна замінити обладнання, що приведе до більшого завантаження обладнання, усуне простої та зменшить кількість робітників та довжину маршруту обробки деталі.

Отже, спочатку ми в проектному варіанті розглянемо заготовку, яку використовуємо – поковка. Яку отримуємо на горизонтально-ковочних машинах, при чому цей метод продуктивніший в 2-3 рази ніж штамповка на молотах, припуски та допуски зменшуються на 20-35%, розхід матеріалу на поковки - на 10-15%. Хоч даний метод збільшує витрати на інструмент, обладнання, пристрої, обслуговування, але зате зменшує припуски і об'єм механічної обробки, а також ще й дає економічний ефект при виготовленні заготовки таким методом, який ми розраховали в пункті 1.4.1, який складає 44109 грн. Також зменшується вага заготовки, а відповідно і кількість матеріалу, яка необхідна для отримання її. Так наприклад вага заготовки за базовим варіантом складає 66 кг, а за проектним – 59 кг. Також даний метод отримання заготовки дає можливість максимально

					БР.ПМ-047.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

наблизити контури заготовки до контурів деталі, і усунути деякі вже непотрібні операції та переходи (див. рис. 1.4.).

Проаналізуємо проектний технологічний процес по операціях, які ми змінили:

Відразу відпадає необхідність у відрізній операції, далі виконуємо фрезерно-центрувальну операцію так само як і в базовому варіанті.

При виконанні токарної операції №020 у нас зменшується кількість проходів чорнових за рахунок нової конфігурації заготовки та перерахунку припусків на механічну обробку.

Значного ефекту досягай при виконанні токарної обробки по зовнішньому точінню замінивши токарно-гвинторізний верстат з ЧПК моделі 1M63БФ101 з цифровою індикацією та перед набором координат на токарно-гвинторізний верстат моделі SL-20 с системою ЧПК Heidenhain. Цим самим ми зменшуємо час наладки проектного техпроцесу.

Фрезерні операція по обробці лисок ми замінили фрезерний верстат 6P13 на фрезерний верстат з ЧПК Universal-Fräsmaschine Kloppe Korradi UW5 / TNC 155 Heidenhain CNC, що дало зменшення часу, так як відпадає час переналадки верстату з розміру 118,5 на розмір 104.

Значного ефекту досягається при виконанні зубодовбальної операції за рахунок вдосконалення верстатного пристрою, тобто додатково розглянули його та розробили механічний привід затиску деталі. Хоч це викличе додаткові витрати, але в загальному це дасть ефект, зменшуються витрати часу на закріплення-розкріплення деталі на верстаті.

					БР.ПМ-047.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.6 - Проектний маршрут технологічної обробки деталі "Рейка зубчата ПЭА 01.40.01.603А"

№ пер.	Переходи мех. обробки	Тип обладнання	Ріжучий інструмент	Мірний інструмент	Оснастка	Схема базування
1	2	3	4	5	6	7
010	Фрезерно-центрувальна. А.Встановити заготовку в призми та закріпити 1. Фрезерувати торці 1 одночасно витримав р-р L=640±0.8 та Ra10 2. Зацентрувати одночасно 2 центр. Отвору Ø10 на L=25.8±0.1 Б.Зняти деталь і покласти в тару	КЛ173	Фреза Ø63x5 праворіжуча, фреза Ø63x5 ліворіжуча ГОСТ 22087-76 Свердло Ø10 2317-0044 ГОСТ 14952-75	Шаблон L=640±0,8 Штангенциркуль ШЦ-I-125-0.1 ГОСТ 166-80	Лещата призматичні при верстаті	Рис. 1.4.8
020	Токарна ЧПК. А.Встановити заготовку та закріпити. 1.Проточити заготовку Ø58 до Ø53 на довжину 24,5 2.Зняти фаску Ø51 Z10±T на довжину 2,8±0,1, проточити заготовку Ø53 до Ø51 на довжину 25, підрізати торець до Ø115, зняти фаску на Ø125 розміром 6±0,1Z45°±1° 3.Зняти деталь і покласти в тару	SL-20	Різець 2103-1010-T5K10 ГОСТ 20872-80 Різець 2103-1010-T15K6 ГОСТ 20872-80	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0.1 ГОСТ 166-80 Скоба Ø51h11 8119-0423 СТП 512-228-71	Патрон трикулачковий 7100-0035 ГОСТ 2675-80 Центр 1032-0032 ГОСТ 13214-67 Центр обертовий А-I-4Н ГОСТ 8742-75	Рис. 1.4.9
030	Токарна ЧПК. А. Встановити заготовку та закріпити. 1. Проточити заготовку Ø58 до Ø53 на довжину 24,5 2. Проточити заготовку Ø127 до Ø123 на довжину 592 3. Проточити заготовку Ø123 до Ø121,31 на довжину 592 4. Зняти фаску Ø51 ∠10°±1° на довжину 2,8±0,1, проточити заготовку Ø53 до Ø51 на довжину 25, підрізати торець до Ø115, зняти фаску на Ø121 розміром 3±0,1 ∠45°±1° проточити заготовку Ø121,31 до Ø121 на довжину 592 В. Зняти деталь і покласти в тару	SL-20	Різець 2103-1010-T5K10 ГОСТ 20872-80 Різець 2103-1010-T15K6 ГОСТ 20872-80	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0.1 ГОСТ 166-80 Шаблон L=590±0,8 Скоба Ø121h9 8119-0423 СТП512-228-71	Патрон трикулачковий 7100-0035 ГОСТ 2675-80 Центр 1032-0032 ГОСТ 13214-67 Центр обертовий А-I-4Н ГОСТ 8742-75	Рис. 1.4.9

					БР.ПМ-047.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 1.6

1	2	3	4	5	6	7
040	Фрезерна ЧПК. А. Встановити заготовку в пристрій та затиснути. 1. Фрезерувати лиску на довжину L=590Ø121 в р-р 104-0,22 Б.Переустановити деталь та закріпити. 2. Фрезерувати лиску на довжину L=590 Ø121 в р-р 118,5±0,3 В. Зняти деталь і покласти в тару.	Klopp Korrad UW5 / TNC 155 Heidenhain CNC	Фреза Ø100x6 праворіжуча ГОСТ 22085-76	Скоба 104,1h11 8119-0407 СТП512-228-71 Скоба 118,5±0,3 8119-0423 СТП512-228-71	Приспосіблення фрезерне ДП.ТМ319.06. 00	Рис. 1.4.10
050	Зубодовбальна А. Встановити заготовку і затиснути 1. Нарізати 22 зуба витримати розміри 18,5±0,2; 13,5±0,2; Б. Зняти деталь і покласти в тару	E3-98	Довбач чашковий прямозубий m8x128A-III ГОСТ 9323-79	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0.1 ГОСТ 166-80	Приспосіблення для довбання зубів в рейці 105.026.7543-4002	Рис. 1.4.11
055	Зубодовбальна А. Встановити заготовку і затиснути 1. Нарізати 22 зуба витримати розміри 18,5±0,2; 13,5±0,2; В. Зняти деталь і покласти в тару	E3-98	Довбач чашковий прямозубий m8x128A-III ГОСТ 9323-79	Шаблон для контролю l=18,5±0,2 105.026.8365-4082 Шаблон для контролю l=12,566-0.540-0.300 105.026.8103-4061 Штангензубомір з ноніусом ШЗ-18 ТУ2-034-773-84	Приспосіблення для довбання зубів в рейці 105.026.7543-4002	Рис. 1.4.12
85	Термічна					
090	Шліфувальна А. Встановити заготовку і затиснути 1. Шліфувати деталь до Ø50u8 (+0,070 +0,109) на довжину 25±0,2 та чистоти Ra 2,5 2. Повторити перехід 1 Б. Зняти деталь і покласти в тару	3M151B	Круг Шліфувальний ПВД600x80x305 24A40MOM2 5K8 ГОСТ 2424-75	Скоба Ø50u8(+0,070 +0,109) 8119-0207 СТП512-227-71 зразки шорсткості №2 ГОСТ 9378-75	Центр 1032-0032 ГОСТ 13214-67 Хомутик 7107.0068 ГОСТ 16488-70	Рис. 1.4.13

					БР.ПМ-047.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

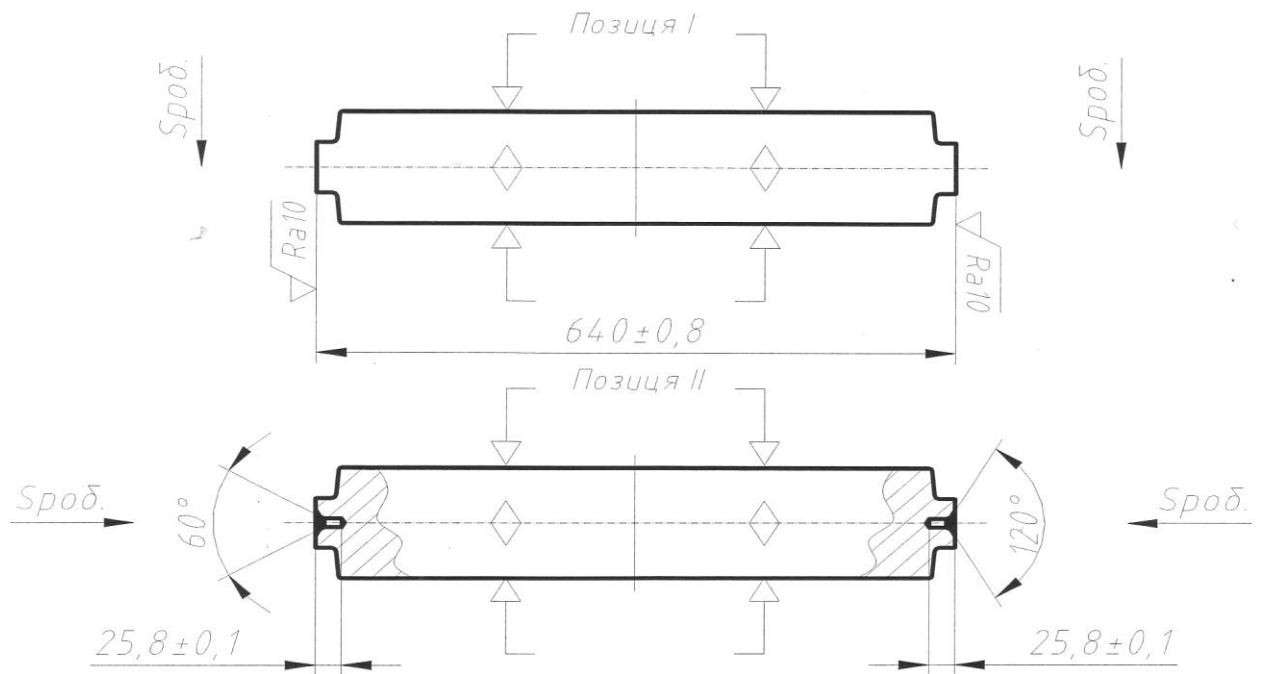


Рисунок 1.4.8 – Ескіз обробки деталі операція №010

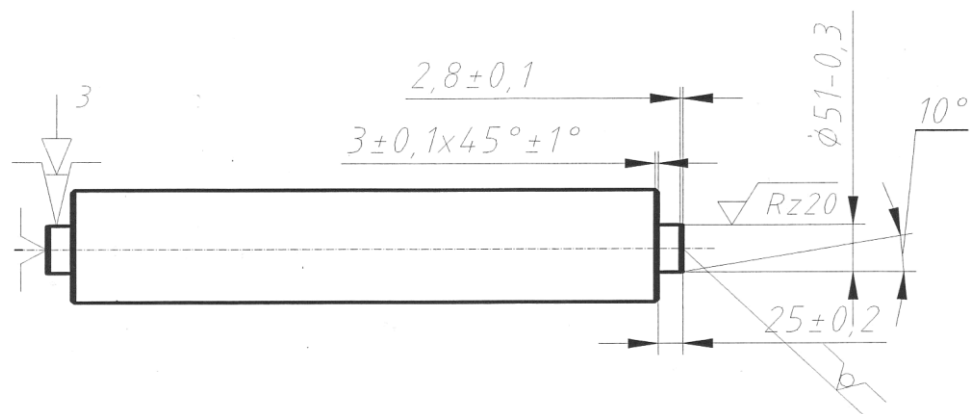


Рисунок 1.4.9 – Ескіз обробки деталі операція №020

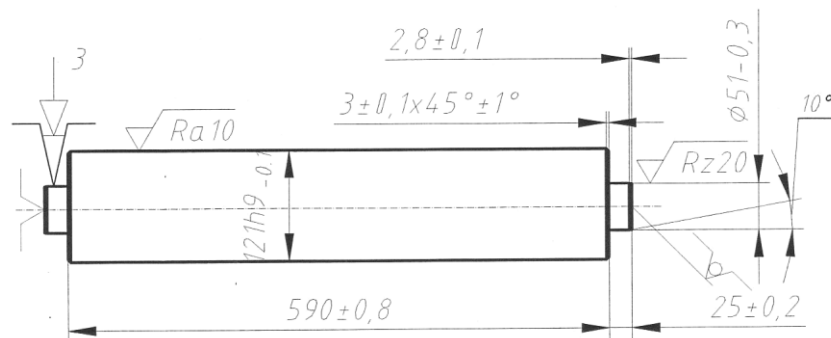


Рисунок 1.4.10 – Ескіз обробки деталі операція №030

Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-047.00.000 ПЗ

Арк.

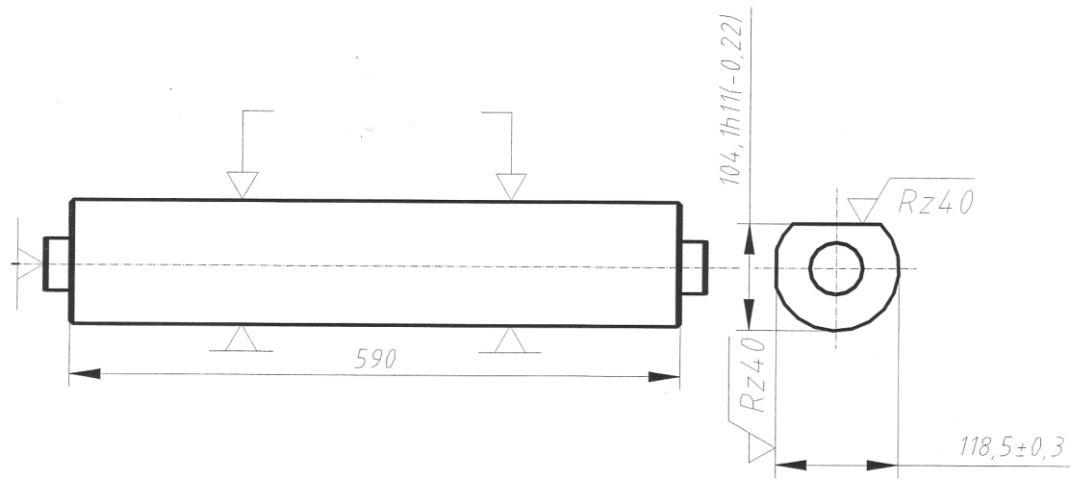


Рисунок 1.4.11 – Ескіз обробки деталі операція №040

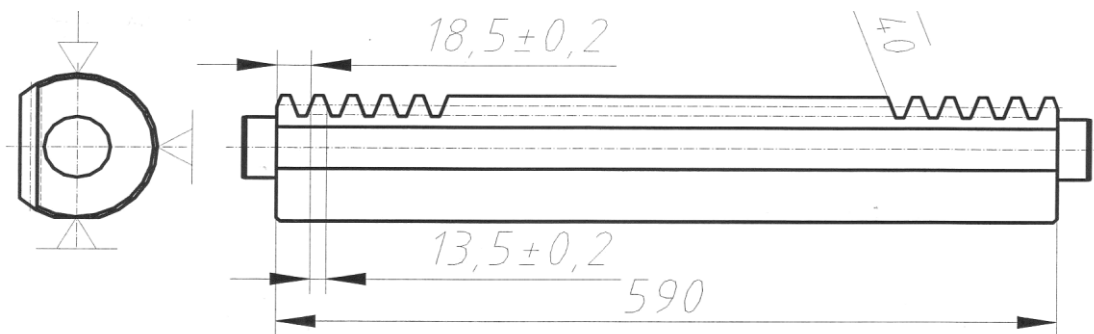


Рисунок 1.4.12 – Ескіз обробки деталі операція №050

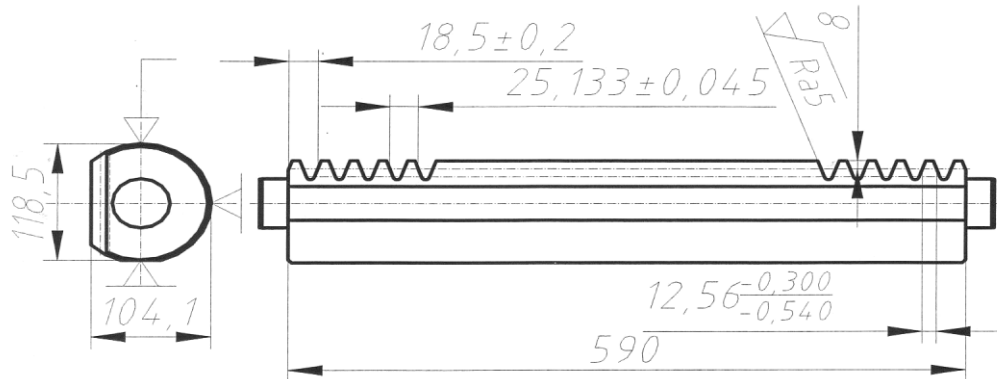


Рисунок 1.4.13 – Ескіз обробки деталі операція №055

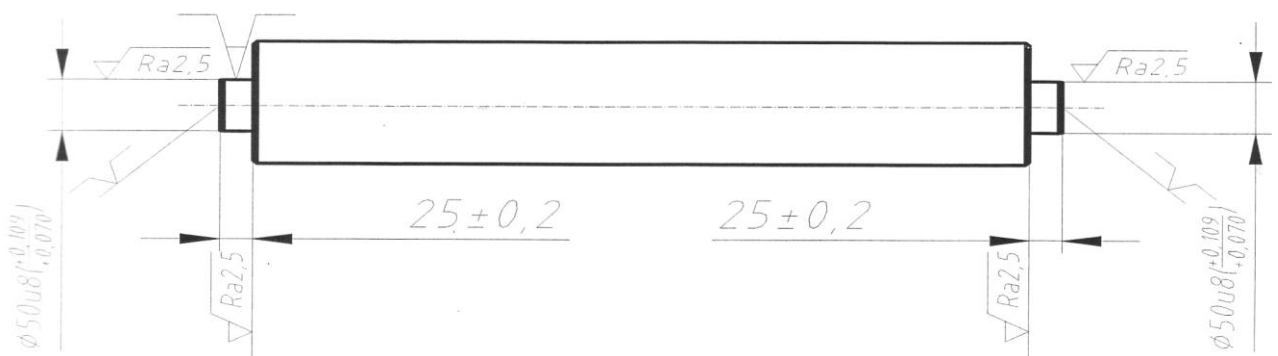


Рисунок 1.4.14 – Ескіз обробки деталі операція №090

					БР.ПМ-047.00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата			

### 1.4.3 Технічне обґрунтування проектного варіанту маршруту механічної обробки

В даному розділі порівняємо ефективність використання базової технології і декілька можливих, та приймемо остаточне рішення про найраціональніший. Критерієм оптимальності процесу є мінімум приведених витрат на одиницю продукції.

Ми будемо перевіряти ефективність використання на операції №020 токарного верстату моделі SL-20 з системою ЧПК Haidenhain. Порівнюючи з базовим варіантом для даної операції використовується токарно-гвинторізний верстат з ЧПК моделі SL-20 з цифровою індикацією перед набором координат. На даній операції обробляється контур деталі.

Будемо порівнювати 2 варіанти технологічного процесу при обробці на токарно-гвинторізнму верстаті з ЧПК та при обробці на токарному патронно-центровому верстаті з ЧПК.

Порівнюємо два варіанти технологічного процесу обробки отворів. Вихідні дані для розрахунків наведені в таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 – Вихідні дані техніко-економічного обґрунтування маршруту обробки

Показники	Варіанти	
	1М63БФ101	SL-20
Штучний час $T_{шт}$ , год.	0,28	0,273
Число запусків деталей в рік $A$	3	3
Число операцій в кожному запуску $V_0$	1	2
Коефіцієнт корисного використання $\eta$	0,59	0,85
Підготовчо-заключний час $T_{пз}$ , год.	0,31	0,31
Коефіцієнт, що враховує клас точності обладнання $\mu$	1	1
Складність ремонту електротехнічної частини $R_E$	41	41
Площа яку займає обладнання $S$ , м <sup>2</sup>	4,4	3,8
Площа яку займає система ЧПК $S_y$ , м	1,5	
Коефіцієнт додаткових площ $u$	5	4,5
Число верстатів що обслуговує одним: верстатником $d$ наладчиком $d_1$	1	2
	2	2
Фонд часу $\Phi_0$ , год.	3890	3890

					БР.ПМ-047.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.5 Розробка операційної технології

### 1.5.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Розрахунок припусків на зовнішню циліндричну поверхню в розмір  $\varnothing 121h9$ .  
На решта оброблюваній поверхні призначаємо припуски та допуски згідно ГОСТ 7505-74.

Технологічний маршрут обробки поверхні  $\varnothing 121h9$  складається:

- чорнове точіння;
- чистове точіння;
- тонке точіння.

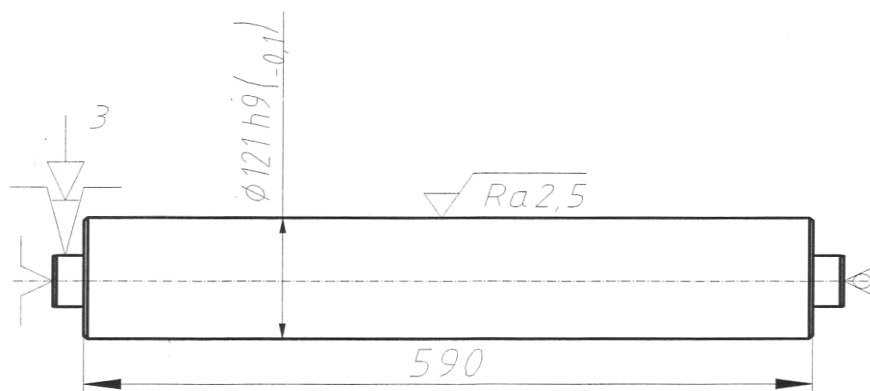


Рисунок 1.5.1 – Ескіз обробки деталі "Рейка зубчата ПЭА 01.40.01.603А"

Оскільки обробка здійснюється в центрах то похибка установки в радіальному напрямі вибираємо для перших переходів:  $\epsilon=320$  мкм.

Для  $\varnothing 121h9$ .

Сумарне значення просторових похибок для штампованих заготовок розраховуємо по формулі:

$$\Delta_z = \sqrt{\Delta_{к.о.}^2 + \Delta_y^2},$$

де  $\Delta_{к.о.}$  - загальна кривизна заготовки, яка визначається за формулою:

$$\Delta_{к.о.} = \Delta_{к.} \cdot l$$

де  $\Delta_{к.}$  - питома кривизна стержня, мкм на 1 мм довжини,  $\Delta_{к.}=3$  мкм/мм;

$l=640$  мм - довжина деталі;

$$\Delta_{к.о.}=1,6 \cdot 640=1024 \text{ мкм},$$

$\Delta_y$  - похибка центрування, яка визначається по формулі:

$$\Delta_{к.о.} = 0,25 \cdot \sqrt{\delta^2 + 1} = 0,25 \cdot \sqrt{2,8^2 + 1} = 0,744 \text{ мм},$$

					БР.ПМ-047.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $\delta$  - допуск на діаметр базової заготовки, яка використовується при зацентровані,  $\delta=2,8$  мм [12] табл. 23, стор.146.

Отже,

$$\Delta_3 = \sqrt{1,024^2 + 0,744^2} = 1,266 \text{ мм} = 1266 \text{ мкм},$$

Кінцева величина просторових відхилень складає наступну величину:

$$\Delta_{\text{напівчистове}} = k_1 \cdot \Delta_3 = 0,6 \cdot 1266 = 759,6 \text{ мкм},$$

$$\Delta_{\text{чистове}} = k_2 \cdot \Delta_{\text{напівчистове}} = 0,4 \cdot 759,6 = 30,38 \text{ мкм},$$

де  $k_1, k_2$  - коефіцієнти уточнення в залежності від виду обробки.

Параметри шорсткості поверхонь після механічної обробки для заготовок, що отримали шляхом штампування і глибина дефектного шару подані в таблиці 1.5.1.

Таблиця 1.5.1 – Параметри шорсткості поверхонь після механічної обробки

Вид обробки	$R_z$ , мкм	T, мкм
Чорнове точіння	50	30
Чистове точіння	12,5	25

Розрахунки мінімальних значень припусків здійснюємо по формулі:

$$2Z_{\min} = 2(R_{z(i-1)} + T_{i-1} + \rho_{i-1}),$$

Обрахунки зводимо в таблицю 1.5.2.

Таблиця 1.5.2 Розрахунок припусків на поверхню в розмір  $\varnothing 121$  та  $\varnothing 50$

Технологічна операція та перехід	Квалітет точності	Клас шорсткості Клас точності мкм				Найменше значення припуску мкм	Допуск мм	Граничні розміри мм		Граничні припуски мм	
		$R_z$	$h$	$\Delta$	$\varepsilon$			dmin	dmax	2Zmax	2Zmin
Заготовка	16	320	350	1266	320		4	125,0	129,0		
Точіння чорнове	12	50	30	759,6		3952	0,4	121,03	121,5	8,5	3,0
Точіння чистове	9	12,5	25	30,38		136,6	0,1	120,9	121,0	0,5	0,2
Всього						4088,6				9	3,2

Перевірку виконуємо по формулі:

$$2Z_{\max} - 2Z_{\min} = Td_i - Td_{i-1},$$

					БР.ПМ-047.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ø121h9

0,400	=	0,400
0,2500	=	0,133
0,100	=	0,100

Таблиця 1.5.3 - Припуски і допуски на оброблюваній поверхні деталі "Рейка зубчата ПЭА 01.40.01.603А".

Поверхні	Розмір	Припуск мм		Допуск
		Табличний	Розрахунковий	
3	Ø121h9	-	5,8	+2,7 -1,3
4	Ø50u8	2-3,0	-	+2,4 -1,2
1	640	2-1,9	-	+3,7 -1,9
2	590	2-1,9	-	+4,2 -2,1

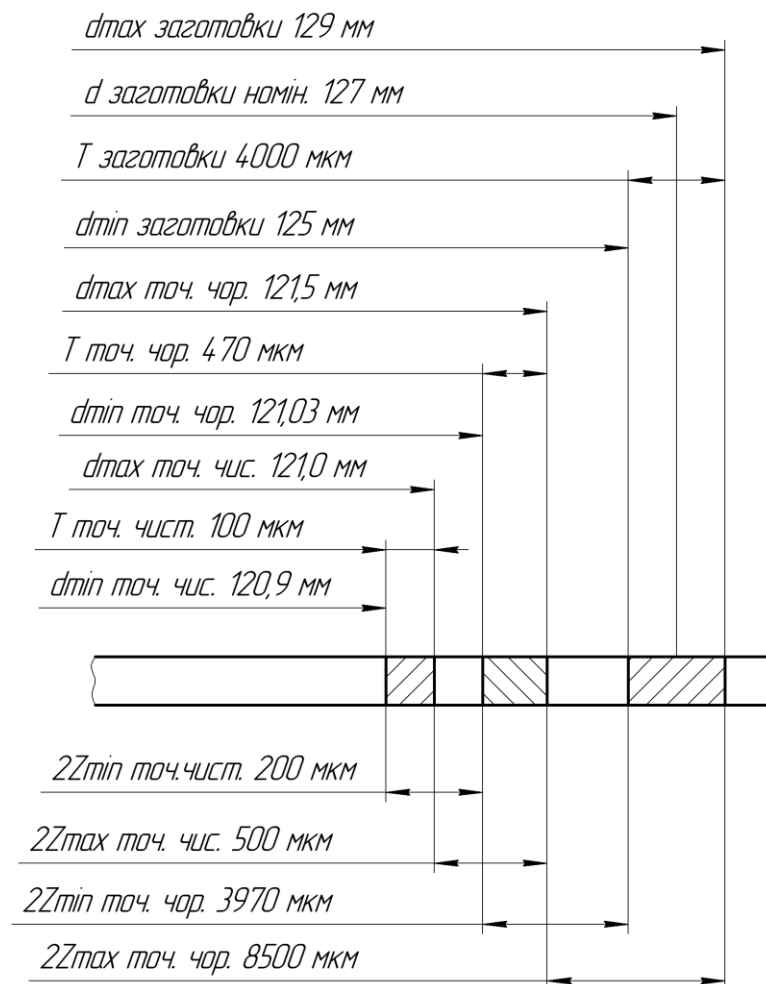


Рисунок 1.5.2 - Схема графічного розташування припусків та допусків для обробки валу Ø121h9.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-047.00.000 ПЗ					

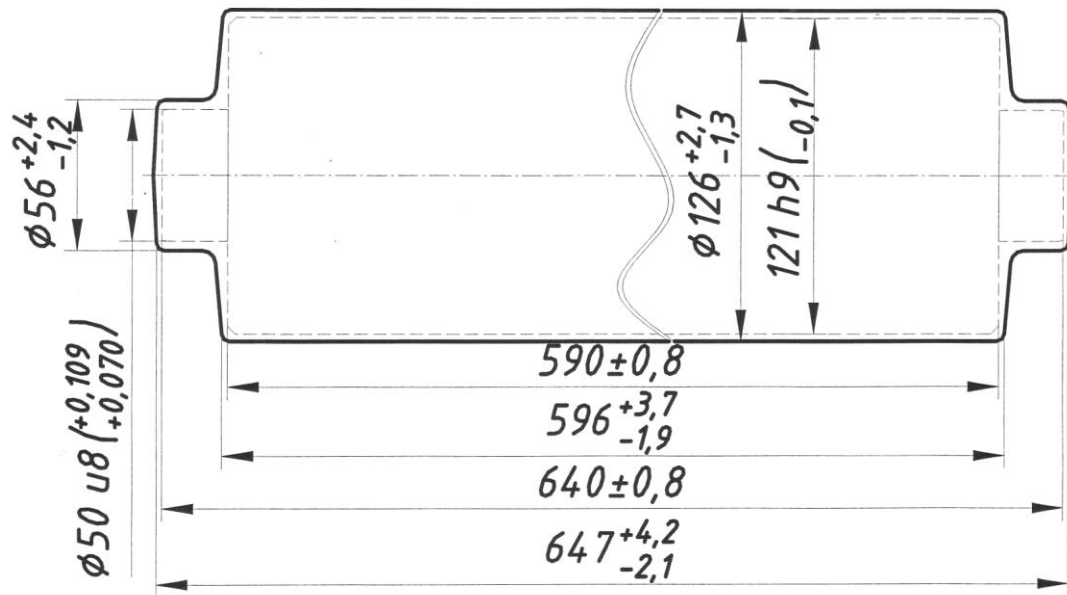


Рисунок 1.5.3 – Ескіз заготовки

### 1.5.2 Розрахунок режимів різання

Для здійснення даної операції вибираємо торцеву фрезу  $\phi 100$  з механічним кріплення п'ятигранних твердосплавних пластин праворіжуча  $z=6$  ГОСТ22085-76, твердосплавні пластини виконані з матеріалу Т15К6.

Операцію виконуємо на верстаті Klopff Korradі UW5 / TNC 155.

Визначаємо елементи різання:

- глибина різання  $t=17$  мм;
- ширина фрезерування  $b=85$  мм (згідно схеми обробки);
- подача на зуб  $S_z=0,13$  мм/зуб.

Розрахунок швидкості різання виконуємо по формулі:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v,$$

де  $C_v$ ,  $q$ ,  $m$ ,  $x$ ,  $y$ ,  $u$ ,  $p$  – коефіцієнт і показники степенів, які враховують тип інструменту, матеріал інструменту і оброблюваної деталі;

$D$  - діаметр фрези,  $D=100$  мм;

$T$  - стійкість інструменту,  $T=100$  хв.;

$t$  - глибина різання,  $t=9$  мм;

$B$  - ширина фрезерування,  $B=63$  мм;

$S_z$  - подача на один зуб фрези,  $S_z=0,13$  мм/зуб;

$z$  - кількість зубів фрези,  $z=6$  шт.;

					БР.ПМ-047.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}$$

$K_v$  - загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, який враховує фактичні умови різання:

де  $K_{mv}$  - коефіцієнт, який враховує якість оброблюваного матеріалу:

$$K_{mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^n ;$$

де  $K_{\Gamma}$  - коефіцієнт, який характеризує групу сталі по оброблюваності,  $K_{\Gamma}=1,0$ ;

$n$  - показник степені,  $n=1,0$  ;

$K_{nv}$  - коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки,  $K_{nv}=1,0$ ;

$K_{uv}$  - коефіцієнт, який враховує матеріал інструмента,  $K_{uv}=1,0$ ;

$$K_{mv} = 1 \cdot \left( \frac{750}{880} \right)^{1,0} = 0,85,$$

$\sigma_B$  - межа витривалості,  $\sigma_B=880$  МПа, див. табл. 1.2 п. 1.1;

$$K_v = 0,85 \cdot 1 \cdot 1 = 0,85,$$

$C_v=332$ ,  $q=0,2$ ,  $x=0,1$ ,  $y=0,4$ ,  $u=0,2$ ,  $p=0$ ,  $m=0,2$ ;

$$v = \frac{332 \cdot 100^{0,2}}{180^{0,2} \cdot 9^{0,1} \cdot 0,13^{0,4} \cdot 63^{0,2} \cdot 6^0} \cdot 0,85 = 233 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо розрахункову частоту обертання фрези:

$$n_p = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 233}{3,14 \cdot 100} = 7741,6 \text{ хв}^{-1}.$$

Коректуємо значення розрахункової частоти обертання фрези згідно паспортних даних верстату моделі Kloppe Korrad UW5 / TNC 155, і фактична частота обертання становить наступну величину  $n_{\Phi}=630$  об/хв..

Здійснюємо розрахунок сил різання за формулою , для головної складової сили різання , при фрезеруванні - колова сила:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp},$$

де  $C_p=825$ ,  $x=1,0$ ,  $y=0,75$ ,  $u=1,1$ ,  $q=1,3$ ,  $w=0,2$ .

$K_{mp}$  - коефіцієнт на якість оброблюваного матеріалу:

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{880}{750} \right)^{0,3} = 1,04,$$

$n=0,3$  .

					БР.ПМ-047.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 9^{1,0} \cdot 0,13^{0,75} \cdot 63^{1,1} \cdot 6}{100^{1,3} \cdot 630^{0,2}} \cdot 1,04 = 6618,3 \text{ Н.}$$

Фактична швидкість різання:

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n_\phi}{1000} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 630}{1000} = 197,92 \text{ хв}^{-1}.$$

Визначаємо ефективну потужність:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{6618,3 \cdot 197,92}{1020 \cdot 60} = 21,4 \text{ кВт.}$$

Вибір обладнання

Обробка здійснюється на вертикально-фрезерному верстаті моделі Klorr Korradi UW5 / TNC 155

Паспортні дані:

Розміри робочої поверхні стола, мм:

довжину	1000
ширина	600

Найбільше переміщення стола, мм:

повздовжні (по осі X)	1000
поперечні (по осі Y)	600
вертикальні	500

Відстані від торця шпинделя до поверхні стола 30÷490

Відстані від вертикальної направляючої до осі шпинделя 450

Кількість T- подібних пазів 3

Ширина T- подібного пазу 18H10

Переміщення гільзи з шпинделем 150

Внутрішній конус шпинделя (конусність 7:24) 50

Число ступенів шпинделя 18

Число обертів шпинделя в хв<sup>-1</sup> 40÷8000

Число ступенів подач стола безступеневе регулювання

Подача стола, мм/хв.:

повздовжня та поперечна 3÷7000

вертикальні та гільзи зі шпинделем 3÷7000

					БР.ПМ-047.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Потужність головного електродвигуна, кВт	7,5
Загальна потужність всіх електродвигунів, кВт	32
Габаритні розміри, мм (довжина×ширина×висота)	2800 x 3200 x 2500 мм
Вага ,кг	4000
Пристрій ЧПК	Haidenhain TNC 426 CB

### Розрахунок режимів різання для токарної операції №020.

Для виконання даної операції вибираємо токарний збірний прохідний різець з механічним кріпленням тригранної твердосплавної пластини клином 25x25x140 з твердосплавною пластинкою Т5К10. Глибина різання складає  $t=(D-d)/2=(126-121)/2=2,5$  мм. Подача  $S=0,8$  мм/об.

Операцію виконуємо на верстаті SL-20.

Швидкість при точінні визначаємо по формулі:

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

Стійкість інструменту  $T=60$  хв.

$C_v=340$ ;  $x=0,15$ ;  $y=0,45$ ;  $m=0,2$ .

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\phi v},$$

$$K_{mv} = K_c \cdot \left( \frac{750}{\sigma_c} \right)^{nv} = 1 \cdot \left( \frac{750}{880} \right)^1 = 0,85.$$

$K_c=1,0$ ,  $n_v=1,0$ ;  $K_{nv}=0,8$ , с.263;  $K_{uv}=0,65$ , с.263;  $K_{\phi v}=0,7$ ;

$$K_v = 0,85 \cdot 0,8 \cdot 0,65 \cdot 0,7 = 0,3,$$

$$v = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,3 = 82,9 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 82,9}{3,14 \cdot 121} = 218,1 \text{ хв}^{-1}.$$

Згідно паспортних даних верстата коректуємо значення фактичної частоти і вона складає наступну величину  $n_{\phi}=218 \text{ хв}^{-1}$ , фактична швидкість  $v_{\phi}=82,89 \text{ м/хв.}$

Визначаємо головну складову сили різання -  $P_z$  Н:

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

					БР.ПМ-047.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{qp} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp};$$

$$C_p=300; x=1; y=0,75; y=-0,15;$$

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma_6}{750} \right)^n = \left( \frac{880}{750} \right)^{0,75} = 1,12;$$

$$n=0,75, K_{qp}=0,89, K_{\gamma p}=1,0, K_{\lambda p}=1,0, K_{rp}=1,0.$$

$$K_p=1,12 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0=0,996;$$

$$P_z=10 \cdot 300 \cdot 2,5^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 82,89^{-0,15} \cdot 0,996=3257,34 \text{ Н.}$$

Визначаємо потужність різання при точінні:

Вибір обладнання

Обробка здійснюється на токарному верстаті з ЧПК SL-20

Паспортні дані:

Найбільший оброблюваний діаметр заготовки, мм:

над станиною	584
над супортом	241
Найбільше довжина деталі мм:	708
Найбільше переміщення супорта мм:	
поперечні (по осі X)	203
поперечні (по осі Y)	708
Число ступенів шпинделя	безступеневе регулювання
Число обертів шпинделя в хв <sup>-1</sup>	20÷2500
Число ступенів подач	безступеневе регулювання
Подача, мм/мін:	
повздовжня	3÷1200
поперечна	1,5÷6000
Потужність головного електродвигуна, кВт	15
Кількість ріжучих інструментів	10
Габаритні розміри, мм (довжина×ширина×висота)	2650,0 × 1780,0 × 1800,0
Вага, кг	4200
Пристрій ЧПК	Haidenhain

Решта режимів різання визначені табличним методом.

					БР.ПМ-047.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.5.4 - Режими обробки деталі "Рейка зубчата ПЭА 01.40.01.603А"

№ опер	Назва, зміст операції, переходів	Режими обробки						
		$V$	$n$	$S$		$t$	$L$	
		м/хв	хв. <sup>-1</sup>	мм/об	мм/хв	мм	мм	
1	2	3	4	5	6	7	8	
010	Фрезерно-центрувальна							
	1)Фрезерувати торці	100	500	0,4	200	2,5	58	
	2)Центрувати	24	800	0,058	46,4	5	25,8	
020	Токарна							
	1)Проточити заготовку Ø58 до Ø53 на довжину 24,5	85	459	0,5	229,5	2,5	25	
	2)Зняти фаску Ø51 $\angle 10^\circ \pm 1^\circ$ на довжину 2,8±0,1, проточити заготовку Ø53 до Ø51 на довжину 25, підрізати торець до Ø115, зняти фаску на Ø125 розміром 6±0,1 $\angle 45^\circ \pm 1^\circ$	175,5	446	0,35	156,1	1,0	36	
030	Токарна							
	1)Проточити заготовку Ø58 до Ø53 на довжину 24,5	85	459	0,5		2,5	25	
	2)Проточити заготовку Ø126 до Ø121 на довжину 592	82,89	218	0,8	174,4	2	592	
	3)Зняти фаску Ø51 $\angle 10^\circ \pm 1^\circ$ на довжину 2,8±0,1, проточити заготовку Ø53 до Ø51 на довжину 25, підрізати торець до Ø115, зняти фаску на Ø121 розміром $\angle 3 \pm 0,1 \angle 45^\circ + 1^\circ$ , проточити заготовку Ø121 31 до Ø121 на довжину 592	175,5	461	0,35	161,5	1,0-0,31	623	
040	Фрезерна							
	1)Фрезерувати лиску 1 з Ø121 h=118 довжиною 590	197,92	630	0,78	491	3	590	
	2)Фрезерувати лиску 2 з Ø121 h=112 довжиною 590	197,92	630	0,78	491	9	590	
	3)Фрезерувати лиску 2 з h=112 до h=104 довжиною 590	197,92	630	0,78	491	8	590	
050	Зубодовбальна							
	Зарізати 22 зуба модулем m8 начорно	13,5	52	0,7		6	130	
060	Зубодовбальна							
	Зарізати 22 зуба модулем m8 начисто	20	77	0,35		2	130	
070	Термічна							
080	Шліфувальна							
	1)Шліфувати шийку 1 вала l=25 Ø50	31,5	1590/200	0,2	40	0,3	25	
	2)Шліфувати шийку 2 вала l=25 Ø50	31,5	1590/200	0,2	40	0,3	25	

### 1.5.3 Розрахунки пов'язані з підготовкою карти наладки

Карту наладки розробляємо на токарну операцію з ЧПК. На даній операції виконуємо обробку скоса під кутом  $10^\circ$  проточку шийки Ø51 і поверхні Ø121 на верстаті моделі SL-20 з системою ЧПК Haidenhain. Для виконання даної частини бакалаврської роботи використаємо спеціально розроблений програмний продукт, який автоматично розраховує опорні точки, також є можливість автоматичного розрахунку режимів різання, а також автоматично пропонує стандартний маршрут обробки конструктивного елемента деталі; при необхідності можна додати

								Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-047.00.000 ПЗ			

потрібний різальний інструмент.

При програмуванні за допомогою програми "PowerMill" необхідно підготувати такі вихідні дані: геометрія розташування та конструкція елемента що обробляється, так наприклад, як в нашому випадку - обробку скоса під кутом  $10^\circ$  довжиною 2мм. шийка  $\varnothing 51$  на довжину 25мм. і поверхні  $\varnothing 121$  на 590мм. Задається площина безпеки - відстань від площини деталі до уявної площини до якої різальний інструмент рухається на швидкій подачі, і вона складає 2 мм. Задають робочу систему координат (РСК) - вихідне положення різального інструменту відносно системи координат деталі.

Після завантаження всіх даних в автоматичному режимі створюється керуюча програма, яка наведена в додатку.

#### 1.5.4 Нормування технологічного процесу

Наведемо приклад здійснення нормування фрезерно-центрувальної операції, а на решта операцій розрахунки зведемо в таблиці 1.5.6.

Визначаємо основний (технологічний) час по формулі:

$$t_o = \frac{l + l_1 + l_2}{n \cdot S} \cdot i, \text{ хв.}$$

де,  $l$  - довжина поверхні що оброблюється (визначаємо з креслення),  $l = 58\text{мм}$ ;

$l_1$  - величина врізання та перебігу,  $l_1 = 31\text{ мм}$ ;

$l_2 = 2\text{ мм}$  - центрування;

$l = 25,8\text{ мм}$  - довжина центрального отвору;

$i$  - кількість проходів,  $i = 1$ ;

$n = 500\text{ хв}^{-1}$  - частота обертання фрези;

$n = 800\text{ хв}^{-1}$  - частота обертання центрувального свердла;

$S = 0,4\text{ мм/об}$  - робоча подача фрези;

$S = 0,058\text{ мм/об}$  - робоча подача свердла;

$l_2 = 0$  - додаткова довжина на взяття пробної стружки.

$$t_{o\phi} = \frac{58 + 31}{500 \cdot 0,4} \cdot 1 = 0,45\text{ хв.},$$

$$t_{oц} = \frac{25,8 + 2}{800 \cdot 0,058} \cdot 1 = 0,6\text{ хв.}$$

					БР.ПМ-047.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо допоміжний час:

А) допоміжний час на встановлення та зняття деталі на 1 встановлення. Час на встановлення та зняття деталі вагою 45,17 кг на призми з пневмозатиском рівна 0,16 хв;

Б) допоміжний час, який пов'язаний з переходом  $t_{пер}$  (для даної операції визначають на всю операцію)  $t_{пер}=0,3$  хв;

В) допоміжний час на контрольні вимірювання –  $t_{вим}=0,2$  хв.

Отже, загальний допоміжний час визначаємо по формулі:

$$T_{\partial}=t_{вст}+t_{пер}+t_{вим}=0,16+0,3+0,2=0,66 \text{ хв.}$$

Визначаємо час на обслуговування робочого місця, віддих та особисті потреби:

А) час на обслуговування робочого місця складає  $T_{обс}=3,5\%$  від оперативного часу:

$$T_{опер}=T_o+T_{\partial}=1,05+0,66=1,71 \text{ хв.},$$

$$T_{обс.роб.м.}=1,71 \cdot 3,5\%=0,06 \text{ хв.}$$

Б) час перерв та особистих потреб при роботі на верстаті з механічною подачею складає 4% від оперативного часу:

$$T_{п.ос.п.}=1,71 \cdot 4\%=0,07 \text{ хв.},$$

Визначаємо норму штучного часу:

$$T_{шт} = (T_o + T_{\partial}) \cdot \left( 1 + \frac{a_{обс.с.} + a_{отп}}{100} \right),$$

$$T_{шт} = (1,05 + 0,66) \cdot \left( 1 + \frac{3,5 + 4}{100} \right) = 1,84 \text{ хв.}$$

Визначаємо підготовчо-заключний час:

Підготовчо-заключний час складається з часу на наладку верстату, інструменту і пристрою. При установці нашої деталі в лещата на фрезерно-центрувальний напівавтомат даний час складає 10 хв. Та з часу на отримання інструменту і пристрою до початку та на здачу їх після закінчення роботи складає 5 хв.:  $T_{пз}=10+5=15$  хв.

Всі решта норми часу зводимо в таблицю 1.5.6.

					БР.ПМ-047.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.5.6 - Норми часу на технологічний процес обробки деталі "Рейка зубчата ПЭА 01.40.01.603А"

№ опер.	Назва операції	$T_O$	$T_D$			$T_{опер.}$	$T_{шт}$	$T_{пз}$	$T_{шк}$
			$t_{вст}$	$t_{пер}$	$t_{вим}$				
		хв.	хв.	хв.	хв.	хв.	хв.	хв.	хв.
010	Фрезерно-центрувальна	1,05	0,16	0,3	0,2	1,71	1,84	15	2,24
020	Токарна	0,35	0,16	0,2	0,11	0,82	0,87	19	1,37
030	Токарна	14,11	0,16	0,2	0,11	14,58	15,43	19	15,93
040	Фрезерна	4,22	0,14	0,3	0,08	4,74	5,03	12	5,36
050	Зубодовбальна	49,8	0,14	0,03	0,1	50,07	52,17	14	52,54
060	Зубодовбальна	22,1	0,14	0,03	0,1	22,37	23,47	14	23,84
070	Шліфувальна	1,8	0,16	0,02	0,11	2,35	2,49	10	2,76
$\Sigma$									104,04

					БР.ПМ-047.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2 Конструкторська частина

### Розрахунок пристрою для нарізання зубів

#### 2.1 Опис, призначення, будова та робота пристрою

Даний пристрій призначений для здійснення орієнтації і затиску заготовки при виконанні зубодовбальної операції на верстаті моделі ЕЗ-98.

Пристрій складається з таких основних частин:

силова частина - двосторонній пневмоциліндр;

передаточний механізм - два клино-плунжерно-важільних механізми.

Силова частина призначена для створення необхідної сили затиску заготовки, яка передається за допомогою передаточного механізму до заготовки, також даний механізм дає змогу збільшити силу затиску при цьому не збільшуючи діаметр пневмоциліндра.

Принцип роботи пристрою.

Заготовку встановлюють на базовий елемент - опору, при цьому затискні важелі необхідно повернути в сторону для вільного доступу встановлення заготовки. Далі важіль затиску встановлюємо в робоче положення і важелем золотника вмикаємо пневмопривід для затиску заготовки. Штоки пневмоциліндрів тиснуть на клини які рухаються по роликах, що забезпечує малий коефіцієнт тертя, клини передають зусилля плунжерам на кінця яких є ролики, від плунжерів зусилля передається на заготовку через важелі. Після виконання обробки виконують розкріплення в зворотному порядку.

#### 2.2 Розрахунок сили затиску

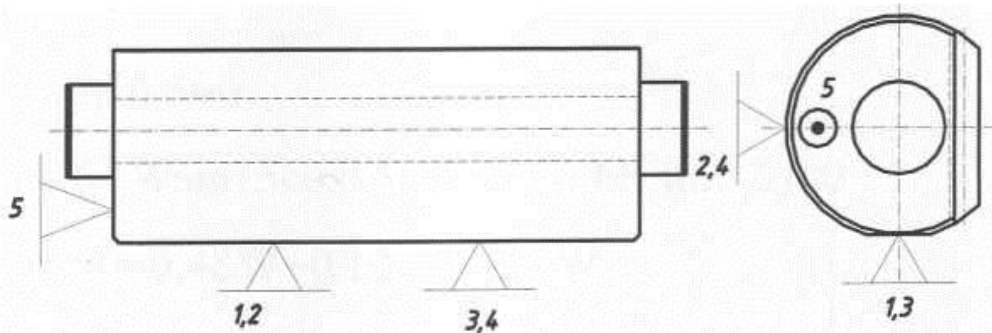


Рисунок 2.1 - Схема установки заготовки Рейка зубчата ПЭА 01.40.01.603А

					БР.ПМ-047.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		



$$P_{\text{пиз}} = \frac{N \cdot \eta \cdot 1020 \cdot 60}{v} = \frac{7,5 \cdot 0,7 \cdot 1020 \cdot 60}{v} = 23800 \text{ Н.}$$

Коефіцієнт запасу визначаємо за наступною формулою:

$$K = k_0(k_1 k_2 k_3 k_4 k_5 k_6),$$

де  $k_0$  - гарантований коефіцієнт запасу надійності затиску,  $k_0 = 1,5$ ;

$k_1$  - коефіцієнт, який враховує збільшення сили різання через випадкові нерівності на заготовці,  $k_1 = 1,2$  ;

$k_2$  - коефіцієнт, який враховує збільшення сили різання від затуплення ріжучого інструменту  $k_2 = 1,6$ ;

$k_3$  - коефіцієнт, який враховує умови обробки при перервному різанні  $k_3 = 1,2$ ;

$k_4$  - коефіцієнт, який характеризує похибку затискного пристрою,  $k_4 = 1$ ;

$k_5$  - коефіцієнт, який враховує степінь зручності розташування рукояток,  $k_5 = 1$ ;

$k_6$  - коефіцієнт, який враховує наявність моментів, які намагаються повернути заготовку на опорах  $k_6 = 5$ .

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,6 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = 5,184.$$

Залежність між силою  $P$  і  $W$ :

$$W = P \cdot i_k \cdot i_g,$$

Де  $P$  - зусилля, що розвивається пневмоциліндром;

$i_k$  - передаточне відношення клиноплунжерного механізму;

$i_g$  - передаточне відношення важеля.

Передаточне відношення важеля складає наступну величину:

$$i_g = 110/110 = 1,0.$$

Передаточне відношення клиноплунжерного механізму визначається по формулі:

$$i_k = 1 / [\text{tg}(\alpha + \varphi_{np}) + \text{tg}\varphi_{1np}].$$

Отже  $i_k = 3,2$  при куті клина  $12^\circ$  .

Визначаємо діаметр поршня пневмоциліндра, необхідного для розвитку даного зусилля:  $P = \rho \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4}$  ;

де  $\rho = 0,4 \text{ Н/мм}^2$  - питомий тиск стисненого повітря в джерелі;

					БР.ПМ-047.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$D$  - діаметр поршня, мм.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot P}{\pi \cdot \rho}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 7353}{3,14 \cdot 0,4}} = 124 \text{ мм.}$$

Приймаємо стандартне значення  $D=125$  мм, фактичне значення зусилля затиску з формули:

$$P = 0,6 \cdot \frac{\pi \cdot 125^2}{4} = 7363 \text{ Н;}$$

$$W = P \cdot i_k = 7363 \cdot 3,2 = 23562 \text{ Н.}$$

### 2.3 Силовий розрахунок слабкої ланки

Визначаємо розміри затискача з умови міцності на згин.

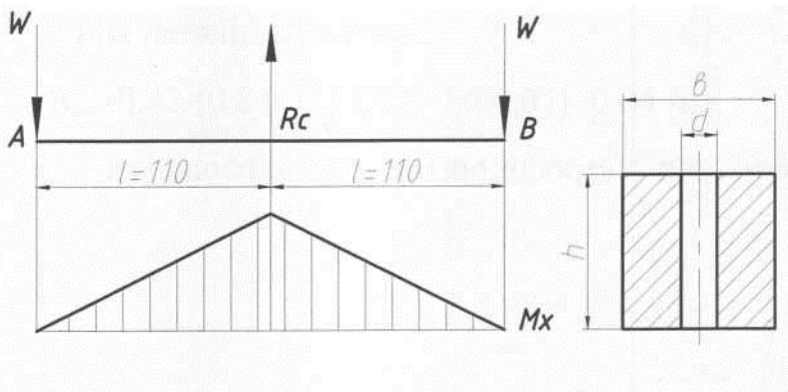


Рисунок 2.3 – Схема дії сил

$$M_x = W \cdot l = 23562 \cdot 110 = 2591814 \text{ Н} \cdot \text{мм};$$

$$W_x = \frac{M_x}{[\sigma]};$$

де  $[\sigma]$  - допустиме напруження на прогин для сталі 45, покращеної,  $[\sigma]=160$  МПа.

З ф-ли.  $W_x = \frac{e \cdot h^2}{6}$  знайдемо  $e$ , конструктивно приймаємо  $h=35$  мм:

$$e = \frac{[\sigma] \cdot W_x}{h^2};$$

$$W_x = \frac{2591814}{160} = 16199 \text{ мм}^3;$$

$$e = \frac{160 \cdot 16199}{35^2} = 55,5 \text{ мм.}$$

Враховуючи отвір під гвинт, приймаємо ширину затискача  $e=80$  мм.

					БР.ПМ-047.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

## 2.4 Розрахунок верстатного пристрою на точність

Розрахункова сумарна похибка приспособлення:

$$\Delta_{\text{пр}} \leq \delta - (K_1 \varepsilon_{\delta} + \Delta_y + K_2 \cdot \varpi),$$

де  $\delta$  - допуск на розмір оброблюваної,  $\delta = 0,22$  мм;

$$K_1 = 0,8 \div 0,85 \text{ - коеф.};$$

$$K_2 = 0,6 \div 1,0 \text{ - коеф.};$$

$\varpi = 0,07$  мм - точність обробки на розмір деталі на даній операції;

$\varepsilon_{\delta}$  - похибка базування,  $\varepsilon_{\delta} < \delta/2 > / 2 = 0,22/2 = 0,11$  мм;

$\Delta_y$  - похибка встановлення деталі,  $\Delta_y = 0,05$  мм.

$$\Delta_{\text{пр}} = 0,22 - (0,8 \cdot 0,11 + 0,05 + 0,6 \cdot 0,07) = 0,04 \text{ мм.}$$

Сумарну похибку приспособлення розподіляють по окремих ланках розмірного ланцюга.

## 2.5 Розрахунок коефіцієнту уніфікації зубодовбального пристрою

Коефіцієнт застосування уніфікованих деталей в пристрої дорівнює:

$$K_{\text{ун.}} = \frac{K_{\text{ст.}}}{K_{\text{заг.}}},$$

де  $K_{\text{ст.}}$  - кількість стандартних деталей у пристрої,  $K_{\text{стан.}} = 114$  шт.;

$K_{\text{заг.}}$  - загальна кількість складових частин пристрою,  $K_{\text{заг.}} = 169$  шт.

$$K_{\text{ун.}} = \frac{114}{169} = 0,67.$$

					БР.ПМ-047.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3 Розроблення керуючої програми для верстата з ЧПК

Для розроблення керуючих програм обробки деталі «Рейка» на верстаті з ЧПК була використана система PowerMill.

Для роботи в програмі необхідні тривимірні моделі деталі та заготовки. Модель рейки була створена з допомогою програми AutoDesk Inventor (рисунок 3.1). Заготовка створюється за габаритами деталі в самій системі PowerMill.

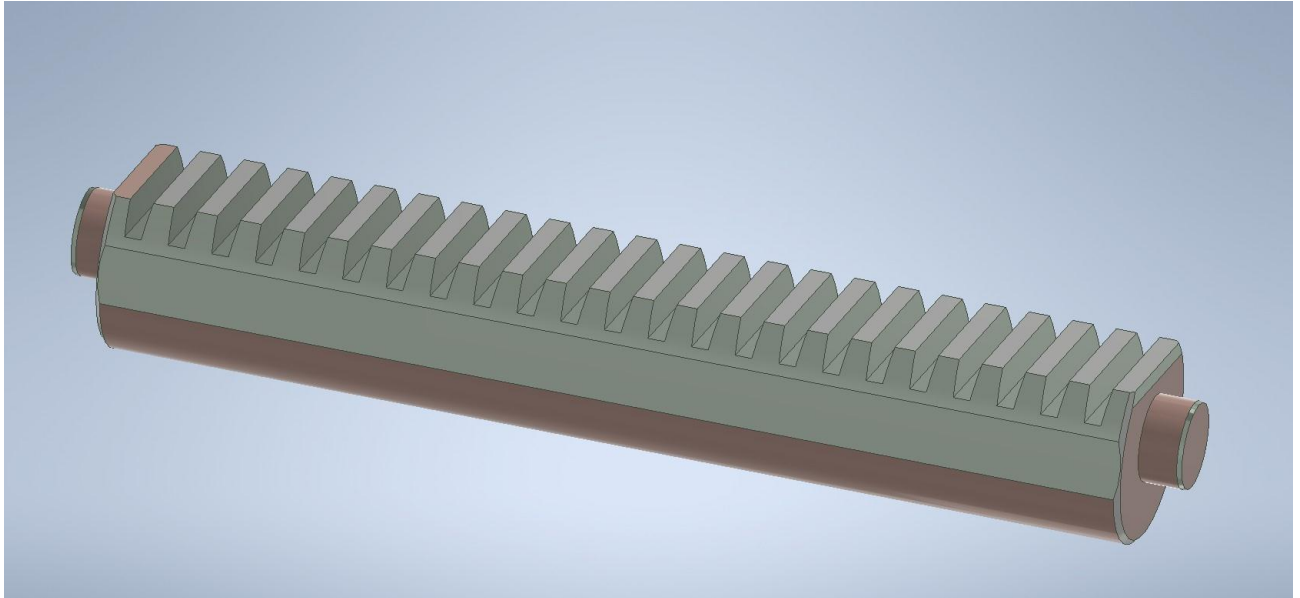


Рисунок 3.1 – Тривимірна модель деталі

Модель для імпорту в PowerMill була збережена в універсальному форматі «\*.igs», а далі імпортована в систему (рисунок 3.2).

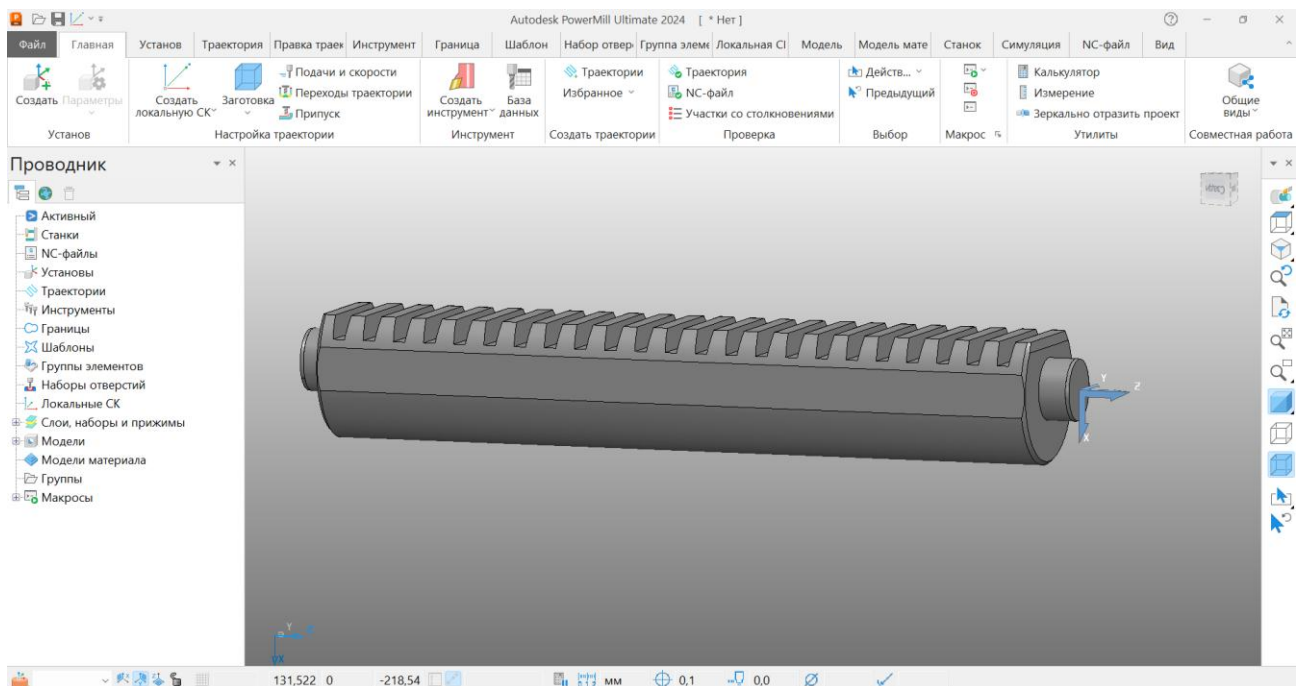


Рисунок 3.2 – Модель деталі, імпортована в систему PowerMill

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

БР.ПМ-047.00.000 ПЗ

Послідовні етапи проектування траєкторій обробки, їх розрахунку для створення керуючих програм обробки на верстаті з ЧПК подано на рисунках 3.3 – 3.38. Розроблені керуючі програми наведені в Додатку.

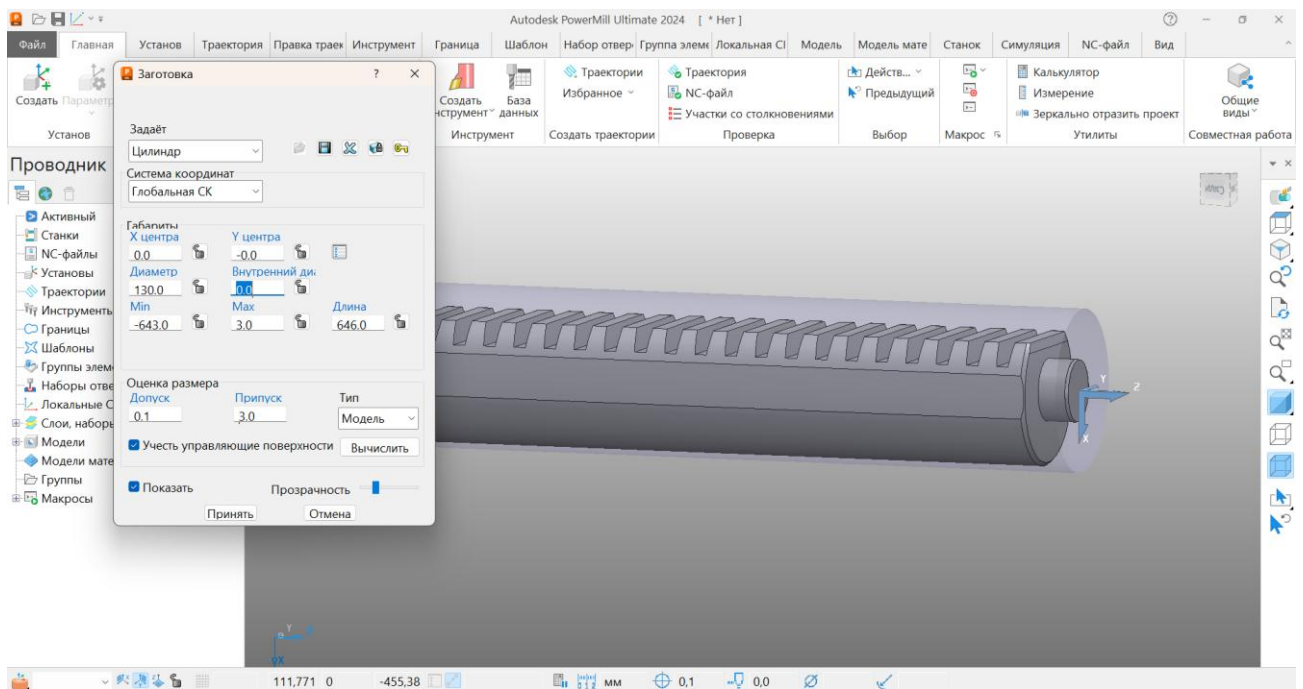


Рисунок 3.3 – Вибір параметрів заготовки

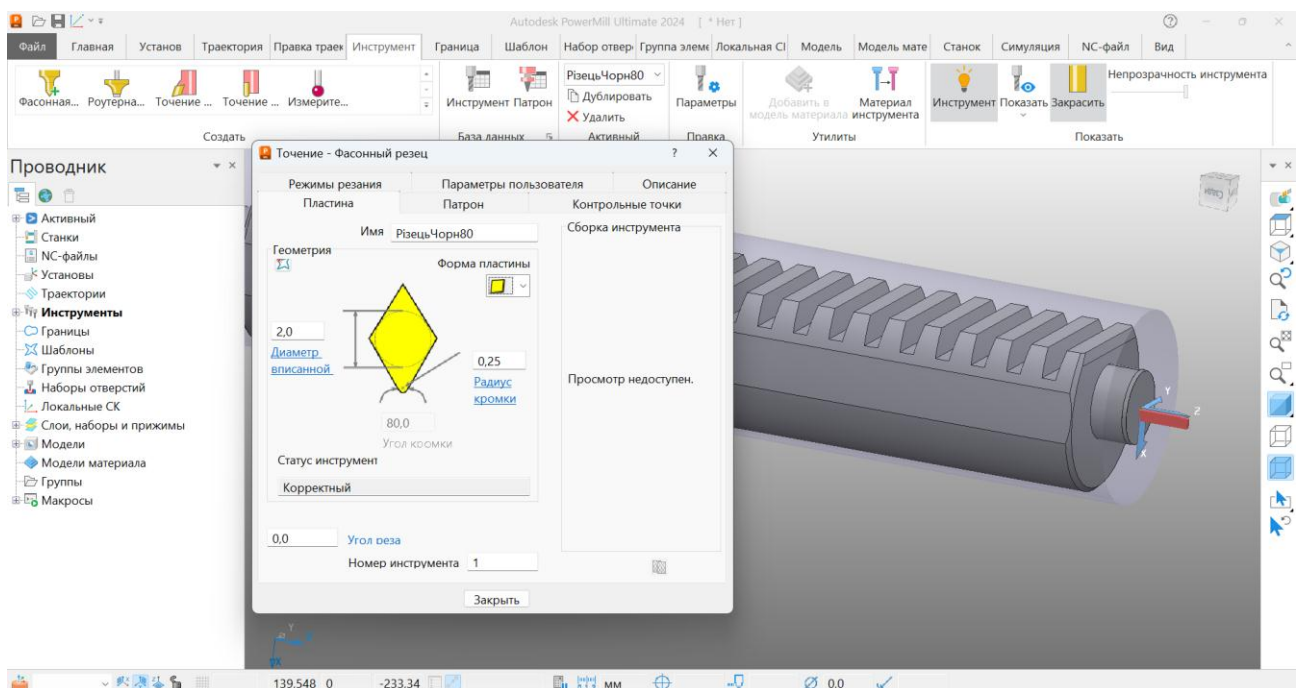


Рисунок 3.4 – Створення моделі чорнового різця

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

БР.ПМ-047.00.000 ПЗ

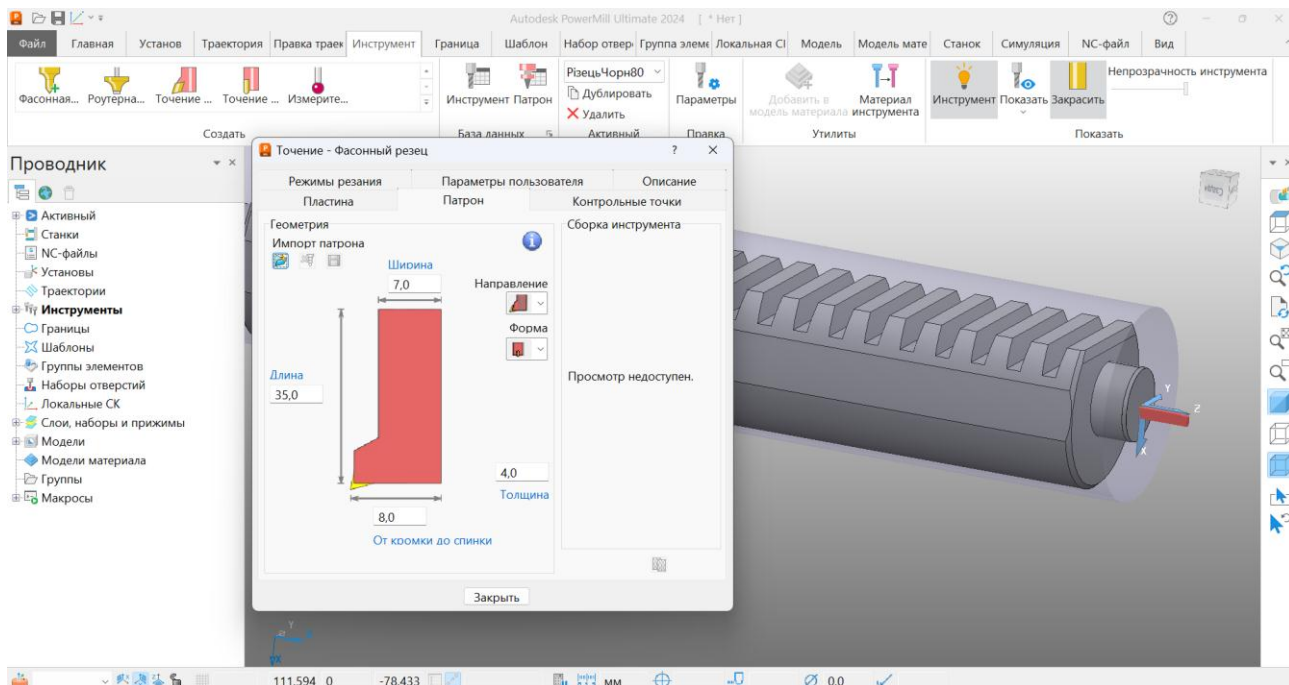


Рисунок 3.5 – Створення державки для моделі різця

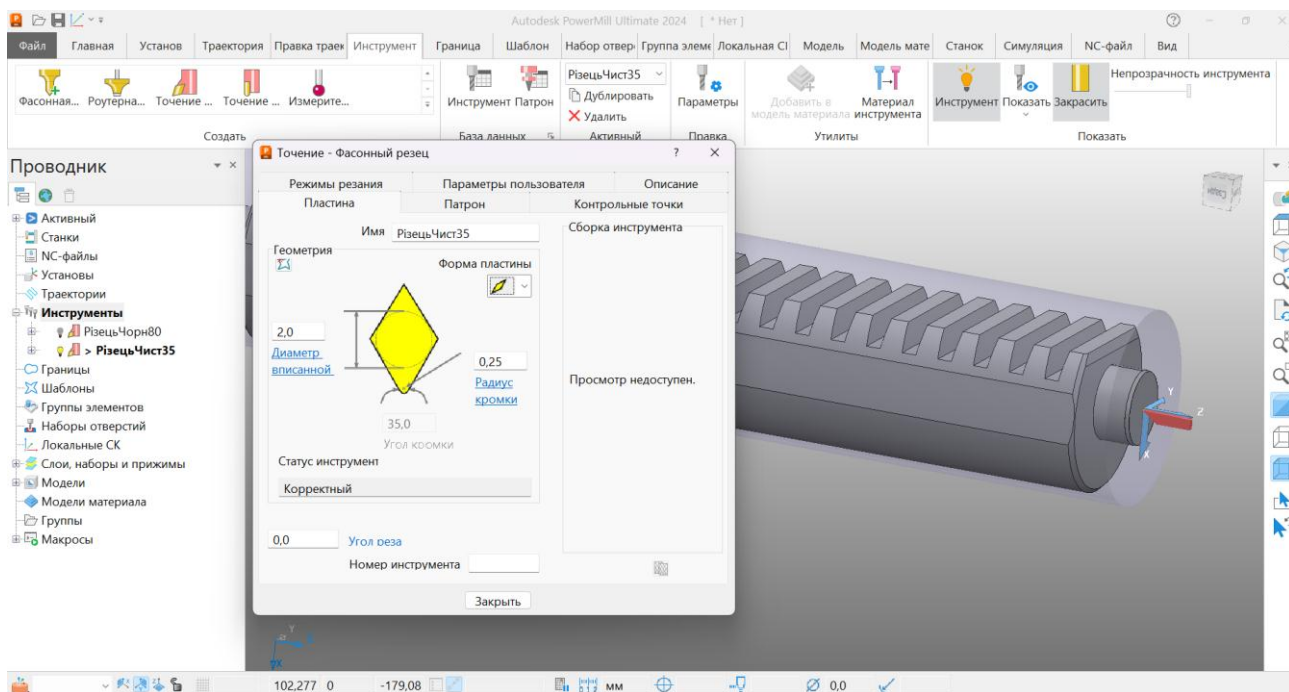


Рисунок 3.6 – Створення моделі чистового різця

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-047.00.000 ПЗ

Арк.



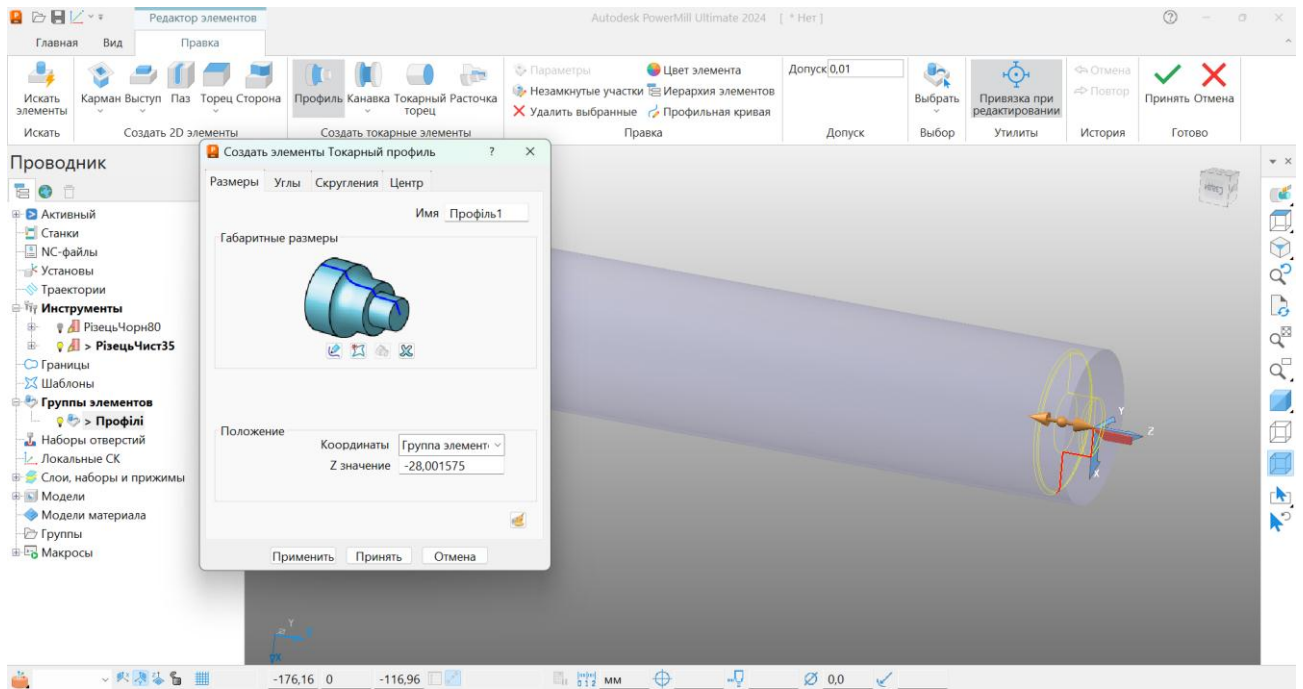


Рисунок 3.9 – Кінцевий вигляд токарного профілю

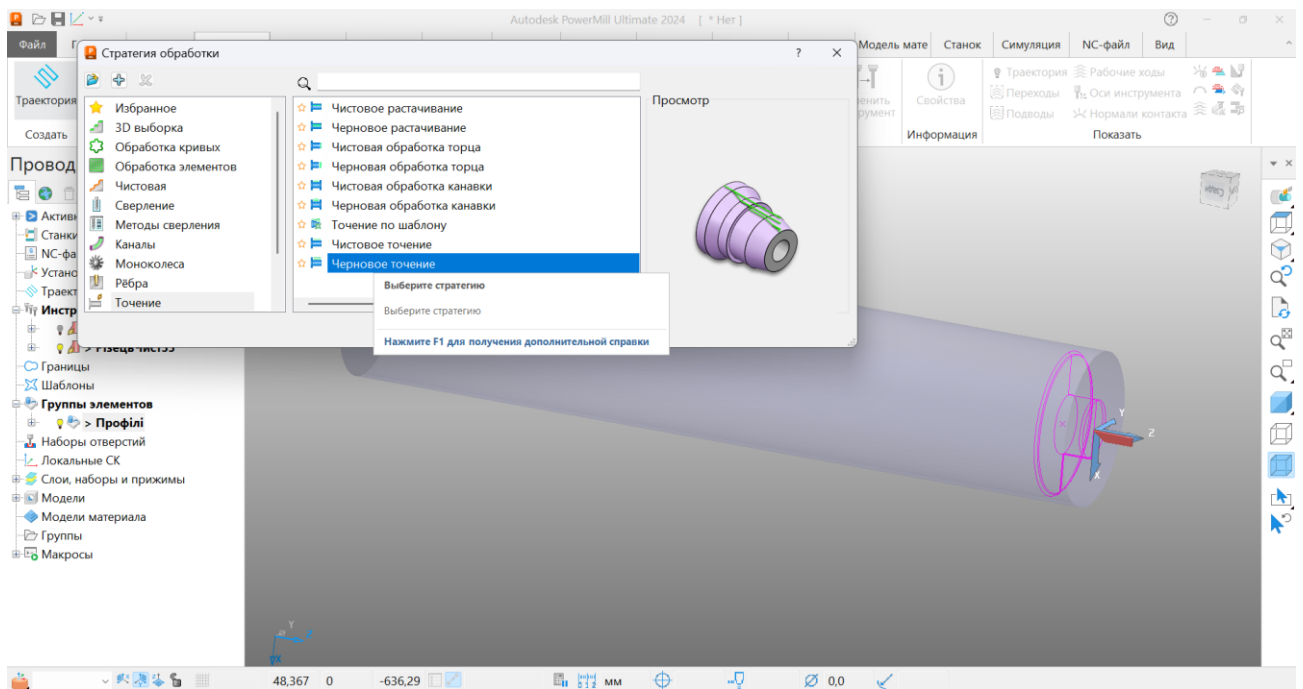


Рисунок 3.10 – Вибір стратегії обробки

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-047.00.000 ПЗ				



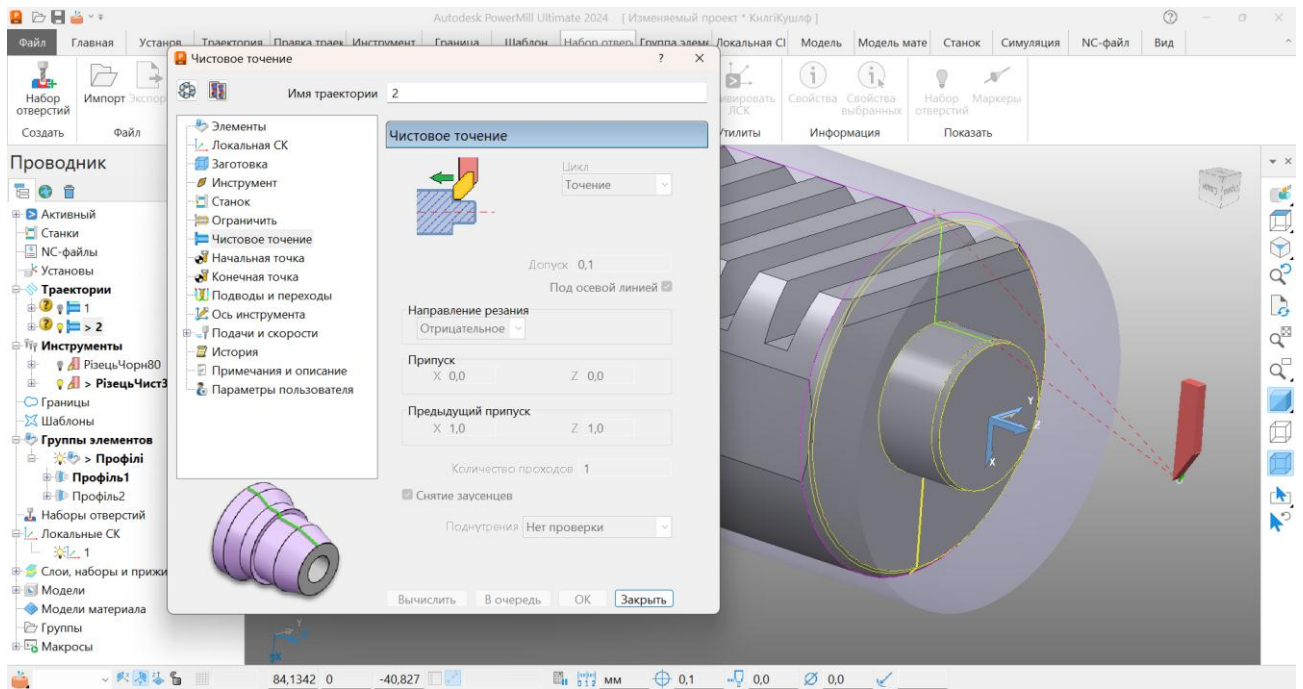


Рисунок 3.13– Проектування чистового точіння

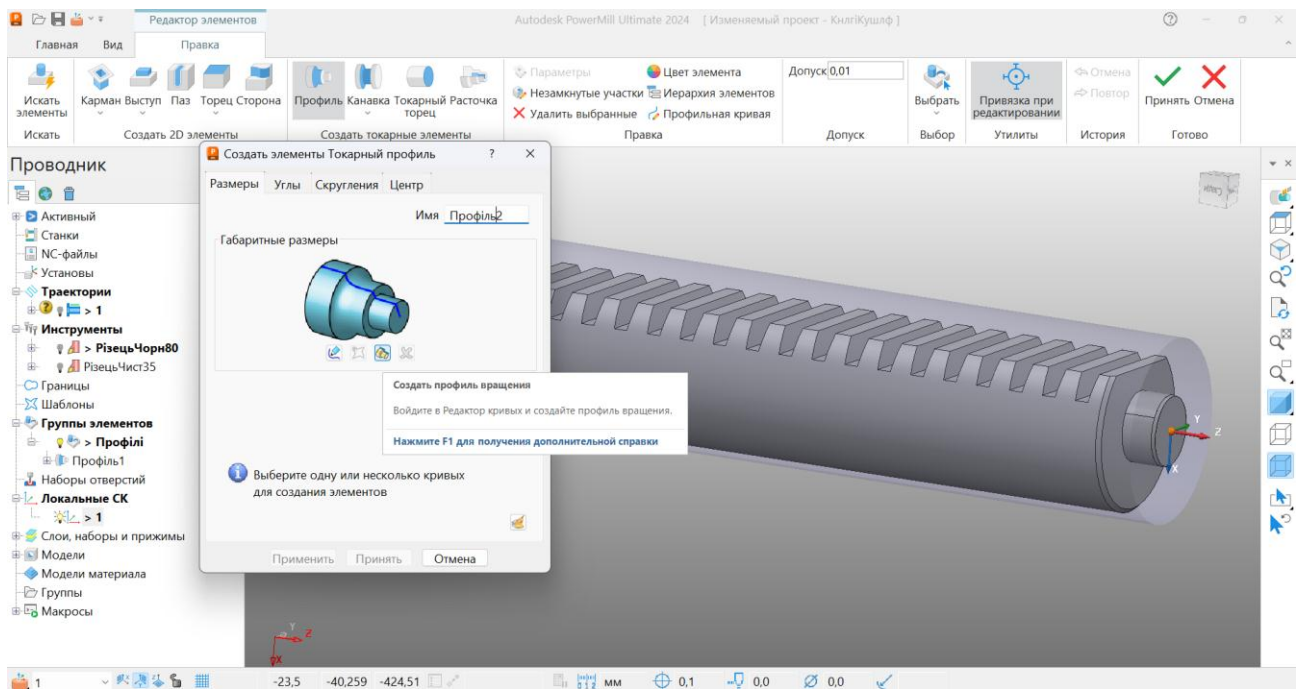


Рисунок 3.14 – Створення елементу «Токарний профіль»

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-047.00.000 ПЗ				



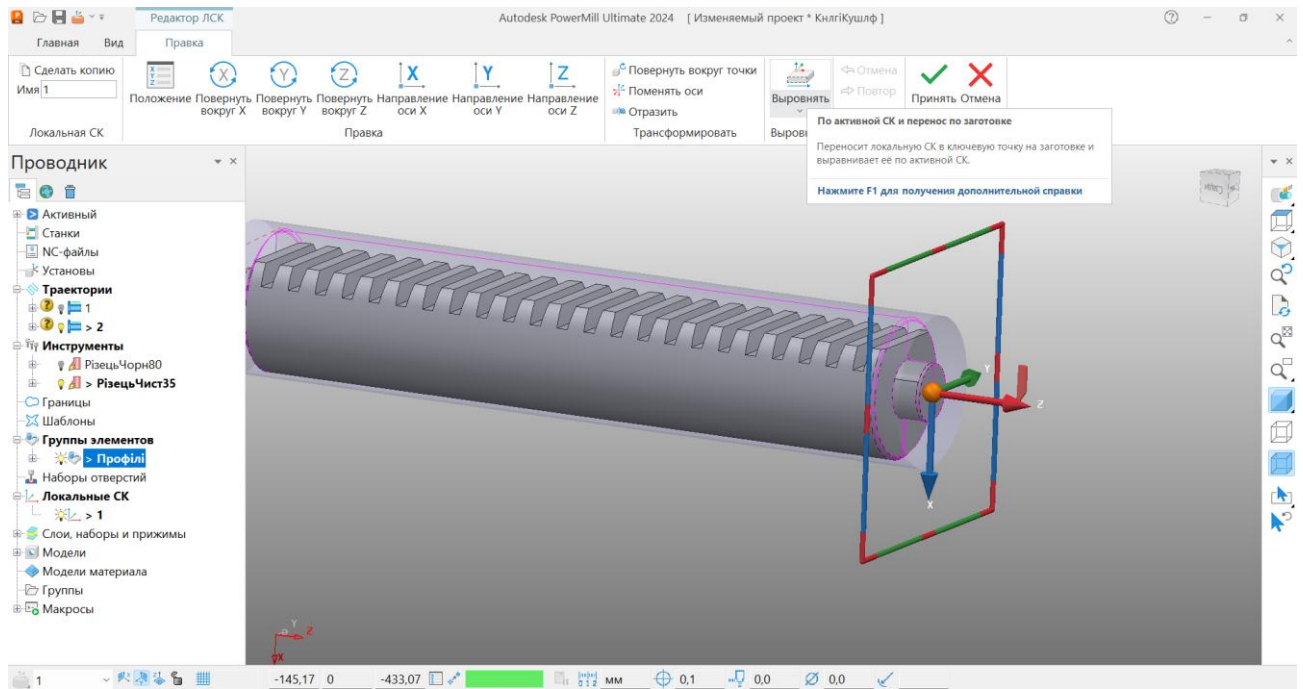


Рисунок 3.17 – Створення локальної системи координат

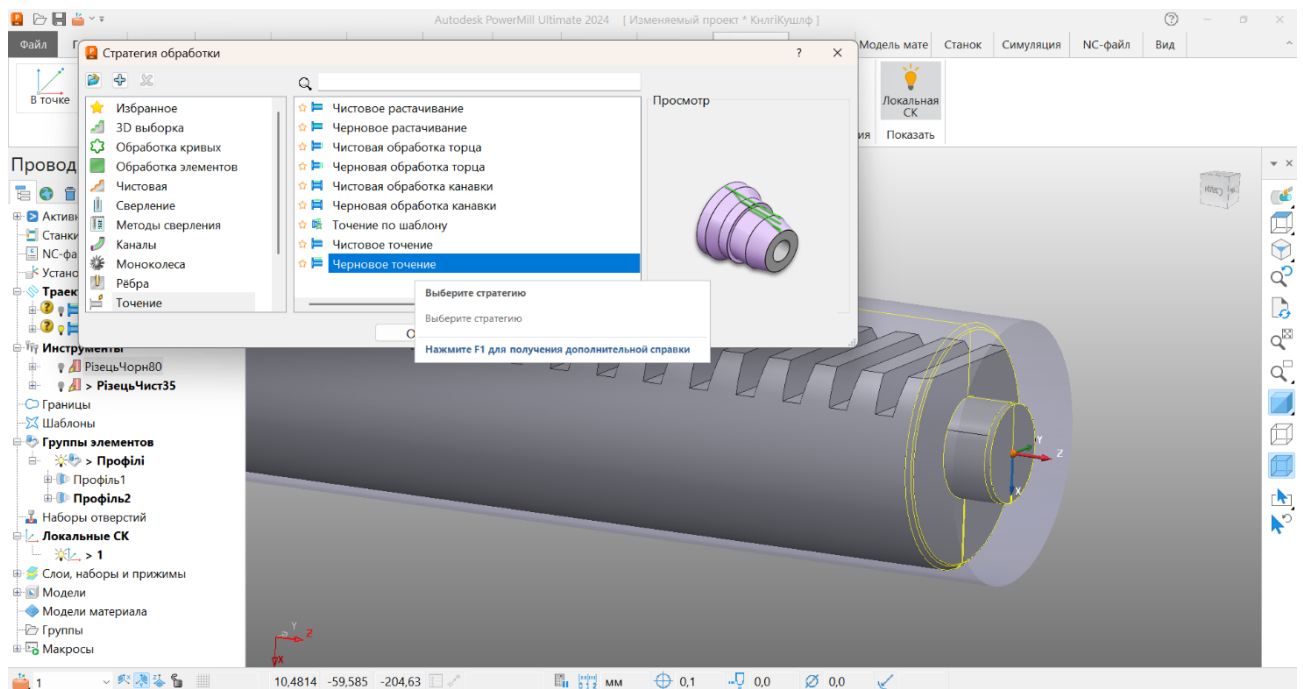


Рисунок 3.18 – Вибір стратегії обробки

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-047.00.000 ПЗ				

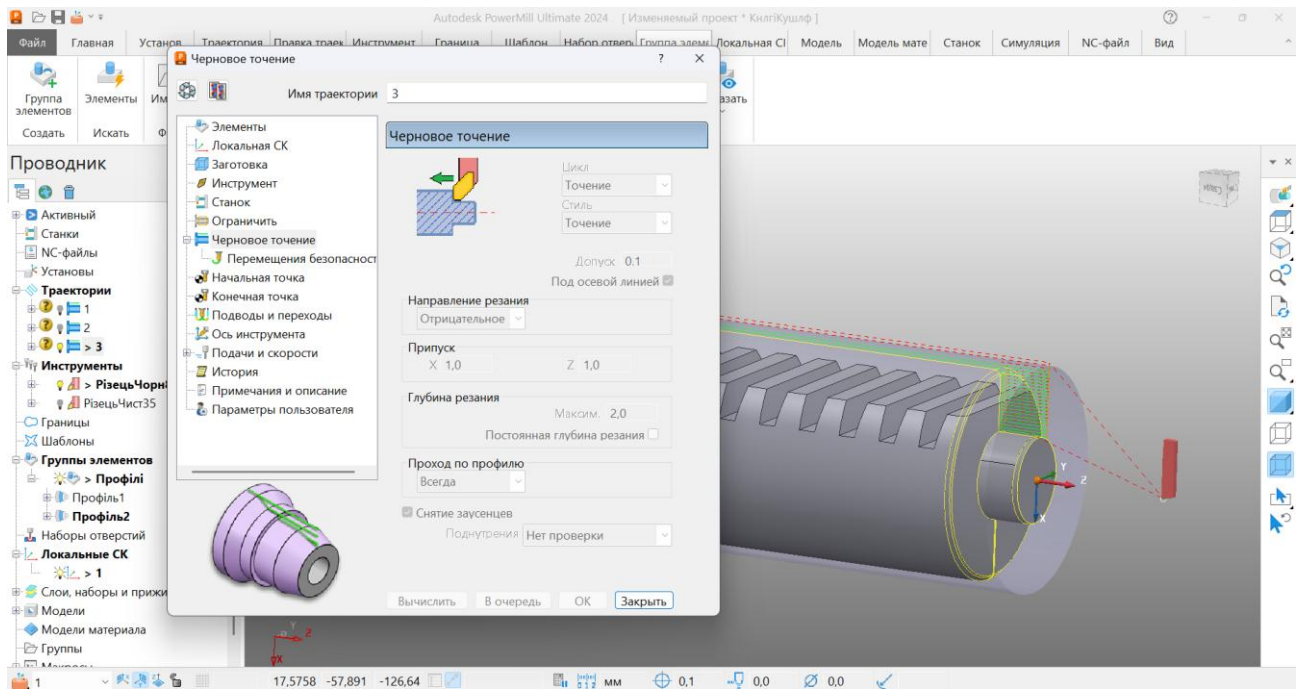


Рисунок 3.19 – Проективання чорнового точіння

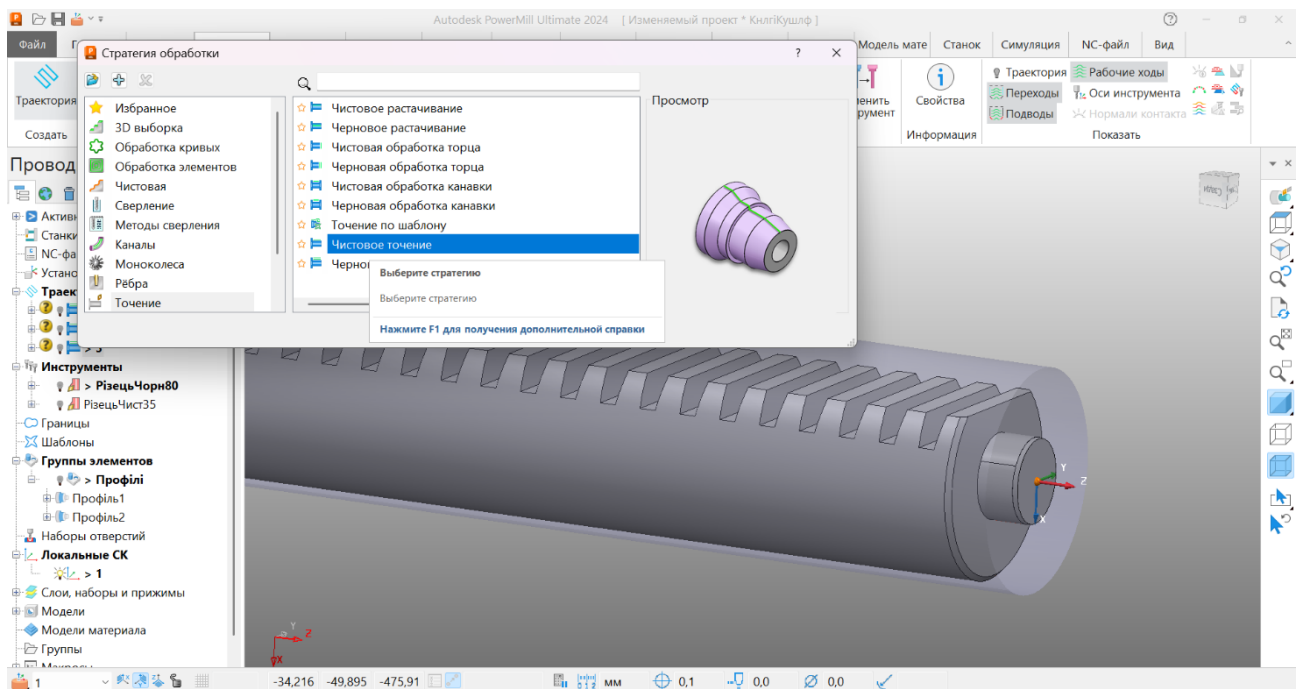


Рисунок 3.20 – Вибір стратегії обробки

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-047.00.000 ПЗ				

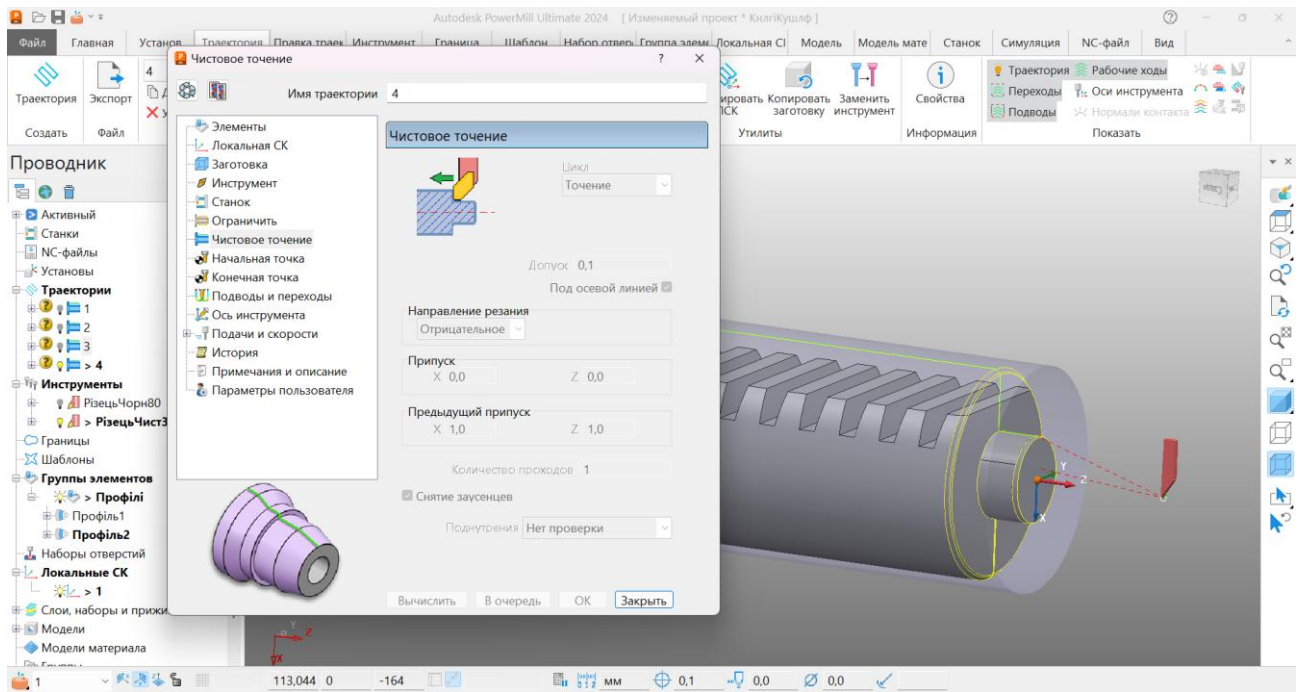


Рисунок 3.21 – Проективання чистового точіння

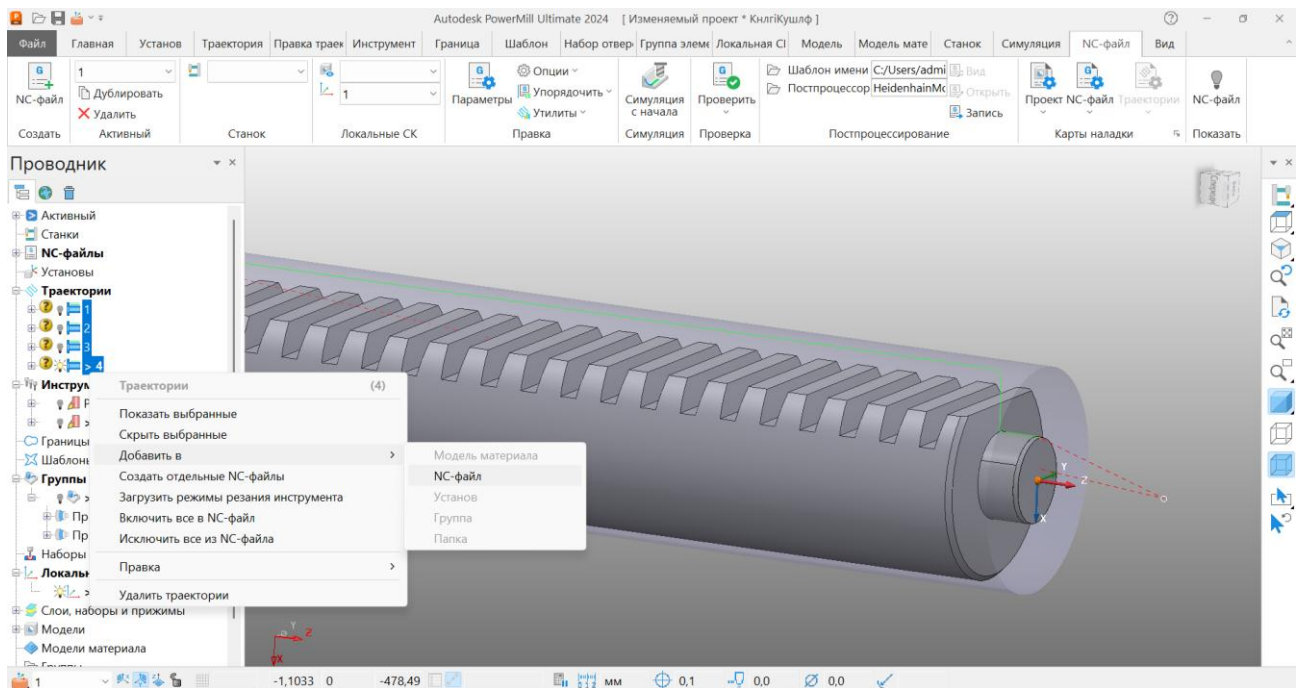


Рисунок 3.22 – Додавання спроектованих траекторій до NC-файлу

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-047.00.000 ПЗ					

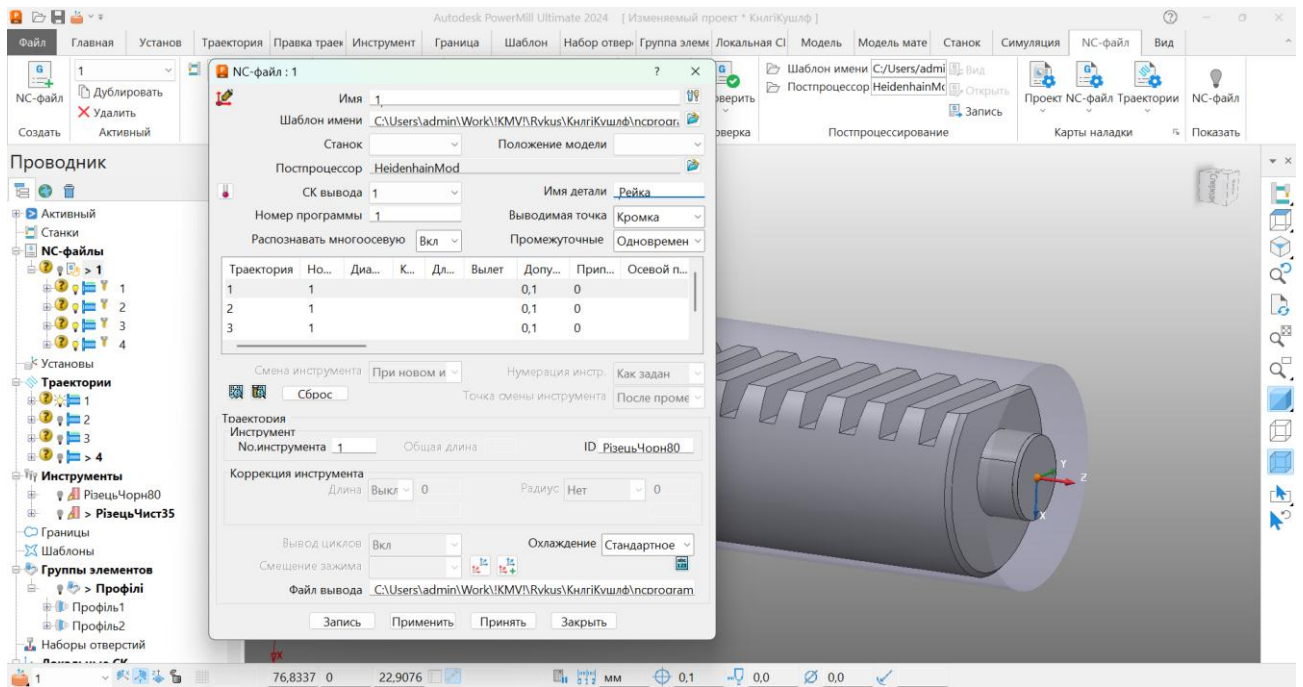


Рисунок 3.23 – Встановлення параметрів NC-файлу

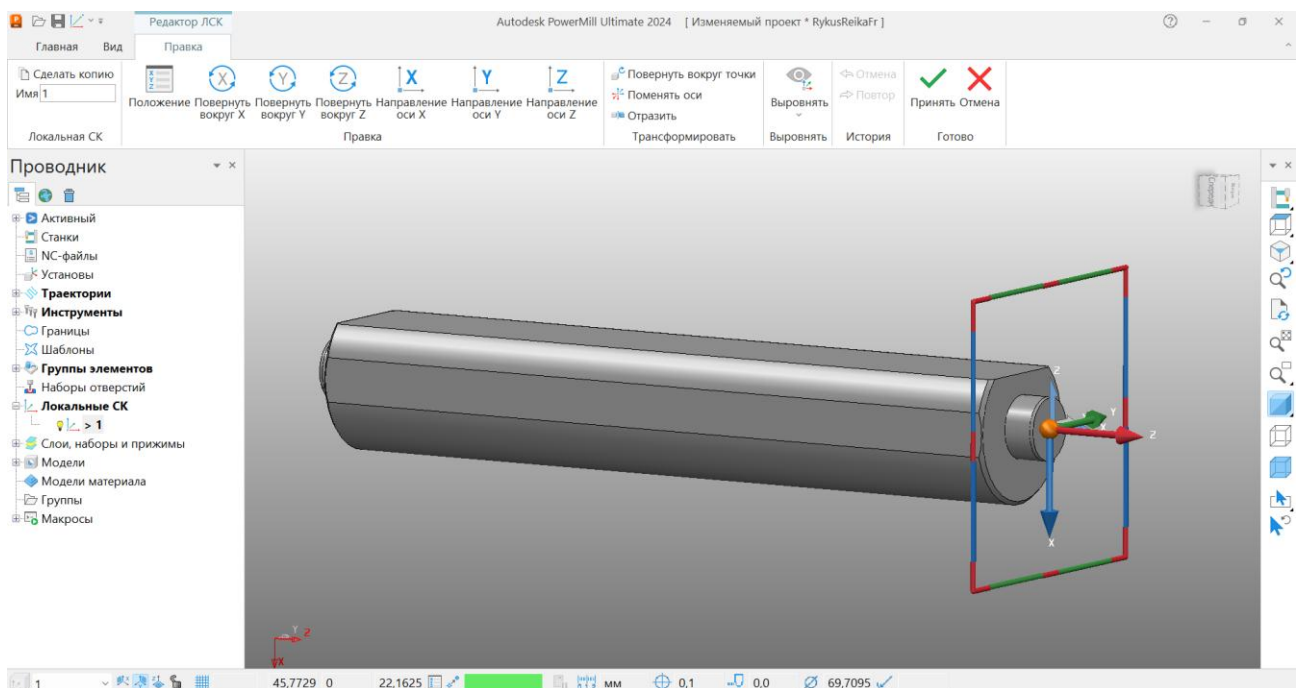


Рисунок 3.24 – Створення локальної системи координат

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-047.00.000 ПЗ				

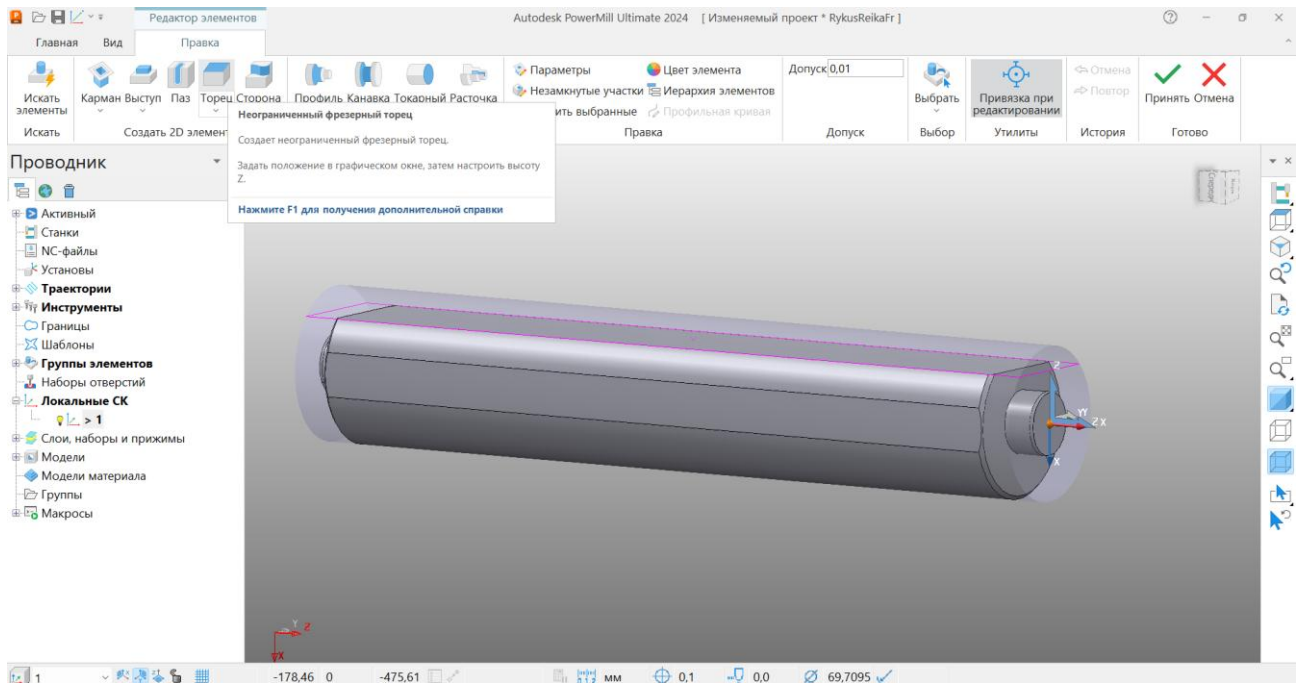


Рисунок 3.25 – Створення елементу «Фрезерний торец»

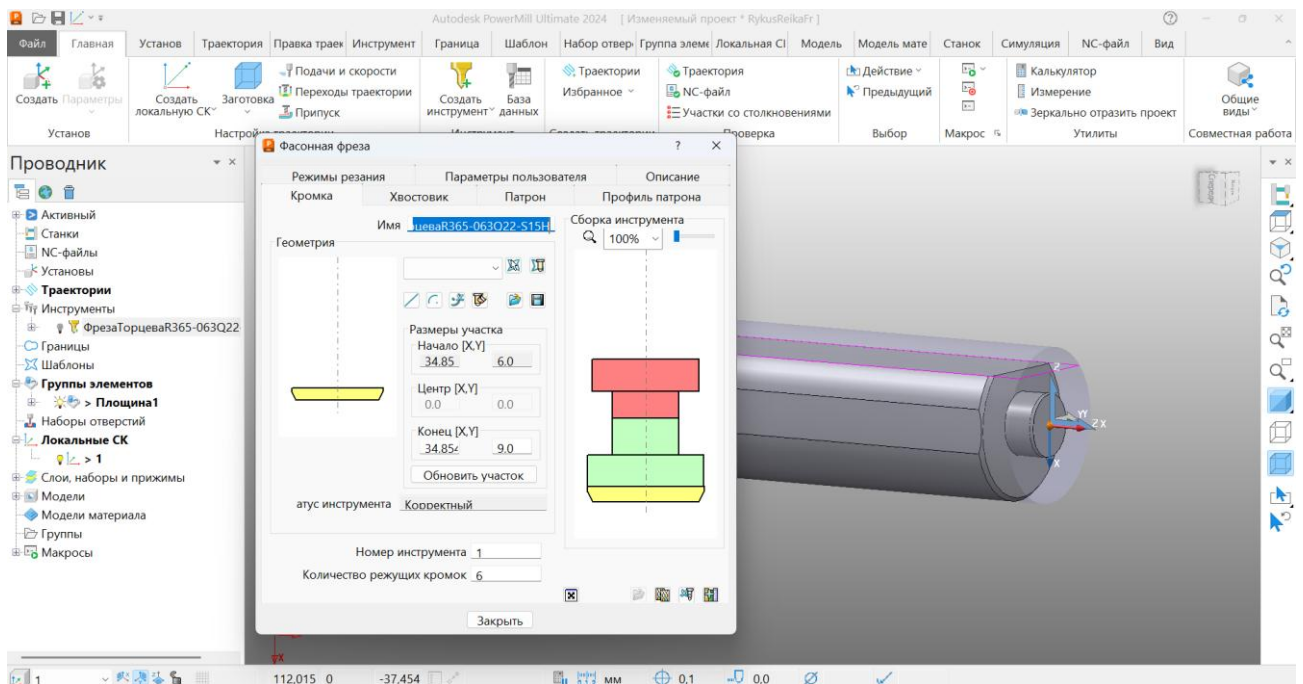


Рисунок 3.26 – Створення моделі дисконної фрези

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-047.00.000 ПЗ					

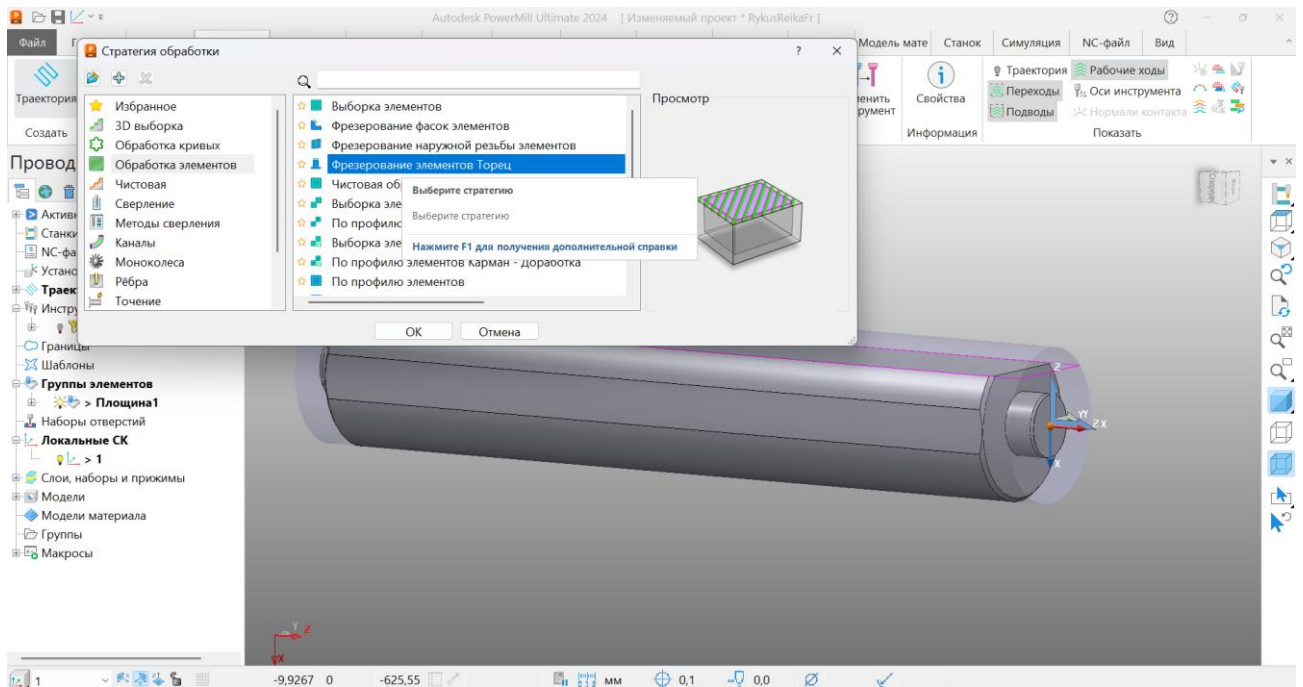


Рисунок 3.27 – Вибір стратегії обробки

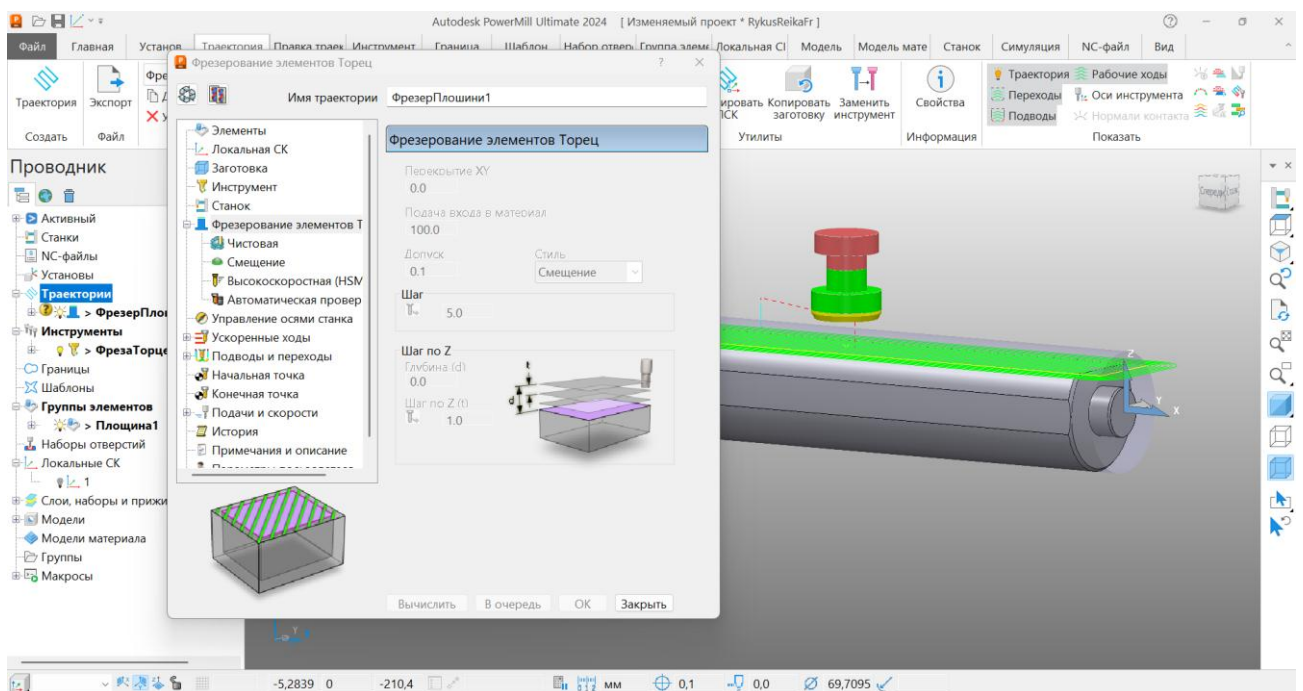


Рисунок 3.28 – Проектування фрезерування лиски

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-047.00.000 ПЗ				

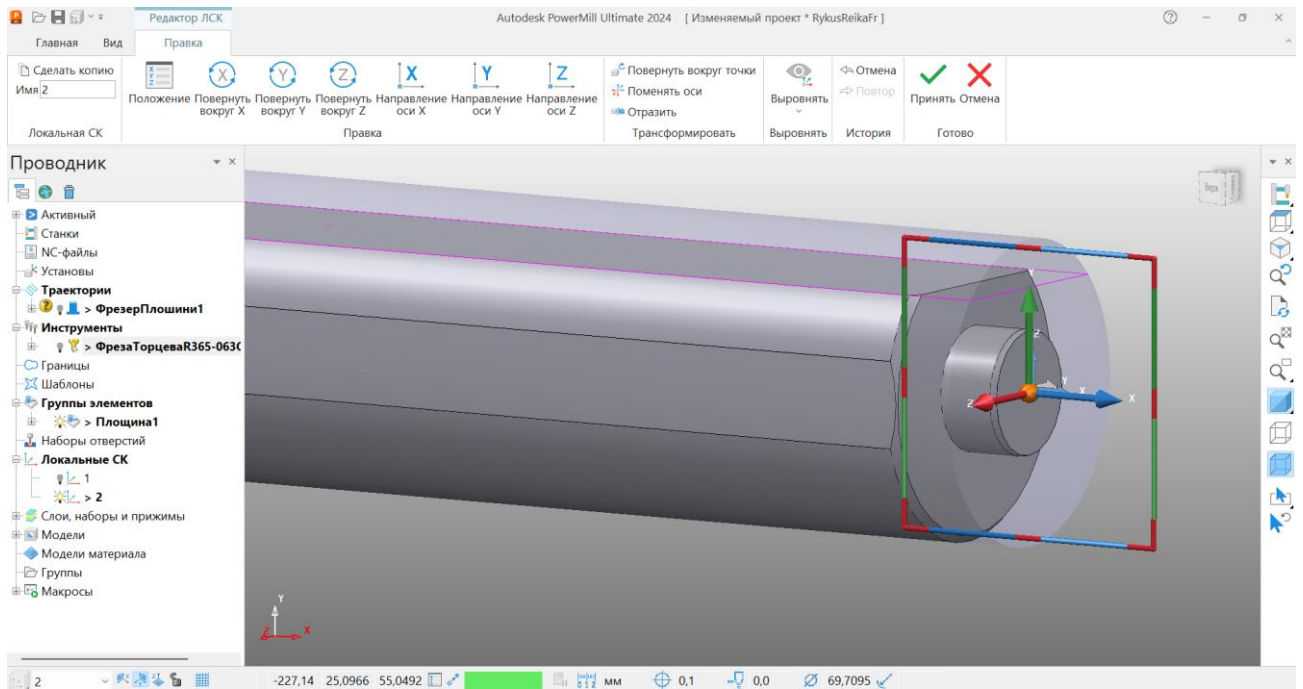


Рисунок 3.29 – Створення локальної системи координат

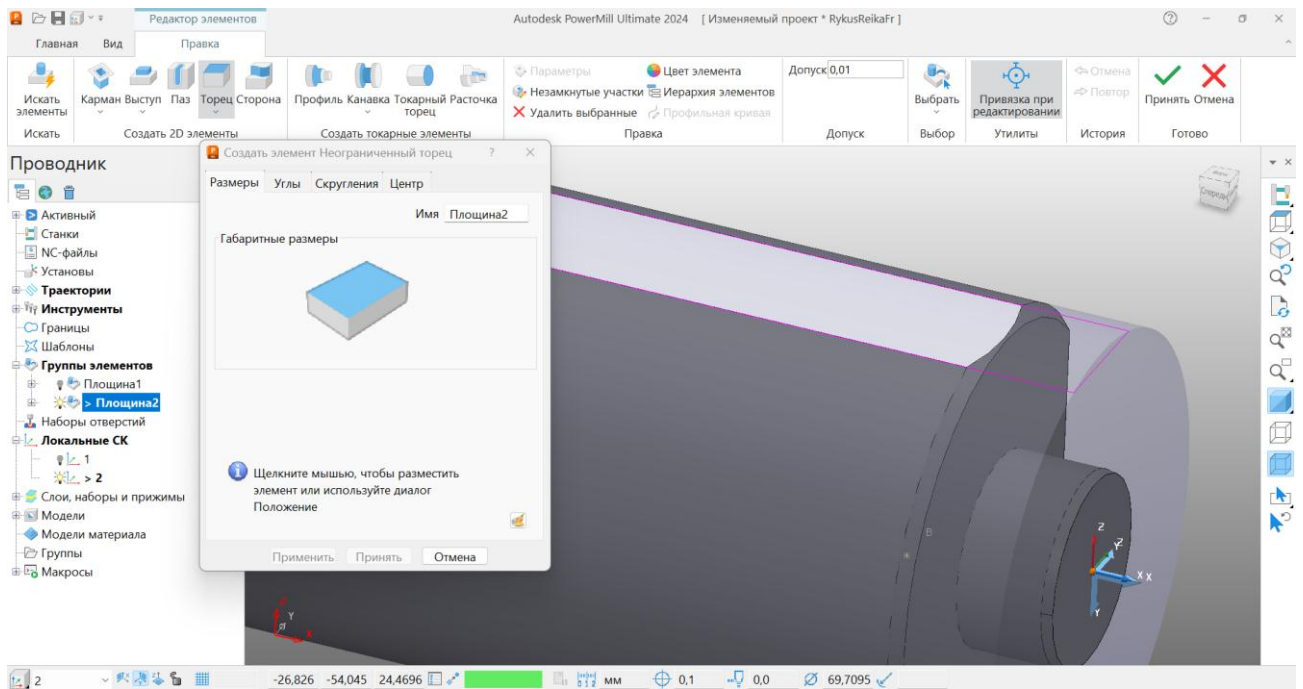


Рисунок 3.30 – Створення елементу «Необмежений торець»

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-047.00.000 ПЗ				

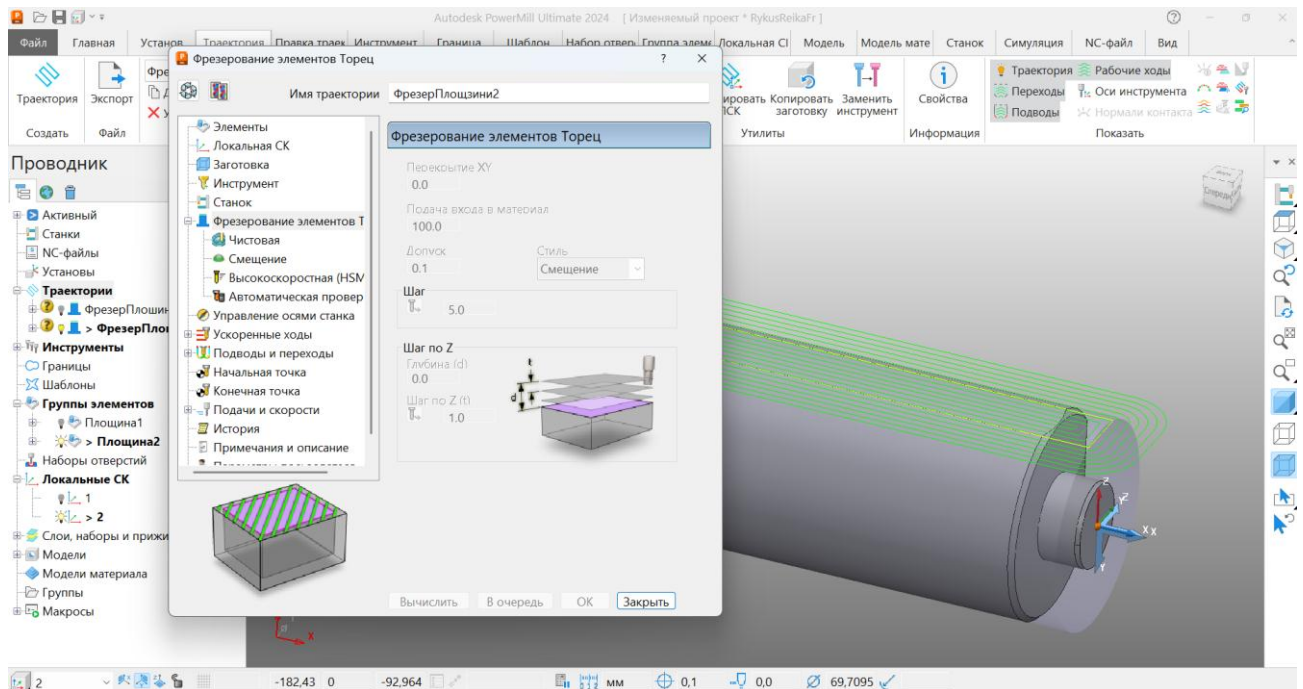


Рисунок 3.31 – Проектування фрезерування лиски

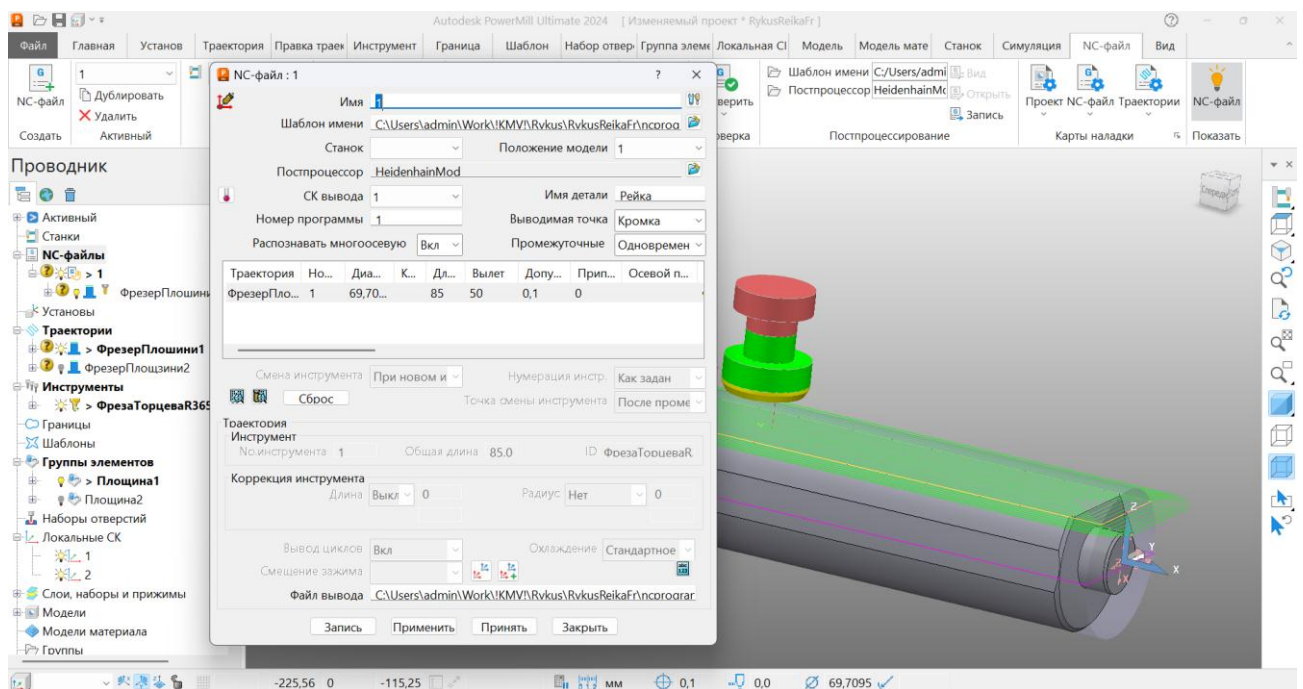


Рисунок 3.32 – Створення NC-файлу

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-047.00.000 ПЗ	

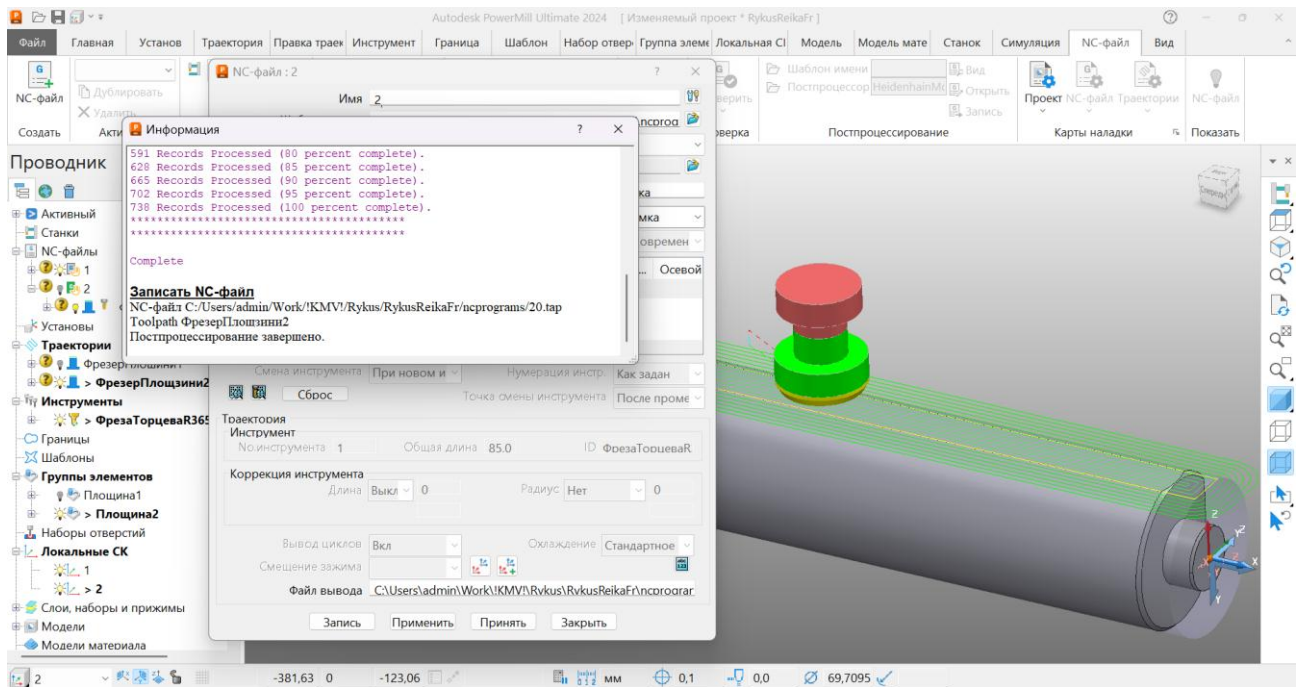


Рисунок 3.33 – Запис NC-файлу

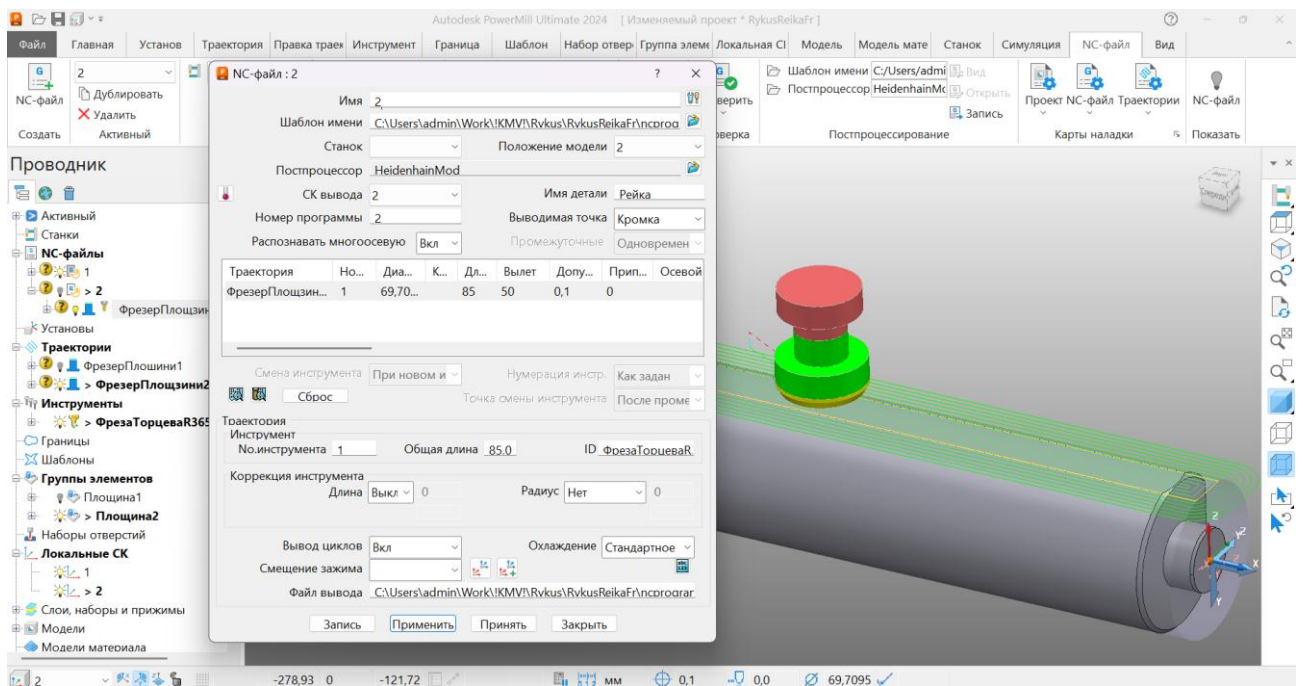


Рисунок 3.34– Додавання траекторії до NC-файлу

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-047.00.000 ПЗ	

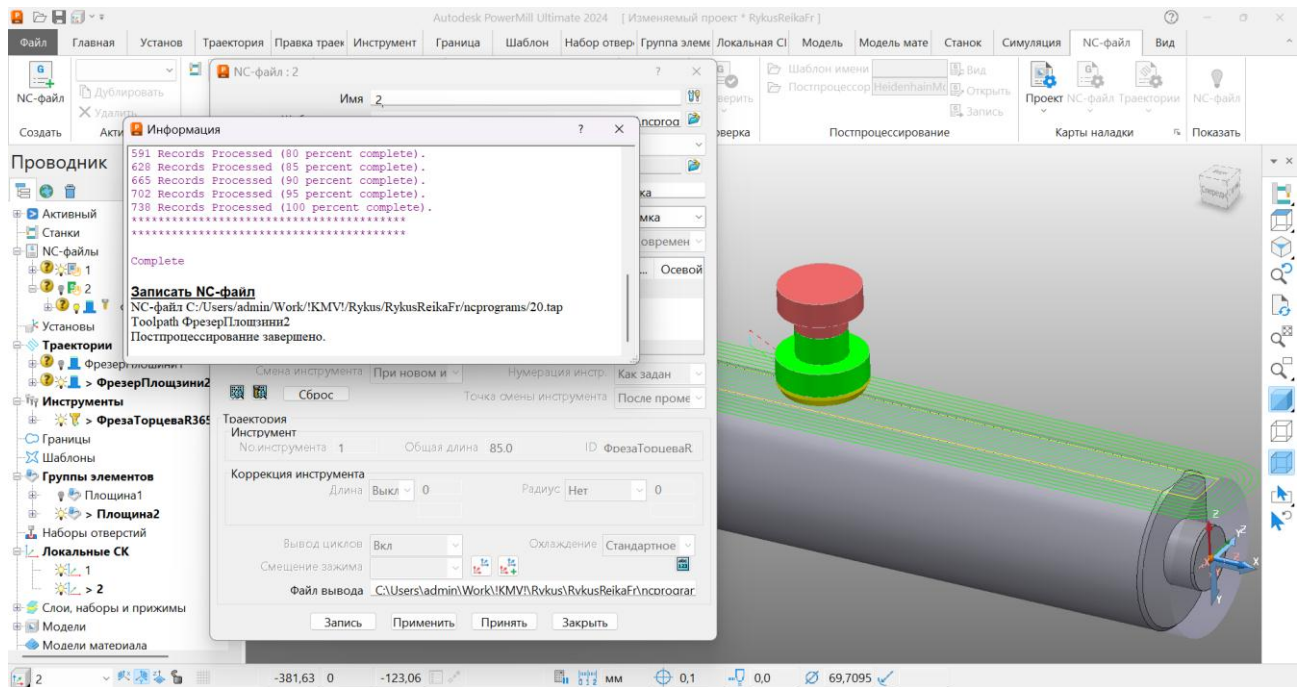


Рисунок 3.35 – Запис NC-файлу

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-047.00.000 ПЗ

Арк.

## Висновки

В бакалаврській роботі розроблений і обґрунтований технологічний процес виготовлення деталі «Рейка зубчата ПЭА 01.40.01.603А» для умов велико-серійного виробництва.

В процесі проектування проведено конструкторсько-технологічний аналіз деталі та базового технологічного процесу, в результаті чого обґрунтовано застосування заготовки – поковки, верстатів з ЧПК, а також застосовано пристрій з механізованим приводом, приведений в графічній частині. Крім цього, в графічній частині приведено графіки, діаграми та схеми до аналізу точності обробки  $\varnothing 121h9_{(-0,1)}$ , карти налагодження до токарну операцію з ЧПК 030 (верстат мод. SL-20), креслення пристрою.

Проектований технологічний процес, для котрого пораховані припуски, режими різання та норми часу приведений в додатку у вигляді комплекту технологічної документації у відповідності до норм ЄСТД.

					БР.ПМ-047.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### Список використаних джерел

1. Панчук В.Г., Карпик Р.Т., Врюкало В.В., Одосій З.М. Бакалаврська робота: методичні вказівки. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2021.с.
2. ДСТУ 4738:2007(ГОСТ 2590-2006)(EN 10060:2003, NEQ) Прокат сортовий сталевий гарячекатаний круглий. Сортамент
3. Основи технології виробництва машин : навчальний посібник / Г. П. Кремнев, В. М. Колеснік, Ф. В. Новіков, В. О. Жовтобрюх. Дніпро : ЛПРА, 2022. 136 с.
4. Методичні вказівки до практичних занять з курсу «Механоскладальні дільниці та цехи у машинобудуванні» Частина 1 для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» ОП «Технології машинобудування» /Укл. В.В. Кононов, В.О. Логомінов, – Запоріжжя: ЗНТУ, 2019. – 64 с
5. Паливода Ю. Є. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки : навчально-методичний посібник / Паливода Ю.Є., Дячун А.Є., Лещук Р.Я. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 240 с Справочник технологии машиностроения т.1 Под редакцией А.Н. Мавова. М., Машиностроение, 1973. – 694 с.
6. Руденко П. О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні. / П. О. Руденко . — К. : Вища школа, 1993. — 414 с.
7. Основи технології машинобудування. Частина 2 : навчальний посібник / О. В. Дерібо — Вінниця : ВНТУ, 2014. — 114 с.
8. Проектування технологічних процесів. Частина1. Оброблення деталей - тіл обертання. [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка», спеціалізацій «Технології машинобудування» та «Технології виготовлення літальних апаратів» / Біланенко В.Г., Приходько В.П., Мельник О.О.; КПП ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: pdf - 12,8 Мбайт). Київ : КПП ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 232 с.
9. Карпик Р. Т. Технологічна оснастка. Методичні вказівки / Р. Т.Карпик, Б. Д. Сторож. – Івано-Франківськ: Факел, 2010. – 80 с.
10. Павленко І.І., Мажара В.А. Роботизовані технологічні комплекси: Навчальний посібник. – Кіровоград: КНТУ, 2010. – 392 с.

					БР.ПМ-047.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# Додатки



## ДОДАТОК Б

```
100 ; -----
101 ; NO.| ID      | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 1|РізецьЧорн80|   | 0.0 |
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 10 MM
105 ; PROGRAM NAME : 10
106 ; PART NAME    : Рейка
107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-21 - 15:10:42
108 ; PROGRAMMED BY : ADMIN
109 ; POWERMILL CB : 2024019.0
110 ; POST VER     : 2024.0.0.5142
111 ; OPTION FILE  : HEIDENHAINMOD
112 ; OUTPUT WORKPLANE : 1
113 ;
114 ; -----
115 ; NO.| ID      | DIA.| TIP RAD| LENGTH
116 ; -----
117 ; 1|РізецьЧорн80|   | 0.0 |
118 ; -----
119 ;
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 1 MIN 5 SEC
122 ;
123 BLK FORM 0.1 Z X-65.0 Y-65.0 Z-640.0
124 BLK FORM 0.2 X65.0 Y65.0 Z0.0
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
    Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : 1
130 ; -----
131 ; PARAMETRIC FEEDRATE DEFINITION
132   Q1=500; PLUNGE FEED RATE
133   Q2=1000; CUTTING FEED RATE
134   Q3=3000; SKIM FEED RATE
135 ; FMAX USED FOR RAPID
136 ;
137 ; TOOL NO.   :1
138 ; TOOL TYPE :
139 ; TOOL ID    : РізецьЧорн80
140 ; TOOL DIA   : 0.0 LENGTH 0.0
141 ;
142 TOOL CALL 1 Z S1000 DL+0.0 DR+0.0
```

143 M03  
144 L X-200.0 Y0.0 FMAX  
145 L Z-820.0 FMAX  
146 M08  
147 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE  
148 CYCL DEF 32.1 T0.1  
149 CYCL DEF 32.2 HSC-MODE:1 TA2  
150 L X-336.5488 Z-745.4653 R0 FQ3  
151 L X-326.5488 F0.2  
152 L Z-712.8821  
153 L X-330.5  
154 L X-337.5711 Z-716.4177  
155 L Z-745.4653 FQ3  
156 L X-332.5975  
157 L X-322.5975 F0.2  
158 L Z-712.9665  
159 L X-322.7662 Z-712.8821  
160 L X-326.5488  
161 L X-333.6198 Z-716.4177  
162 L Z-745.4653 FQ3  
163 L X-328.6463  
164 L X-318.6463 F0.2  
165 L Z-714.9429  
166 L X-322.5975 Z-712.9665  
167 L X-329.6686 Z-716.502  
168 L Z-745.4653 FQ3  
169 L X-324.695  
170 L X-314.695 F0.2  
171 L Z-716.2482  
172 L X-315.0012  
173 L X-315.9579 Z-716.153  
174 L X-316.7689 Z-715.8819  
175 L X-318.6463 Z-714.9429  
176 L X-325.7173 Z-718.4784  
177 L Z-745.4653 FQ3  
178 L X-320.7438  
179 L X-310.7438 F0.2  
180 L Z-716.2485  
181 L X-314.695 Z-716.2482  
182 L X-321.7661 Z-719.7838  
183 L Z-745.4653 FQ3  
184 L X-316.7926  
185 L X-306.7926 F0.2  
186 L Z-716.2488  
187 L X-310.7438 Z-716.2485  
188 L X-317.8149 Z-719.784  
189 L Z-745.4653 FQ3

190 L X-312.8413  
191 L X-302.8413 F0.2  
192 L Z-716.2491  
193 L X-306.7926 Z-716.2488  
194 L X-313.8636 Z-719.7843  
195 L Z-745.4653 FQ3  
196 L X-308.8901  
197 L X-298.8901 F0.2  
198 L Z-716.2494  
199 L X-302.8413 Z-716.2491  
200 L X-309.9124 Z-719.7846  
201 L Z-745.4653 FQ3  
202 L X-304.9388  
203 L X-294.9388 F0.2  
204 L Z-716.2497  
205 L X-298.8901 Z-716.2494  
206 L X-305.9612 Z-719.7849  
207 L Z-745.4653 FQ3  
208 L X-300.9876  
209 L X-290.9876 F0.2  
210 L Z-716.25  
211 L X-294.9388 Z-716.2497  
212 L X-302.0099 Z-719.7852  
213 L Z-745.4653 FQ3  
214 L X-297.0364  
215 L X-287.0364 F0.2  
216 L Z-716.2502  
217 L X-290.9876 Z-716.25  
218 L X-298.0587 Z-719.7855  
219 L Z-745.4653 FQ3  
220 L X-293.0851  
221 L X-283.0851 F0.2  
222 L Z-716.2505  
223 L X-287.0364 Z-716.2502  
224 L X-294.1074 Z-719.7858  
225 L Z-745.4653 FQ3  
226 L X-289.1339  
227 L X-279.1339 F0.2  
228 L Z-716.2508  
229 L X-283.0851 Z-716.2505  
230 L X-290.1562 Z-719.7861  
231 L Z-745.4653 FQ3  
232 L X-285.1826  
233 L X-275.1826 F0.2  
234 L Z-716.2511  
235 L X-279.1339 Z-716.2508  
236 L X-286.205 Z-719.7863

237 L Z-745.4653 FQ3  
238 L X-281.2314  
239 L X-271.2314 F0.2  
240 L Z-716.2514  
241 L X-275.1826 Z-716.2511  
242 L X-282.2537 Z-719.7866  
243 L Z-745.4653 FQ3  
244 L X-277.2802  
245 L X-267.2802 F0.2  
246 L Z-716.2517  
247 L X-271.2314 Z-716.2514  
248 L X-278.3025 Z-719.7869  
249 L Z-745.4653 FQ3  
250 L X-273.3289  
251 L X-263.3289 F0.2  
252 L Z-716.252  
253 L X-267.2802 Z-716.2517  
254 L X-274.3512 Z-719.7872  
255 L Z-745.4653 FQ3  
256 L X-269.3777  
257 L X-259.3777 F0.2  
258 L Z-716.2522  
259 L X-263.3289 Z-716.252  
260 L X-270.4 Z-719.7875  
261 L Z-745.4653 FQ3  
262 L X-265.4265  
263 L X-255.4264 F0.2  
264 L Z-716.2525  
265 L X-259.3777 Z-716.2522  
266 L X-266.4488 Z-719.7878  
267 L Z-745.4653 FQ3  
268 L X-261.4752  
269 L X-251.4752 F0.2  
270 L Z-740.2153  
271 L X-252.462 Z-737.4165  
272 L X-252.4905 Z-737.3085  
273 L X-252.5 Z-737.1996  
274 L X-252.5055 Z-716.2527  
275 L X-255.4264 Z-716.2525  
276 L X-262.4975 Z-719.7881  
277 L X-200.0 Z-820.0 FQ3  
278 ; -----  
279 ; END TOOLPATH : 1  
280 ; -----  
281 M09  
282 M05  
283 L M140 MBMAX FMAX

284 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE  
285 CYCL DEF 32.1  
286 CYCL DEF 32.2  
287 M30  
288 END PGM 10 MM

100 ; -----  
101 ; NO.| ID | DIA.| TIP RAD| LENGTH  
102 ; -----  
103 ; 1|РізецьЧист35| | 0.0 |  
104 ; -----  
0.00 BEGIN PGM 11 MM  
105 ; PROGRAM NAME : 11  
106 ; PART NAME : Рейка  
107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-21 - 15:10:44  
108 ; PROGRAMMED BY : ADMIN  
109 ; POWERMILL CB : 2024019.0  
110 ; POST VER : 2024.0.0.5142  
111 ; OPTION FILE : HEIDENHAINMOD  
112 ; OUTPUT WORKPLANE : 1  
113 ;  
114 ; -----  
115 ; NO.| ID | DIA.| TIP RAD| LENGTH  
116 ; -----  
117 ; 1|РізецьЧист35| | 0.0 |  
118 ; -----  
119 ;  
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0  
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 0 MIN 8 SEC  
122 ;  
123 BLK FORM 0.1 Z X-65.0 Y-65.0 Z-640.0  
124 BLK FORM 0.2 X65.0 Y65.0 Z0.0  
125 ;  
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~  
 Q339=+1; DATUM NUMBER  
127 L M140 MBMAX FMAX  
128 ; -----  
129 ; START TOOLPATH : 2  
130 ; -----  
131 ; PARAMETRIC FEEDRATE DEFINITION  
132 Q1=500; PLUNGE FEED RATE  
133 Q2=1000; CUTTING FEED RATE  
134 Q3=3000; SKIM FEED RATE  
135 ; FMAX USED FOR RAPID  
136 ;  
137 ; TOOL NO. :1

138 ; TOOL TYPE :  
139 ; TOOL ID : РізецьЧист35  
140 ; TOOL DIA : 0.0 LENGTH 0.0  
141 ;  
142 TOOL CALL 1 Z S1000 DL+0.0 DR+0.0  
143 M03  
144 L X-200.0 Y0.0 FMAX  
145 L Z-820.0 FMAX  
146 M08  
147 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE  
148 CYCL DEF 32.1 T0.1  
149 CYCL DEF 32.2 HSC-MODE:1 TA2  
150 L X-248.8111 Z-742.0113 R0 FQ3  
151 L X-249.5056 Z-740.0417 F0.2  
152 L X-250.4924 Z-737.2429  
153 L X-250.4981 Z-737.2213  
154 L X-250.5 Z-737.1995  
155 L X-250.5058 Z-715.2529  
156 L X-315.0009 Z-715.2482  
157 L X-315.1922 Z-715.2292  
158 L X-315.3544 Z-715.1749  
159 L X-321.3517 Z-712.1752  
160 L X-324.8154 Z-711.1748  
161 L X-200.0 Z-820.0 FQ3  
162 ; -----  
163 ; END TOOLPATH : 2  
164 ; -----  
165 M09  
166 M05  
167 L M140 MBMAX FMAX  
168 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE  
169 CYCL DEF 32.1  
170 CYCL DEF 32.2  
171 M30  
172 END PGM 11 MM

100 ; -----  
101 ; NO.| ID | DIA.| TIP RAD| LENGTH  
102 ; -----  
103 ; 1|РізецьЧорн80| | 0.0 |  
104 ; -----

0.00 BEGIN PGM 12 MM  
105 ; PROGRAM NAME : 12  
106 ; PART NAME : Рейка  
107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-21 - 15:10:46  
108 ; PROGRAMMED BY : ADMIN  
109 ; POWERMILL CB : 2024019.0

```
110 ; POST VER      : 2024.0.0.5142
111 ; OPTION FILE   : HEIDENHAINMOD
112 ; OUTPUT WORKPLANE : 1
113 ;
114 ; -----
115 ; NO.| ID       | DIA.| TIP RAD| LENGTH
116 ; -----
117 ; 1|РізецьЧорн80|   | 0.0 |
118 ; -----
119 ;
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 2 MIN 41 SEC
122 ;
123 BLK FORM 0.1 Z X-65.0 Y-65.0 Z-640.0
124 BLK FORM 0.2 X65.0 Y65.0 Z0.0
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
    Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : 3
130 ; -----
131 ; PARAMETRIC FEEDRATE DEFINITION
132   Q1=500; PLUNGE FEED RATE
133   Q2=1000; CUTTING FEED RATE
134   Q3=3000; SKIM FEED RATE
135 ; FMAX USED FOR RAPID
136 ;
137 ; TOOL NO.   :1
138 ; TOOL TYPE  :
139 ; TOOL ID    : РізецьЧорн80
140 ; TOOL DIA   : 0.0 LENGTH 0.0
141 ;
142 TOOL CALL 1 Z S1000 DL+0.0 DR+0.0
143 M03
144 L X-200.0 Y0.0 FMAX
145 L Z-20.0 FMAX
146 M08
147 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
148 CYCL DEF 32.1 T0.1
149 CYCL DEF 32.2 HSC-MODE:1 TA2
150 L X-336.999 Z-94.5347 R0 FQ3
151 L X-326.999 F0.2
152 L Z-712.0004
153 L X-330.5
154 L X-337.5711 Z-708.4648
155 L Z-94.5347 FQ3
```

156 L X-333.498  
157 L X-323.4981 F0.2  
158 L Z-712.0004  
159 L X-326.999  
160 L X-334.0701 Z-708.4648  
161 L Z-94.5347 FQ3  
162 L X-329.7074  
163 L X-319.7074 F0.2  
164 L Z-125.5878  
165 L X-322.7662 Z-127.1179  
166 L X-323.3079 Z-127.5233  
167 L X-323.4981 Z-128.0016  
168 L X-330.5691 Z-124.466  
169 L Z-94.5347 FQ3  
170 L X-325.9167  
171 L X-315.9167 F0.2  
172 L Z-123.8386  
173 L X-316.3717 Z-123.9564  
174 L X-316.7691 Z-124.118  
175 L X-319.7074 Z-125.5878  
176 L X-326.7785 Z-122.0523  
177 L Z-94.5347 FQ3  
178 L X-322.126  
179 L X-312.126 F0.2  
180 L Z-123.7515  
181 L X-315.0013 Z-123.7517  
182 L X-315.4672 Z-123.7736  
183 L X-315.9167 Z-123.8386  
184 L X-322.9878 Z-120.3031  
185 L Z-94.5347 FQ3  
186 L X-318.3354  
187 L X-308.3354 F0.2  
188 L Z-123.7512  
189 L X-312.126 Z-123.7515  
190 L X-319.1971 Z-120.216  
191 L Z-94.5347 FQ3  
192 L X-314.5447  
193 L X-304.5447 F0.2  
194 L Z-123.751  
195 L X-308.3354 Z-123.7512  
196 L X-315.4064 Z-120.2157  
197 L Z-94.5347 FQ3  
198 L X-310.754  
199 L X-300.754 F0.2  
200 L Z-123.7507  
201 L X-304.5447 Z-123.751  
202 L X-311.6157 Z-120.2154

203 L Z-94.5347 FQ3  
204 L X-306.9633  
205 L X-296.9633 F0.2  
206 L Z-123.7504  
207 L X-300.754 Z-123.7507  
208 L X-307.8251 Z-120.2152  
209 L Z-94.5347 FQ3  
210 L X-303.1726  
211 L X-293.1726 F0.2  
212 L Z-123.7501  
213 L X-296.9633 Z-123.7504  
214 L X-304.0344 Z-120.2149  
215 L Z-94.5347 FQ3  
216 L X-299.382  
217 L X-289.382 F0.2  
218 L Z-123.7499  
219 L X-293.1726 Z-123.7501  
220 L X-300.2437 Z-120.2146  
221 L Z-94.5347 FQ3  
222 L X-295.5913  
223 L X-285.5913 F0.2  
224 L Z-123.7496  
225 L X-289.382 Z-123.7499  
226 L X-296.453 Z-120.2143  
227 L Z-94.5347 FQ3  
228 L X-291.8006  
229 L X-281.8006 F0.2  
230 L Z-123.7493  
231 L X-285.5913 Z-123.7496  
232 L X-292.6624 Z-120.2141  
233 L Z-94.5347 FQ3  
234 L X-288.0099  
235 L X-278.0099 F0.2  
236 L Z-123.7491  
237 L X-281.8006 Z-123.7493  
238 L X-288.8717 Z-120.2138  
239 L Z-94.5347 FQ3  
240 L X-284.2193  
241 L X-274.2193 F0.2  
242 L Z-123.7488  
243 L X-278.0099 Z-123.7491  
244 L X-285.081 Z-120.2135  
245 L Z-94.5347 FQ3  
246 L X-280.4286  
247 L X-270.4286 F0.2  
248 L Z-123.7485  
249 L X-274.2193 Z-123.7488

250 L X-281.2903 Z-120.2133  
251 L Z-94.5347 FQ3  
252 L X-276.6379  
253 L X-266.6379 F0.2  
254 L Z-123.7483  
255 L X-270.4286 Z-123.7485  
256 L X-277.4997 Z-120.213  
257 L Z-94.5347 FQ3  
258 L X-272.8472  
259 L X-262.8472 F0.2  
260 L Z-123.748  
261 L X-266.6379 Z-123.7483  
262 L X-273.709 Z-120.2127  
263 L Z-94.5347 FQ3  
264 L X-269.0566  
265 L X-259.0566 F0.2  
266 L Z-123.7477  
267 L X-262.8472 Z-123.748  
268 L X-269.9183 Z-120.2125  
269 L Z-94.5347 FQ3  
270 L X-265.2659  
271 L X-255.2659 F0.2  
272 L Z-123.7474  
273 L X-259.0566 Z-123.7477  
274 L X-266.1276 Z-120.2122  
275 L Z-94.5347 FQ3  
276 L X-261.4752  
277 L X-251.4752 F0.2  
278 L Z-99.7847  
279 L X-252.462 Z-102.5835  
280 L X-252.4905 Z-102.6915  
281 L X-252.5 Z-102.8004  
282 L X-252.5055 Z-123.7472  
283 L X-255.2659 Z-123.7474  
284 L X-262.337 Z-120.2119  
285 L X-200.0 Z-20.0 FQ3  
286 ; -----  
287 ; END TOOLPATH : 3  
288 ; -----  
289 M09  
290 M05  
291 L M140 MBMAX FMAX  
292 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE  
293 CYCL DEF 32.1  
294 CYCL DEF 32.2  
295 M30  
296 END PGM 12 MM

```
100 ; -----
101 ; NO.| ID      | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 1|РізецьЧист35|   | 0.0 |
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 13 MM
105 ; PROGRAM NAME : 13
106 ; PART NAME    : Рейка
107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-21 - 15:10:49
108 ; PROGRAMMED BY : ADMIN
109 ; POWERMILL CB  : 2024019.0
110 ; POST VER      : 2024.0.0.5142
111 ; OPTION FILE   : HEIDENHAINMOD
112 ; OUTPUT WORKPLANE : 1
113 ;
114 ; -----
115 ; NO.| ID      | DIA.| TIP RAD| LENGTH
116 ; -----
117 ; 1|РізецьЧист35|   | 0.0 |
118 ; -----
119 ;
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 0 MIN 54 SEC
122 ;
123 BLK FORM 0.1 Z X-65.0 Y-65.0 Z-640.0
124 BLK FORM 0.2 X65.0 Y65.0 Z0.0
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
    Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : 4
130 ; -----
131 ; PARAMETRIC FEEDRATE DEFINITION
132   Q1=500; PLUNGE FEED RATE
133   Q2=1000; CUTTING FEED RATE
134   Q3=3000; SKIM FEED RATE
135 ; FMAX USED FOR RAPID
136 ;
137 ; TOOL NO.   :1
138 ; TOOL TYPE :
139 ; TOOL ID    : РізецьЧист35
140 ; TOOL DIA   : 0.0 LENGTH 0.0
141 ;
142 TOOL CALL 1 Z S1000 DL+0.0 DR+0.0
143 M03
```

```

144 L X-200.0 Y0.0 FMAX
145 L Z-20.0 FMAX
146 M08
147 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
148 CYCL DEF 32.1 T0.1
149 CYCL DEF 32.2 HSC-MODE:1 TA2
150 L X-248.8111 Z-97.9887 R0 FQ3
151 L X-249.5056 Z-99.9583 F0.2
152 L X-250.4924 Z-102.7571
153 L X-250.4981 Z-102.7787
154 L X-250.5 Z-102.8005
155 L X-250.5058 Z-124.7471
156 L X-315.001 Z-124.7517
157 L X-315.1924 Z-124.7708
158 L X-315.3546 Z-124.825
159 L X-321.3517 Z-127.8248
160 L X-321.46 Z-127.9059
161 L X-321.4981 Z-128.0016
162 L X-321.4964 Z-712.0004
163 L X-322.5317 Z-713.9322
164 L X-200.0 Z-20.0 FQ3
165 ; -----
166 ; END TOOLPATH : 4
167 ; -----
168 M09
169 M05
170 L M140 MBMAX FMAX
171 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
172 CYCL DEF 32.1
173 CYCL DEF 32.2
174 M30
175 END PGM 13 MM

100 ; -----
101 ; NO.| ID          | DIA. | TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 1|ФрезаТорцеваR365-063Q22-S15H|69.7095| 0.0 | 85.0
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 10 MM
105 ; PROGRAM NAME : 10
106 ; PART NAME : Рейка
107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-22 - 0:31:02
108 ; PROGRAMMED BY : ADMIN
109 ; POWERMILL CB : 2024019.0
110 ; POST VER : 2024.0.0.5142
111 ; OPTION FILE : HEIDENHAINMOD
112 ; OUTPUT WORKPLANE : 1

```

```

113 ;
114 ; -----
115 ; NO.| ID          | DIA. | TIP RAD| LENGTH
116 ; -----
117 ; 1|ФрезаТорцеваR365-063Q22-S15H|69.7095| 0.0 | 85.0
118 ; -----
119 ;
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 22 MIN 27 SEC
122 ;
123 BLK FORM 0.1 Z X-60.5 Y-60.5 Z-640.0
124 BLK FORM 0.2 X60.5 Y60.5 Z0.0
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
    Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : ФрезерПлошини1
130 ; -----
131 ; PARAMETRIC FEEDRATE DEFINITION
132   Q1=500; PLUNGE FEED RATE
133   Q2=1000; CUTTING FEED RATE
134   Q3=3000; SKIM FEED RATE
135 ; FMAX USED FOR RAPID
136 ;
137 ; TOOL NO.   :1
138 ; TOOL TYPE  : FORM
139 ; TOOL ID    : ФрезаТорцеваR365-063Q22-S15H
140 ; TOOL DIA   : 69.7095 LENGTH 85.0
141 ;
142 TOOL CALL 1 Z S1500 DL+0.0 DR+0.0
143 M03
144 L X-255.5 Y0.0 FMAX
145 L Z-505.0 FMAX
146 M08
147 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
148 CYCL DEF 32.1 T0.1
149 CYCL DEF 32.2 HSC-MODE:1 TA2
150 L Y78.7318 Z-651.9739 R0 FQ3
151 L X-250.5
152 L X-226.5 FQ1
153 L Y77.2755 Z-649.4398 FQ2
154 L Y75.5358 Z-647.0912
155 L Y74.4552 Z-645.4421
156 L Y73.7742 Z-643.5633
157 L Y73.5472 Z-641.6048
158 L Z-185.0649

```

159 L Y73.2881 Z-181.1426  
160 L Y72.4666 Z-177.1111  
161 L Y71.0358 Z-173.0885  
162 L Y68.9823 Z-169.2112  
163 L Y66.3336 Z-165.621  
164 L Y63.1596 Z-162.4498  
165 L Y59.5671 Z-159.8043  
166 L Y55.688 Z-157.7542  
167 L Y51.6642 Z-156.3269  
168 L Y47.6319 Z-155.5089  
169 L Y43.7094 Z-155.2532  
170 L Y-43.8495 Z-155.3298  
171 L Y-47.7564 Z-155.5911  
172 L Y-51.7713 Z-156.412  
173 L Y-55.7767 Z-157.8391  
174 L Y-59.6372 Z-159.8855  
175 L Y-63.2119 Z-162.5238  
176 L Y-66.3698 Z-165.6845  
177 L Y-69.005 Z-169.2615  
178 L Y-71.048 Z-173.1238  
179 L Y-72.4716 Z-177.1305  
180 L Y-73.289 Z-181.1461  
181 L Y-73.5469 Z-185.0532  
182 L Z-824.9474  
183 L Y-73.2891 Z-828.8536  
184 L Y-72.4718 Z-832.8684  
185 L Y-71.0485 Z-836.8742  
186 L Y-69.0059 Z-840.7357  
187 L Y-66.3713 Z-844.312  
188 L Y-63.214 Z-847.472  
189 L Y-59.64 Z-850.1097  
190 L Y-55.7803 Z-852.1557  
191 L Y-51.7757 Z-853.5824  
192 L Y-47.7616 Z-854.4032  
193 L Y-43.8556 Z-854.6644  
194 L Y43.7165 Z-854.7404  
195 L Y47.6381 Z-854.4847  
196 L Y51.6694 Z-853.6669  
197 L Y55.6923 Z-852.24  
198 L Y59.5704 Z-850.1903  
199 L Y63.1621 Z-847.5454  
200 L Y66.3353 Z-844.3749  
201 L Y68.9834 Z-840.7856  
202 L Y71.0364 Z-836.9092  
203 L Y72.4668 Z-832.8876  
204 L Y73.2881 Z-828.857  
205 L Y73.5472 Z-824.9357

206 L Z-641.6048  
207 L Y73.2559 Z-639.7194  
208 L Y72.382 Z-637.9716  
209 L Y71.0485 Z-636.6074  
210 L Y69.715 Z-635.2431  
211 L Y68.8411 Z-633.4953  
212 L Y68.5498 Z-631.61  
213 L Z-185.365  
214 L Y68.25 Z-181.5097  
215 L Y67.3355 Z-177.6778  
216 L Y65.8176 Z-174.0155  
217 L Y63.7532 Z-170.6601  
218 L Y61.2378 Z-167.7231  
219 L Y61.062 Z-167.5474  
220 L Y58.1228 Z-165.0346  
221 L Y54.7656 Z-162.9732  
222 L Y51.102 Z-161.4585  
223 L Y47.2692 Z-160.5473  
224 L Y43.4137 Z-160.2508  
225 L Y-43.5446 Z-160.3268  
226 L Y-47.3819 Z-160.6283  
227 L Y-51.1955 Z-161.541  
228 L Y-54.8402 Z-163.0534  
229 L Y-58.1795 Z-165.1091  
230 L Y-61.1027 Z-167.6131  
231 L Y-61.2786 Z-167.7892  
232 L Y-63.7801 Z-170.7147  
233 L Y-65.8329 Z-174.0558  
234 L Y-67.3422 Z-177.7017  
235 L Y-68.2515 Z-181.5162  
236 L Y-68.5496 Z-185.3537  
237 L Z-824.6469  
238 L Y-68.2516 Z-828.4834  
239 L Y-67.3424 Z-832.2969  
240 L Y-65.8335 Z-835.9419  
241 L Y-63.7813 Z-839.2822  
242 L Y-61.2804 Z-842.2069  
243 L Y-61.1045 Z-842.383  
244 L Y-58.182 Z-844.8864  
245 L Y-54.8435 Z-846.9416  
246 L Y-51.1997 Z-848.4536  
247 L Y-47.387 Z-849.366  
248 L Y-43.5507 Z-849.6674  
249 L Y43.4208 Z-849.7428  
250 L Y47.2752 Z-849.4464  
251 L Y51.1069 Z-848.5355  
252 L Y54.7695 Z-847.0211

253 L Y58.1257 Z-844.9603  
254 L Y61.064 Z-842.4482  
255 L Y61.2399 Z-842.2725  
256 L Y63.7545 Z-839.3363  
257 L Y65.8183 Z-835.9819  
258 L Y67.3358 Z-832.3206  
259 L Y68.2501 Z-828.4897  
260 L Y68.5498 Z-824.6356  
261 L Z-631.61  
262 L Y68.26 Z-629.734  
263 L Y67.3904 Z-627.9948  
264 L Y66.0635 Z-626.6374  
265 L Y64.7366 Z-625.2799  
266 L Y63.867 Z-623.5407  
267 L Y63.5772 Z-621.6647  
268 L Z-185.7893  
269 L Y63.3321 Z-182.6373  
270 L Y62.5843 Z-179.5042  
271 L Y61.3433 Z-176.5099  
272 L Y59.6554 Z-173.7665  
273 L Y57.5989 Z-171.3653  
274 L Y57.423 Z-171.1896  
275 L Y55.02 Z-169.1351  
276 L Y52.2751 Z-167.4496  
277 L Y49.2797 Z-166.2112  
278 L Y46.146 Z-165.4662  
279 L Y42.9938 Z-165.2238  
280 L Y-43.1153 Z-165.2991  
281 L Y-46.2504 Z-165.5454  
282 L Y-49.3662 Z-166.291  
283 L Y-52.344 Z-167.5267  
284 L Y-55.0722 Z-169.2063  
285 L Y-57.4606 Z-171.2521  
286 L Y-57.6365 Z-171.4282  
287 L Y-59.6803 Z-173.8183  
288 L Y-61.3574 Z-176.5481  
289 L Y-62.5905 Z-179.5269  
290 L Y-63.3334 Z-182.6433  
291 L Y-63.577 Z-185.7787  
292 L Z-824.2219  
293 L Y-63.3335 Z-827.3563  
294 L Y-62.5908 Z-830.4718  
295 L Y-61.3581 Z-833.4497  
296 L Y-59.6814 Z-836.1786  
297 L Y-57.6383 Z-838.5679  
298 L Y-57.4624 Z-838.744  
299 L Y-55.0747 Z-840.7892

300 L Y-52.3473 Z-842.4682  
301 L Y-49.3705 Z-843.7036  
302 L Y-46.2556 Z-844.449  
303 L Y-43.1214 Z-844.6951  
304 L Y43.0008 Z-844.7698  
305 L Y46.152 Z-844.5275  
306 L Y49.2846 Z-843.7827  
307 L Y52.279 Z-842.5447  
308 L Y55.0229 Z-840.8598  
309 L Y57.4251 Z-838.8061  
310 L Y57.6009 Z-838.6304  
311 L Y59.6568 Z-836.2299  
312 L Y61.3441 Z-833.4875  
313 L Y62.5847 Z-830.4942  
314 L Y63.3322 Z-827.3622  
315 L Y63.5772 Z-824.2112  
316 L Z-621.6647  
317 L Y63.2873 Z-619.7887  
318 L Y62.4178 Z-618.0496  
319 L Y61.0909 Z-616.6921  
320 L Y59.764 Z-615.3346  
321 L Y58.8944 Z-613.5954  
322 L Y58.6045 Z-611.7194  
323 L Z-186.2136  
324 L Y58.3057 Z-183.1512  
325 L Y57.3974 Z-180.1483  
326 L Y55.9151 Z-177.3833  
327 L Y53.9599 Z-175.0074  
328 L Y53.784 Z-174.8317  
329 L Y51.4064 Z-172.8786  
330 L Y48.6401 Z-171.3987  
331 L Y45.6364 Z-170.493  
332 L Y42.5738 Z-170.1969  
333 L Y-42.6859 Z-170.2713  
334 L Y-45.7284 Z-170.5705  
335 L Y-48.7114 Z-171.4746  
336 L Y-51.458 Z-172.9482  
337 L Y-53.8184 Z-174.8911  
338 L Y-53.9944 Z-175.0671  
339 L Y-55.9351 Z-177.4292  
340 L Y-57.4063 Z-180.1772  
341 L Y-58.3078 Z-183.1609  
342 L Y-58.6044 Z-186.2036  
343 L Z-823.7969  
344 L Y-58.3079 Z-826.8384  
345 L Y-57.4068 Z-829.821  
346 L Y-55.9362 Z-832.5678

347 L Y-53.9961 Z-834.929  
348 L Y-53.8202 Z-835.105  
349 L Y-51.4608 Z-837.0471  
350 L Y-48.7152 Z-838.5201  
351 L Y-45.7334 Z-839.4238  
352 L Y-42.6921 Z-839.7229  
353 L Y42.5808 Z-839.7968  
354 L Y45.6421 Z-839.5007  
355 L Y48.6445 Z-838.5954  
356 L Y51.4096 Z-837.1162  
357 L Y53.7861 Z-835.1639  
358 L Y53.962 Z-834.9882  
359 L Y55.9163 Z-832.6134  
360 L Y57.3979 Z-829.8495  
361 L Y58.3058 Z-826.848  
362 L Y58.6045 Z-823.7869  
363 L Z-611.7194  
364 L Y58.3147 Z-609.8434  
365 L Y57.4451 Z-608.1043  
366 L Y56.1182 Z-606.7468  
367 L Y54.7913 Z-605.3893  
368 L Y53.9218 Z-603.6501  
369 L Y53.6319 Z-601.7741  
370 L Z-186.638  
371 L Y53.2511 Z-183.7303  
372 L Y52.1088 Z-180.9741  
373 L Y50.321 Z-178.6496  
374 L Y50.1451 Z-178.4738  
375 L Y47.819 Z-176.688  
376 L Y45.0618 Z-175.5481  
377 L Y42.1538 Z-175.1699  
378 L Y-42.2566 Z-175.2435  
379 L Y-45.1395 Z-175.6232  
380 L Y-47.8717 Z-176.757  
381 L Y-50.1763 Z-178.53  
382 L Y-50.3522 Z-178.7061  
383 L Y-52.1232 Z-181.0123  
384 L Y-53.2547 Z-183.7455  
385 L Y-53.6318 Z-186.6286  
386 L Z-823.3719  
387 L Y-53.2548 Z-826.2534  
388 L Y-52.124 Z-828.9851  
389 L Y-50.354 Z-831.29  
390 L Y-50.1781 Z-831.4661  
391 L Y-47.8748 Z-833.2381  
392 L Y-45.1441 Z-834.3712  
393 L Y-42.2629 Z-834.7507

394 L Y42.1608 Z-834.8238  
395 L Y45.067 Z-834.4458  
396 L Y47.8225 Z-833.3065  
397 L Y50.1471 Z-831.5218  
398 L Y50.323 Z-831.3461  
399 L Y52.1097 Z-829.0229  
400 L Y53.2513 Z-826.2685  
401 L Y53.6319 Z-823.3626  
402 L Z-601.7741  
403 L Y53.342 Z-599.8981  
404 L Y52.4725 Z-598.159  
405 L Y51.1456 Z-596.8015  
406 L Y49.8187 Z-595.444  
407 L Y48.9491 Z-593.7049  
408 L Y48.6593 Z-591.8289  
409 L Z-187.0623  
410 L Y48.4319 Z-185.3258  
411 L Y47.7497 Z-183.6799  
412 L Y46.682 Z-182.2917  
413 L Y46.5061 Z-182.116  
414 L Y45.117 Z-181.0495  
415 L Y43.4705 Z-180.3688  
416 L Y41.7338 Z-180.1429  
417 L Y-41.8273 Z-180.2157  
418 L Y-43.5406 Z-180.4414  
419 L Y-45.1645 Z-181.1152  
420 L Y-46.5341 Z-182.169  
421 L Y-46.7101 Z-182.3451  
422 L Y-47.7626 Z-183.7157  
423 L Y-48.435 Z-185.3401  
424 L Y-48.6592 Z-187.0536  
425 L Z-822.947  
426 L Y-48.4352 Z-824.6589  
427 L Y-47.7634 Z-826.2817  
428 L Y-46.7119 Z-827.651  
429 L Y-46.536 Z-827.8271  
430 L Y-45.1676 Z-828.8798  
431 L Y-43.5453 Z-829.5531  
432 L Y-41.8336 Z-829.7784  
433 L Y41.7408 Z-829.8508  
434 L Y43.4756 Z-829.6251  
435 L Y45.1205 Z-828.945  
436 L Y46.5081 Z-827.8797  
437 L Y46.684 Z-827.7039  
438 L Y47.7506 Z-826.3172  
439 L Y48.4321 Z-824.6729  
440 L Y48.6593 Z-822.9382

441 L Z-591.8289  
442 L Y48.3694 Z-589.9529  
443 L Y47.4998 Z-588.2137  
444 L Y46.1729 Z-586.8562  
445 L Y44.846 Z-585.4987  
446 L Y43.9765 Z-583.7596  
447 L Y43.6866 Z-581.8836  
448 L Z-187.4866  
449 L Y43.5193 Z-186.6462  
450 L Y43.043 Z-185.9339  
451 L Y42.8672 Z-185.7581  
452 L Y42.1544 Z-185.2824  
453 L Y41.3138 Z-185.1159  
454 L Y-41.398 Z-185.188  
455 L Y-42.2066 Z-185.3495  
456 L Y-42.892 Z-185.8079  
457 L Y-43.0679 Z-185.984  
458 L Y-43.5258 Z-186.6698  
459 L Y-43.6866 Z-187.4786  
460 L Z-822.522  
461 L Y-43.5263 Z-823.3283  
462 L Y-43.0698 Z-824.012  
463 L Y-42.8938 Z-824.1881  
464 L Y-42.2105 Z-824.6453  
465 L Y-41.4043 Z-824.8062  
466 L Y41.3207 Z-824.8777  
467 L Y42.1587 Z-824.7117  
468 L Y42.8692 Z-824.2375  
469 L Y43.0451 Z-824.0618  
470 L Y43.5199 Z-823.3517  
471 L Y43.6866 Z-822.5139  
472 L Z-581.8836  
473 L Y43.4065 Z-580.0707  
474 L Y42.5662 Z-578.39  
475 L Y41.2839 Z-577.0782  
476 L Y40.0016 Z-575.7663  
477 L Y39.1613 Z-574.0857  
478 L Y38.8812 Z-572.2727  
479 L Z-191.2656  
480 L Y38.7097 Z-190.6095  
481 L Y38.1953 Z-190.0955  
482 L Y37.5391 Z-189.9246  
483 L Y-37.5386 Z-189.99  
484 L Y-38.1953 Z-190.1621  
485 L Y-38.7097 Z-190.6769  
486 L Y-38.8812 Z-191.3338  
487 L Z-818.6604

488 L Y-38.7097 Z-819.3172  
489 L Y-38.1953 Z-819.8321  
490 L Y-37.5386 Z-820.0042  
491 L Y37.5391 Z-820.0691  
492 L Y38.1953 Z-819.8982  
493 L Y38.7097 Z-819.3842  
494 L Y38.8812 Z-818.7281  
495 L Z-572.2727  
496 L Y38.6011 Z-570.4598  
497 L Y37.7608 Z-568.7792  
498 L Y36.4785 Z-567.4673  
499 L Y35.1962 Z-566.1555  
500 L Y34.3559 Z-564.4748  
501 L Y34.0758 Z-562.6619  
502 L Z-196.0752  
503 L Y33.9043 Z-195.4191  
504 L Y33.3899 Z-194.9051  
505 L Y32.7337 Z-194.7342  
506 L Y-32.7332 Z-194.7912  
507 L Y-33.3899 Z-194.9633  
508 L Y-33.9043 Z-195.4782  
509 L Y-34.0758 Z-196.135  
510 L Z-813.8591  
511 L Y-33.9043 Z-814.516  
512 L Y-33.3898 Z-815.0308  
513 L Y-32.7332 Z-815.2029  
514 L Y32.7336 Z-815.2595  
515 L Y33.3899 Z-815.0886  
516 L Y33.9043 Z-814.5746  
517 L Y34.0758 Z-813.9185  
518 L Z-562.6619  
519 L Y33.7957 Z-560.849  
520 L Y32.9553 Z-559.1683  
521 L Y31.6731 Z-557.8565  
522 L Y30.3908 Z-556.5447  
523 L Y29.5505 Z-554.864  
524 L Y29.2704 Z-553.0511  
525 L Z-200.8848  
526 L Y29.0989 Z-200.2287  
527 L Y28.5845 Z-199.7147  
528 L Y27.9282 Z-199.5438  
529 L Y-27.9277 Z-199.5925  
530 L Y-28.5844 Z-199.7645  
531 L Y-29.0989 Z-200.2794  
532 L Y-29.2704 Z-200.9363  
533 L Y-29.2703 Z-809.0579  
534 L Y-29.0989 Z-809.7147

535 L Y-28.5844 Z-810.2296  
536 L Y-27.9277 Z-810.4016  
537 L Y27.9282 Z-810.45  
538 L Y28.5845 Z-810.279  
539 L Y29.0989 Z-809.765  
540 L Y29.2704 Z-809.1089  
541 L Z-553.0511  
542 L Y28.9903 Z-551.2382  
543 L Y28.1499 Z-549.5575  
544 L Y26.8677 Z-548.2457  
545 L Y25.5854 Z-546.9338  
546 L Y24.7451 Z-545.2532  
547 L Y24.465 Z-543.4402  
548 L Z-205.6944  
549 L Y24.2935 Z-205.0383  
550 L Y23.7791 Z-204.5243  
551 L Y23.1228 Z-204.3534  
552 L Y-23.1223 Z-204.3937  
553 L Y-23.779 Z-204.5658  
554 L Y-24.2935 Z-205.0806  
555 L Y-24.4649 Z-205.7375  
556 L Z-804.2566  
557 L Y-24.2934 Z-804.9134  
558 L Y-23.779 Z-805.4283  
559 L Y-23.1223 Z-805.6004  
560 L Y23.1228 Z-805.6404  
561 L Y23.7791 Z-805.4694  
562 L Y24.2935 Z-804.9555  
563 L Y24.465 Z-804.2994  
564 L Z-543.4402  
565 L Y24.1848 Z-541.6273  
566 L Y23.3445 Z-539.9467  
567 L Y22.0623 Z-538.6348  
568 L Y20.78 Z-537.323  
569 L Y19.9397 Z-535.6424  
570 L Y19.6595 Z-533.8294  
571 L Z-210.504  
572 L Y19.4881 Z-209.8479  
573 L Y18.9737 Z-209.3339  
574 L Y18.3174 Z-209.163  
575 L Y-18.3169 Z-209.1949  
576 L Y-18.9736 Z-209.367  
577 L Y-19.488 Z-209.8819  
578 L Y-19.6595 Z-210.5387  
579 L Z-799.4553  
580 L Y-19.488 Z-800.1122  
581 L Y-18.9736 Z-800.6271

582 L Y-18.3169 Z-800.7991  
583 L Y18.3174 Z-800.8308  
584 L Y18.9737 Z-800.6599  
585 L Y19.4881 Z-800.1459  
586 L Y19.6595 Z-799.4898  
587 L Z-533.8294  
588 L Y19.3794 Z-532.0165  
589 L Y18.5391 Z-530.3359  
590 L Y17.2568 Z-529.024  
591 L Y15.9746 Z-527.7122  
592 L Y15.1342 Z-526.0315  
593 L Y14.8541 Z-524.2186  
594 L Z-215.3136  
595 L Y14.6827 Z-214.6575  
596 L Y14.1683 Z-214.1435  
597 L Y13.512 Z-213.9726  
598 L Y-13.5115 Z-213.9962  
599 L Y-14.1682 Z-214.1682  
600 L Y-14.6826 Z-214.6831  
601 L Y-14.8541 Z-215.3399  
602 L Z-794.6541  
603 L Y-14.6826 Z-795.3109  
604 L Y-14.1682 Z-795.8258  
605 L Y-13.5115 Z-795.9979  
606 L Y13.512 Z-796.0212  
607 L Y14.1682 Z-795.8503  
608 L Y14.6827 Z-795.3363  
609 L Y14.8541 Z-794.6802  
610 L Z-524.2186  
611 L Y14.574 Z-522.4057  
612 L Y13.7337 Z-520.725  
613 L Y12.4514 Z-519.4132  
614 L Y11.1692 Z-518.1013  
615 L Y10.3288 Z-516.4207  
616 L Y10.0487 Z-514.6078  
617 L Z-220.1232  
618 L Y9.8773 Z-219.4671  
619 L Y9.3628 Z-218.9531  
620 L Y8.7066 Z-218.7822  
621 L Y-8.7061 Z-218.7974  
622 L Y-9.3628 Z-218.9694  
623 L Y-9.8772 Z-219.4843  
624 L Y-10.0487 Z-220.1412  
625 L Z-789.8528  
626 L Y-9.8772 Z-790.5097  
627 L Y-9.3628 Z-791.0246  
628 L Y-8.7061 Z-791.1966

629 L Y8.7066 Z-791.2117  
630 L Y9.3628 Z-791.0407  
631 L Y9.8772 Z-790.5268  
632 L Y10.0487 Z-789.8707  
633 L Z-514.6078  
634 L Y9.7686 Z-512.7949  
635 L Y8.9283 Z-511.1142  
636 L Y7.646 Z-509.8024  
637 L Y6.3637 Z-508.4905  
638 L Y5.5234 Z-506.8099  
639 L Y5.2433 Z-504.9969  
640 L Z-224.9328  
641 L Y5.0718 Z-224.2767  
642 L Y4.5574 Z-223.7627  
643 L Y3.9012 Z-223.5918  
644 L Y-3.9007 Z-223.5986  
645 L Y-4.5574 Z-223.7707  
646 L Y-5.0718 Z-224.2856  
647 L Y-5.2433 Z-224.9424  
648 L Z-785.0516  
649 L Y-5.0718 Z-785.7084  
650 L Y-4.5574 Z-786.2233  
651 L Y-3.9007 Z-786.3953  
652 L Y3.9012 Z-786.4021  
653 L Y4.5574 Z-786.2312  
654 L Y5.0718 Z-785.7172  
655 L Y5.2433 Z-785.0611  
656 L Z-504.9969  
657 L Y4.9634 Z-503.1853  
658 L Y4.1237 Z-501.5059  
659 L Y2.8423 Z-500.195  
660 L Y1.5609 Z-498.8841  
661 L Y0.7212 Z-497.2046  
662 L Y0.4413 Z-495.393  
663 L Y0.4432 Z-228.9958  
664 L Y0.3289 Z-228.7672  
665 L Y-0.0139 Z-228.7671  
666 L Y-0.1283 Z-228.9957  
667 L Y-0.4393 Z-780.8044  
668 L Y-0.3235 Z-781.0845  
669 L Y-0.0436 Z-781.2007  
670 L Y0.043  
671 L Y0.3232 Z-781.0849  
672 L Y0.4393 Z-780.8047  
673 L Y0.4413 Z-495.393  
674 L X-255.5 FQ3  
675 ; -----

676 ; END TOOLPATH : ФрезерПлощини1

677 ; -----

678 M09

679 M05

680 L M140 MBMAX FMAX

681 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE

682 CYCL DEF 32.1

683 CYCL DEF 32.2

684 M30

685 END PGM 10 MM

100 ; -----

101 ; NO.| ID | DIA. | TIP RAD| LENGTH

102 ; -----

103 ; 1|ФрезаТорцеваR365-063Q22-S15H|69.7095| 0.0 | 85.0

104 ; -----

0.00 BEGIN PGM 20 MM

105 ; PROGRAM NAME : 20

106 ; PART NAME : Рейка

107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-22 - 0:37:28

108 ; PROGRAMMED BY : ADMIN

109 ; POWERMILL CB : 2024019.0

110 ; POST VER : 2024.0.0.5142

111 ; OPTION FILE : HEIDENHAINMOD

112 ; OUTPUT WORKPLANE : 2

113 ;

114 ; -----

115 ; NO.| ID | DIA. | TIP RAD| LENGTH

116 ; -----

117 ; 1|ФрезаТорцеваR365-063Q22-S15H|69.7095| 0.0 | 85.0

118 ; -----

119 ;

120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0

121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 14 MIN 2 SEC

122 ;

123 BLK FORM 0.1 Z X-640.0 Y-60.5 Z-60.5

124 BLK FORM 0.2 X0.0 Y60.5 Z60.5

125 ;

126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~

Q339=+1; DATUM NUMBER

127 L M140 MBMAX FMAX

128 ; -----

129 ; START TOOLPATH : ФрезерПлощзини2

130 ; -----

131 ; PARAMETRIC FEEDRATE DEFINITION

132 Q1=500; PLUNGE FEED RATE

133 Q2=1000; CUTTING FEED RATE

134 Q3=3000; SKIM FEED RATE  
135 ; FMAX USED FOR RAPID  
136 ;  
137 ; TOOL NO. :1  
138 ; TOOL TYPE : FORM  
139 ; TOOL ID : ФрезаТорцеваR365-063Q22-S15H  
140 ; TOOL DIA : 69.7095 LENGTH 85.0  
141 ;  
142 TOOL CALL 1 Z S1500 DL+0.0 DR+0.0  
143 M03  
144 L X-320.0 Y0.0 FMAX  
145 L Z70.5 FMAX  
146 M08  
147 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE  
148 CYCL DEF 32.1 T0.1  
149 CYCL DEF 32.2 HSC-MODE:1 TA2  
150 L X-409.4398 Y51.8119 R0 FQ3  
151 L Z65.5  
152 L Z58.0 FQ1  
153 CC X-420.7446 Y29.254  
154 C X-404.5508 Y48.604 DR- FQ2  
155 CC X-399.0544 Y55.1717  
156 C X-399.0547 Y46.6075 DR+  
157 L X0.3505 Y46.5953  
158 L X0.9123 Y46.5827  
159 L X2.7554 Y46.4623  
160 L X3.5844 Y46.3791  
161 L X4.4061 Y46.2413  
162 L X7.1038 Y45.6967  
163 L X8.0555 Y45.4657  
164 L X8.9865 Y45.1615  
165 L X11.7263 Y44.1468  
166 L X12.5228 Y43.8204  
167 L X13.2951 Y43.4405  
168 L X14.6818 Y42.6984  
169 L X15.2604 Y42.3688  
170 L X15.8208 Y42.0091  
171 L X17.4542 Y40.8987  
172 L X18.0824 Y40.4427  
173 L X18.6813 Y39.9489  
174 L X20.3052 Y38.5238  
175 L X20.9251 Y37.9416  
176 L X21.5043 Y37.3189  
177 L X23.0978 Y35.4853  
178 L X23.7811 Y34.6263  
179 L X24.387 Y33.711  
180 L X26.2239 Y30.6549

181 L X26.7704 Y29.6439  
182 L X27.2225 Y28.5873  
183 L X28.2206 Y25.9254  
184 L X28.4475 Y25.265  
185 L X28.6375 Y24.5931  
186 L X28.8567 Y23.7268  
187 L X29.0658 Y22.7342  
188 L X29.1943 Y21.728  
189 L X29.624 Y16.7902  
190 L X29.6589 Y16.2609  
191 L X29.6714 Y15.7306  
192 L X29.692 Y7.7581  
193 L X29.6996 Y0.1476  
194 L X29.6828 Y-7.4628  
195 L X29.6449 Y-17.411  
196 L X29.6223 Y-18.1201  
197 L X29.5597 Y-18.8267  
198 L X29.2099 Y-21.8182  
199 L X29.0994 Y-22.567  
200 L X28.9442 Y-23.3078  
201 L X28.6709 Y-24.4415  
202 L X28.4615 Y-25.2041  
203 L X28.2046 Y-25.9522  
204 L X27.1619 Y-28.7045  
205 L X26.7428 Y-29.6837  
206 L X26.2425 Y-30.624  
207 L X24.6685 Y-33.3026  
208 L X24.1688 Y-34.0854  
209 L X23.6128 Y-34.8293  
210 L X22.4871 Y-36.225  
211 L X21.9691 Y-36.8274  
212 L X21.4141 Y-37.396  
213 L X19.6756 Y-39.0682  
214 L X18.9681 Y-39.6992  
215 L X18.2152 Y-40.2752  
216 L X15.8343 Y-41.9587  
217 L X15.1627 Y-42.4021  
218 L X14.4641 Y-42.8017  
219 L X13.2403 Y-43.4508  
220 L X12.4942 Y-43.8156  
221 L X11.7255 Y-44.1304  
222 L X8.9686 Y-45.155  
223 L X8.0192 Y-45.4656  
224 L X7.0481 Y-45.7  
225 L X4.3707 Y-46.235  
226 L X3.5826 Y-46.3666  
227 L X2.7878 Y-46.4481

228 L X1.2143 Y-46.559  
229 L X0.7752 Y-46.5822  
230 L X0.3357 Y-46.5901  
231 L X-639.4758 Y-46.9605  
232 CC X-639.4932 Y-16.7962  
233 C X-669.6573 Y-16.923 DR-  
234 L X-669.6788 Y-11.8126  
235 L X-669.7001 Y-2.184  
236 L X-669.6827 Y7.4446  
237 L X-669.6448 Y17.4295  
238 L X-669.6222 Y18.1377  
239 L X-669.5598 Y18.8435  
240 L X-669.2106 Y21.8336  
241 L X-669.1024 Y22.5702  
242 L X-668.9509 Y23.2991  
243 L X-668.6802 Y24.4325  
244 L X-668.469 Y25.2065  
245 L X-668.209 Y25.9655  
246 L X-667.1647 Y28.7247  
247 L X-666.7424 Y29.7113  
248 L X-666.2376 Y30.6584  
249 L X-664.6767 Y33.3089  
250 L X-664.1802 Y34.0855  
251 L X-663.6282 Y34.8237  
252 L X-662.4893 Y36.2363  
253 L X-661.9783 Y36.8311  
254 L X-661.4313 Y37.393  
255 L X-659.6979 Y39.0662  
256 L X-658.9863 Y39.7028  
257 L X-658.2285 Y40.2837  
258 L X-655.8412 Y41.9741  
259 L X-655.1613 Y42.4233  
260 L X-654.4536 Y42.8276  
261 L X-653.244 Y43.4677  
262 L X-652.4963 Y43.8323  
263 L X-651.7261 Y44.1468  
264 L X-648.9857 Y45.1617  
265 L X-648.0914 Y45.4554  
266 L X-647.1776 Y45.6815  
267 L X-644.8445 Y46.1671  
268 L X-643.7875 Y46.3406  
269 L X-642.7195 Y46.4237  
270 L X-637.2287 Y46.6148  
271 L X-399.0547 Y46.6075  
272 CC X-399.0549 Y40.327  
273 C X-394.0245 Y44.0872 DR-  
274 CC X-388.9922 Y47.8488

275 C X-388.9949 Y41.566 DR+  
276 L X-0.119 Y41.404  
277 L X0.4015 Y41.393  
278 L X2.3206 Y41.2758  
279 L X3.115 Y41.2009  
280 L X3.9032 Y41.0758  
281 L X4.7007 Y40.9232  
282 CC X0.1647 Y17.2189  
283 C X17.6536 Y33.8504 DR-  
284 L X17.8497 Y33.6442  
285 L X19.0867 Y32.2168  
286 L X20.1869 Y30.6814  
287 L X20.534 Y30.1465  
288 CC X-0.6656 Y16.3913  
289 C X24.6055 Y16.3959 DR-  
290 L X24.6114 Y-16.479  
291 CC X-0.4649 Y-16.4834  
292 C X-0.4414 Y-41.5597 DR-  
293 L X-638.5121 Y-42.1574  
294 CC X-638.5368 Y-15.8351  
295 C X-664.8586 Y-15.6877 DR-  
296 L X-664.6786 Y16.4575  
297 CC X-639.3242 Y16.3154  
298 C X-639.3137 Y41.6703 DR-  
299 L X-388.9949 Y41.566  
300 CC X-388.9974 Y35.4112  
301 C X-384.0692 Y39.0983 DR-  
302 CC X-379.1385 Y42.7874  
303 C X-379.1442 Y36.6294 DR+  
304 L X-0.3123 Y36.2817  
305 CC X-0.3306 Y16.3119  
306 C X19.6392 Y16.2964 DR-  
307 L X19.614 Y-16.1987  
308 CC X-0.5896 Y-16.183  
309 C X13.7044 Y-30.4611 DR-  
310 L X13.5286 Y-30.6372  
311 CC X-0.7655 Y-16.3591  
312 C X-0.7466 Y-36.5626 DR-  
313 L X-638.2184 Y-37.1596  
314 CC X-638.2384 Y-15.7129  
315 C X-653.4388 Y-30.8426 DR-  
316 L X-653.6136 Y-30.667  
317 CC X-638.4135 Y-15.5375  
318 C X-659.8599 Y-15.5526 DR-  
319 L X-659.8818 Y15.3367  
320 CC X-638.3665 Y15.352  
321 C X-638.3467 Y36.8673 DR-

322 L X-379.1442 Y36.6294  
323 CC X-379.15 Y30.3826  
324 C X-374.1491 Y34.1261 DR-  
325 CC X-369.1483 Y37.8697  
326 C X-369.1541 Y31.6229 DR+  
327 L X-0.6172 Y31.2846  
328 CC X-0.631 Y16.1878  
329 C X10.0531 Y26.8538 DR-  
330 L X10.2289 Y26.6777  
331 CC X-0.4553 Y16.0117  
332 C X14.6416 Y16.0116 DR-  
333 L X14.6413 Y-15.7583  
334 CC X-1.0149 Y-15.7581  
335 C X10.0619 Y-26.8226 DR-  
336 L X9.8857 Y-26.9989  
337 CC X-1.1921 Y-15.9333  
338 C X-1.1774 Y-31.5911 DR-  
339 L X-637.7919 Y-32.1909  
340 CC X-637.8078 Y-15.2871  
341 C X-649.7884 Y-27.212 DR-  
342 L X-649.9646 Y-27.035  
343 CC X-637.9915 Y-15.1175  
344 C X-654.8847 Y-15.1171 DR-  
345 L X-654.8842 Y15.0526  
346 CC X-638.2428 Y15.0523  
347 C X-650.0087 Y26.8209 DR-  
348 L X-649.833 Y26.9966  
349 CC X-638.0668 Y15.228  
350 C X-638.0515 Y31.8696 DR-  
351 L X-369.1541 Y31.6229  
352 CC X-369.1598 Y25.4077  
353 C X-364.1842 Y29.1322 DR-  
354 CC X-359.2086 Y32.8568  
355 C X-359.2144 Y26.6416 DR+  
356 L X-1.0475 Y26.3129  
357 CC X-1.0572 Y15.7627  
358 C X6.4093 Y23.2165 DR-  
359 L X6.5852 Y23.0403  
360 CC X-0.8804 Y15.5873  
361 C X9.6687 Y15.5874 DR-  
362 L X9.6689 Y-15.3323  
363 CC X-1.4416 Y-15.3324  
364 C X6.4191 Y-23.1843 DR-  
365 L X6.2433 Y-23.3602  
366 CC X-1.6164 Y-15.5092  
367 C X-1.6059 Y-26.6183 DR-  
368 L X-637.3753 Y-27.2172

369 CC X-637.3869 Y-14.868  
370 C X-646.1395 Y-23.5798 DR-  
371 L X-646.3141 Y-23.4044  
372 CC X-637.5608 Y-14.6917  
373 C X-649.9111 Y-14.6918 DR-  
374 L X-649.9113 Y14.6285  
375 CC X-637.8188 Y14.6285  
376 C X-646.3686 Y23.18 DR-  
377 L X-646.1927 Y23.3559  
378 CC X-637.6421 Y14.8034  
379 C X-637.631 Y26.8971 DR-  
380 L X-359.2144 Y26.6416  
381 CC X-359.2201 Y20.4257  
382 C X-354.244 Y24.1507 DR-  
383 CC X-349.2679 Y27.8756  
384 C X-349.2736 Y21.6598 DR+  
385 L X-1.4768 Y21.3407  
386 CC X-1.4823 Y15.3383  
387 C X2.7657 Y19.5791 DR-  
388 L X2.9414 Y19.403  
389 CC X-1.3065 Y15.1622  
390 C X4.6959 Y15.1623 DR-  
391 L X4.696 Y-14.9082  
392 CC X-1.8659 Y-14.9082  
393 C X2.7767 Y-19.5456 DR-  
394 L X2.6006 Y-19.7219  
395 CC X-2.0431 Y-15.0834  
396 C X-2.0368 Y-21.6468 DR-  
397 L X-636.9489 Y-22.2485  
398 CC X-636.9562 Y-14.442  
399 C X-642.4891 Y-19.9492 DR-  
400 L X-642.6652 Y-19.7722  
401 CC X-637.1401 Y-14.2725  
402 C X-644.9358 Y-14.2732 DR-  
403 L X-644.9385 Y14.2034  
404 CC X-637.3945 Y14.2042  
405 C X-642.7282 Y19.5393 DR-  
406 L X-642.5525 Y19.7149  
407 CC X-637.2185 Y14.38  
408 C X-637.2115 Y21.924 DR-  
409 L X-349.2736 Y21.6598  
410 CC X-349.2793 Y15.4447  
411 C X-344.3038 Y19.1692 DR-  
412 CC X-339.3282 Y22.8937  
413 C X-339.3339 Y16.6786 DR+  
414 L X-1.9071 Y16.369  
415 CC X-1.9085 Y14.9132

416 C X-0.8782 Y15.9418 DR-  
417 L X-0.7022 Y15.7655  
418 CC X-1.7316 Y14.7379  
419 C X-0.277 Y14.7379 DR-  
420 L X-0.2764 Y-14.4824  
421 CC X-2.2925 Y-14.4825  
422 C X-0.8661 Y-15.9073 DR-  
423 L X-1.0419 Y-16.0832  
424 CC X-2.4673 Y-14.6593  
425 C X-2.4654 Y-16.6741 DR-  
426 L X-636.5322 Y-17.2748  
427 CC X-636.5353 Y-14.0229  
428 C X-638.8401 Y-16.317 DR-  
429 L X-639.0148 Y-16.1416  
430 CC X-636.7093 Y-13.8468  
431 C X-639.9622 Y-13.8471 DR-  
432 L X-639.9655 Y13.78  
433 CC X-636.97 Y13.7801  
434 C X-639.0881 Y15.8983 DR-  
435 L X-638.9122 Y16.0742  
436 CC X-636.7939 Y13.9555  
437 C X-636.7912 Y16.9514 DR-  
438 L X-339.3339 Y16.6786  
439 CC X-339.3394 Y10.6719  
440 C X-334.5307 Y14.2715 DR-  
441 CC X-329.722 Y17.8711  
442 C X-329.7275 Y11.8643 DR+  
443 L X-6.425 Y11.5678  
444 CC X-6.4263 Y10.2239  
445 C X-5.0824 Y10.2239 DR-  
446 L X-5.0819 Y-10.5285  
447 CC X-6.4258 Y-10.5285  
448 C X-6.4245 Y-11.8724 DR-  
449 L X-633.8148 Y-12.4669  
450 CC X-633.816 Y-11.1258  
451 C X-635.1571 Y-11.126 DR-  
452 L X-635.1597 Y10.8024  
453 CC X-633.819 Y10.8026  
454 C X-633.8178 Y12.1433 DR-  
455 L X-329.7275 Y11.8643  
456 CC X-329.733 Y5.8577  
457 C X-324.9243 Y9.4572 DR-  
458 CC X-320.1155 Y13.0569  
459 C X-320.1211 Y7.0501 DR+  
460 L X-11.2303 Y6.7668  
461 CC X-11.2316 Y5.4229  
462 C X-9.8877 Y5.4229 DR-

463 L X-9.8875 Y-5.7276  
464 CC X-11.2313 Y-5.7277  
465 C X-11.2301 Y-7.0715 DR-  
466 L X-629.0099 Y-7.6569  
467 CC X-629.0113 Y-6.3159  
468 C X-630.3522 Y-6.316 DR-  
469 L X-630.3537 Y5.9926  
470 CC X-629.0131 Y5.9929  
471 C X-629.0118 Y7.3335 DR-  
472 L X-320.1211 Y7.0501  
473 CC X-320.1266 Y1.0434  
474 C X-315.3179 Y4.643 DR-  
475 CC X-310.5091 Y8.2427  
476 C X-310.5146 Y2.2359 DR+  
477 L X-16.0357 Y1.9658  
478 CC X-16.0369 Y0.6219  
479 C X-14.693 Y0.6219 DR-  
480 L Y-0.9268  
481 CC X-16.0368 Y-0.9268  
482 C X-16.0356 Y-2.2707 DR-  
483 L X-624.2051 Y-2.8469  
484 CC X-624.2063 Y-1.5058  
485 C X-625.5474 Y-1.506 DR-  
486 L X-625.5477 Y1.1828  
487 CC X-624.207 Y1.1829  
488 C X-624.2058 Y2.5237 DR-  
489 L X-310.5146 Y2.2359  
490 L Z70.5 FQ3  
491 ; -----  
492 ; END TOOLPATH : ФрезерПлощзини2  
493 ; -----  
494 M09  
495 M05  
496 L M140 MBMAX FMAX  
497 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE  
498 CYCL DEF 32.1  
499 CYCL DEF 32.2  
500 M30  
501 END PGM 20 MM

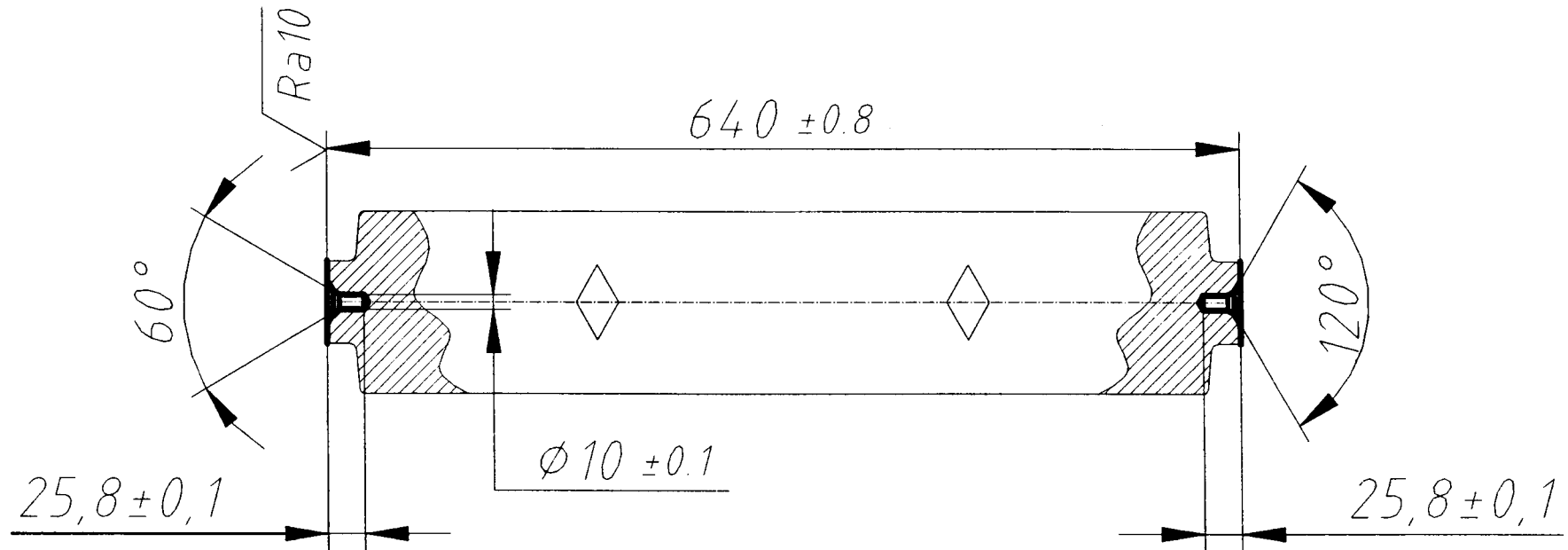








Дубл.															
Взамін.															
Підпис										Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата	
												1	1		
Розробив	Рикус			ІФНТУНГ	ПЭА 01.40.01.603 А							20141.00003			
Перевірів	Шуляр														
Реценз.															
Н. контр.	Шуляр			Рейка зубчата									Н		010

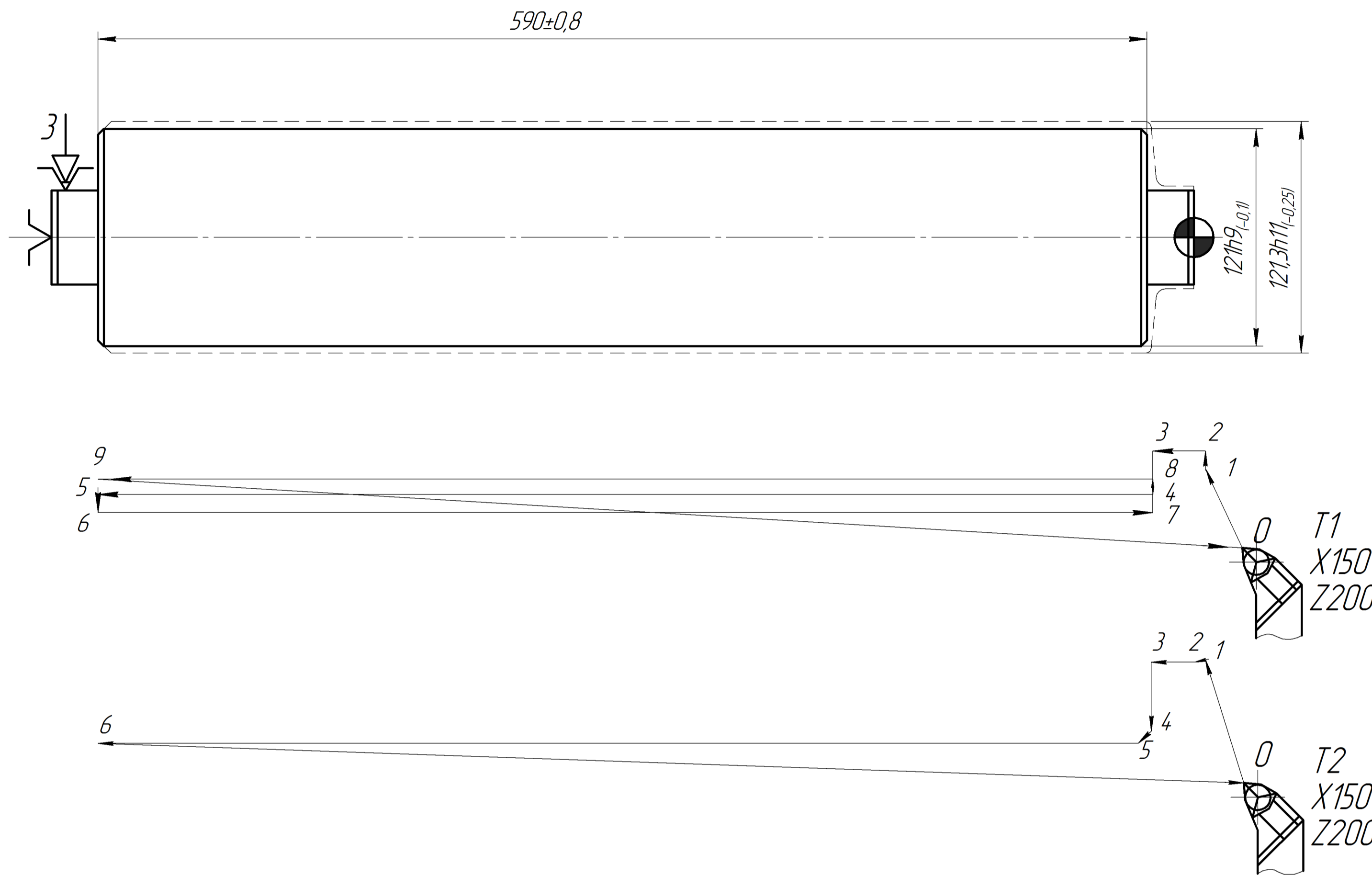










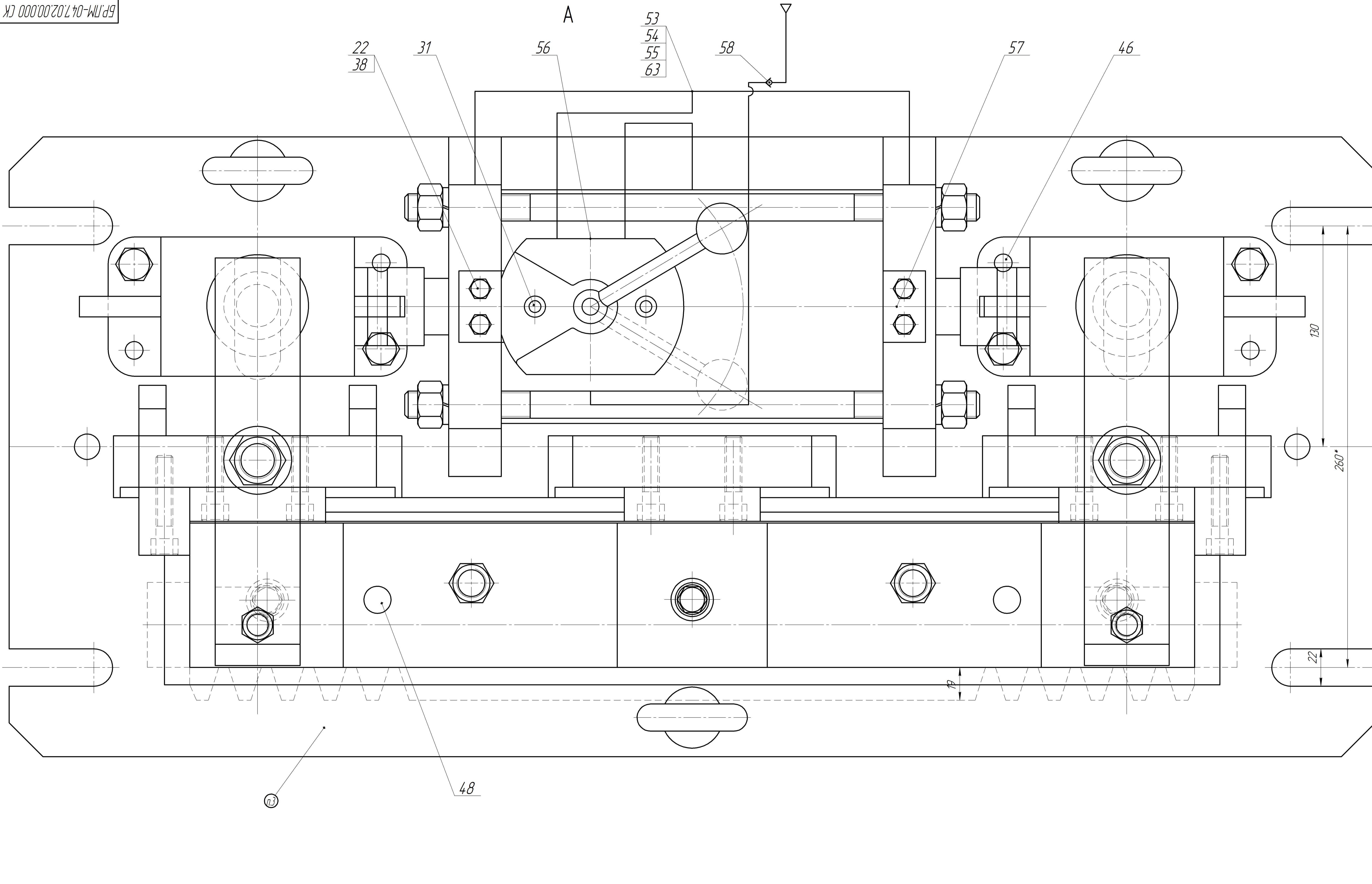


		проточити заготовку $\varnothing 121,31$ до $\varnothing 121$ на довжину 592				
		зняти фаску на $\varnothing 121$ розміром $3 \times 4,5$				
		підрізати торець до $\varnothing 115$				
		проточити заготовку $\varnothing 53$ до $\varnothing 51$ на довжину 25				
	4	Зняти $\varnothing 51$ L10 на довжину 2,8	175,5	1,0-0,31	459	0,35
	3	Проточити заготовку $\varnothing 123$ до $\varnothing 121,31$ на довжину 592	82,89	1	218	0,8
	2	Проточити заготовку $\varnothing 127$ до $\varnothing 123$ на довжину 592	82,89	1	218	0,8
030	1	Проточити заготовку $\varnothing 58$ до $\varnothing 53$ на довжину 24,5	85	2,5	457	0,5
№ оп.	№ переходу	Токарна з ЧПК	V, м/хв	t, мм	n, об/хв	S, мм/об
			Режими різання			

Точки	Координати	
	X	Z
Різець T1		
0	X150	Z200
1	X58	Z2
2	X53	Z2
3	X53	-Z24,5
4	X123	-Z24,5
5	X123	-Z592
6	X127	-Z23
7	X121,31	-Z23
8	X121,31	-Z592
9	X150	Z200
Різець T2		
0	-	-
1	X48,96	Z2
2	X51	-Z2,8
3	X51	-Z25
4	X121	-Z25
5	X121	-Z592
6	X150	Z200

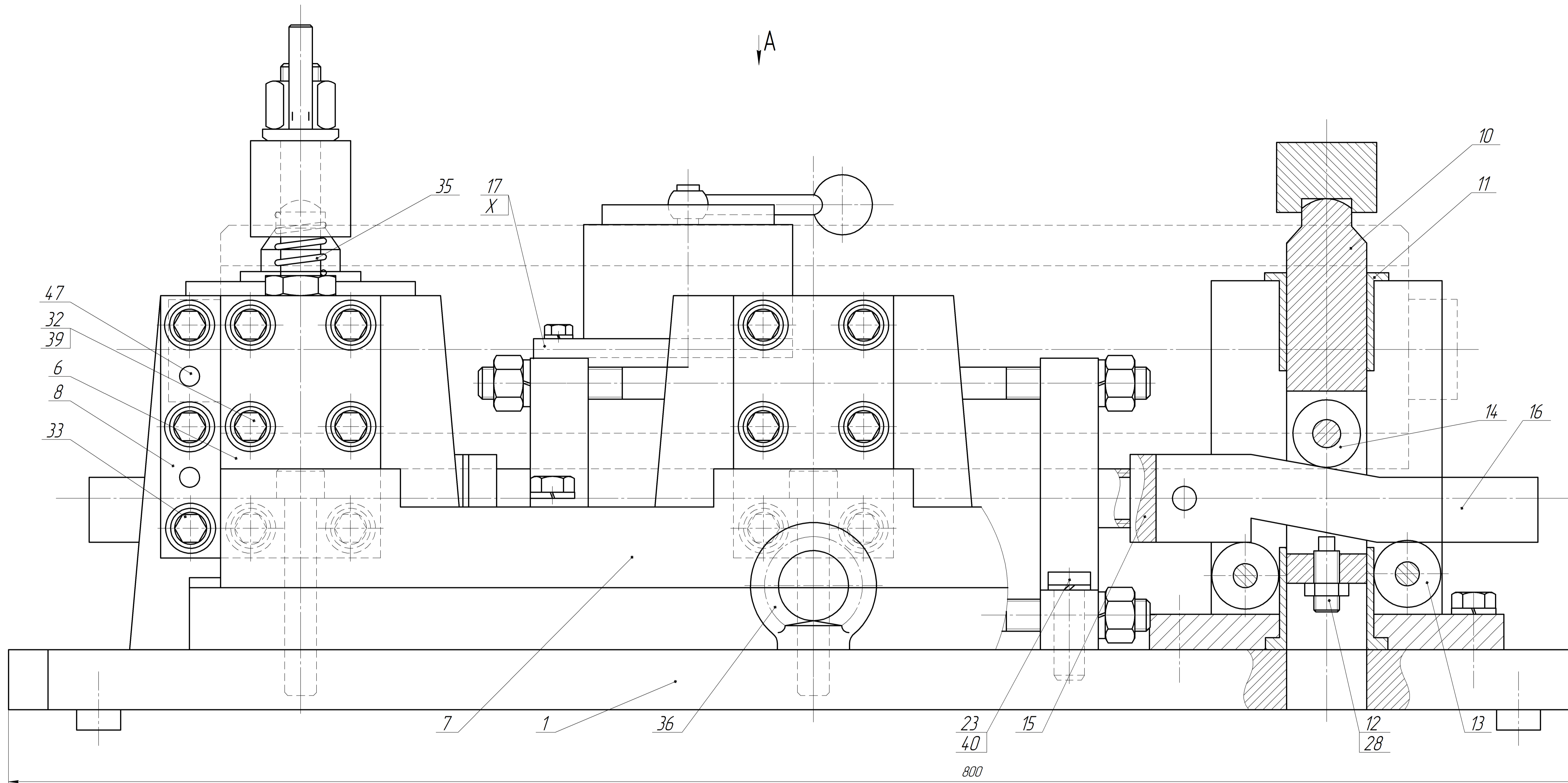
Верстат токарний SL-20 з ЧПК Haidenhain  
 Пристрій – центр передній, центр обертовий, патрон трикулачковий.  
 Різці – прохідний правий з механічним кріпленням тригранної пластини T15K6.  
 прохідний правий з механічним кріпленням тригранної пластини T15K6.  
 Вимірювач – калібри-скоди  $\varnothing 51,04_{-0,16}$ ;  $\varnothing 121_{-0,1}$ ; шаблон  $L=590 \pm 0,8$ .

БР.ПМ-04.7.01.00.000 СХ					
Зм.	Арх.	№ Доким.	Підп.	Дата	Карта наладки
Разраб.	Рисув.				
Перев.	Шляяр				
Т.контр.	Шляяр				
Н.контр.	Шляяр				Лист
Затв.	Ланчик				Маса
					Масштаб
					1:1
					Архив
					Архив
					1
					ІФНТЧНГ
					ПМ-21-1



					БР.ПМ-04.7.02.00.000 СК		
Эл.	Арк.	№ Док.	Подп.	Дата	Лит.	Маса	Масштаб
Разраб.	Рукис				Н		1:1
Перев.	Шляр				Архив	Архив	1
Т.контр.	Шляр				ІФНТЧНГ ПМ-21-1		
Н.контр.	Шляр						
Затв.	Ланчик						

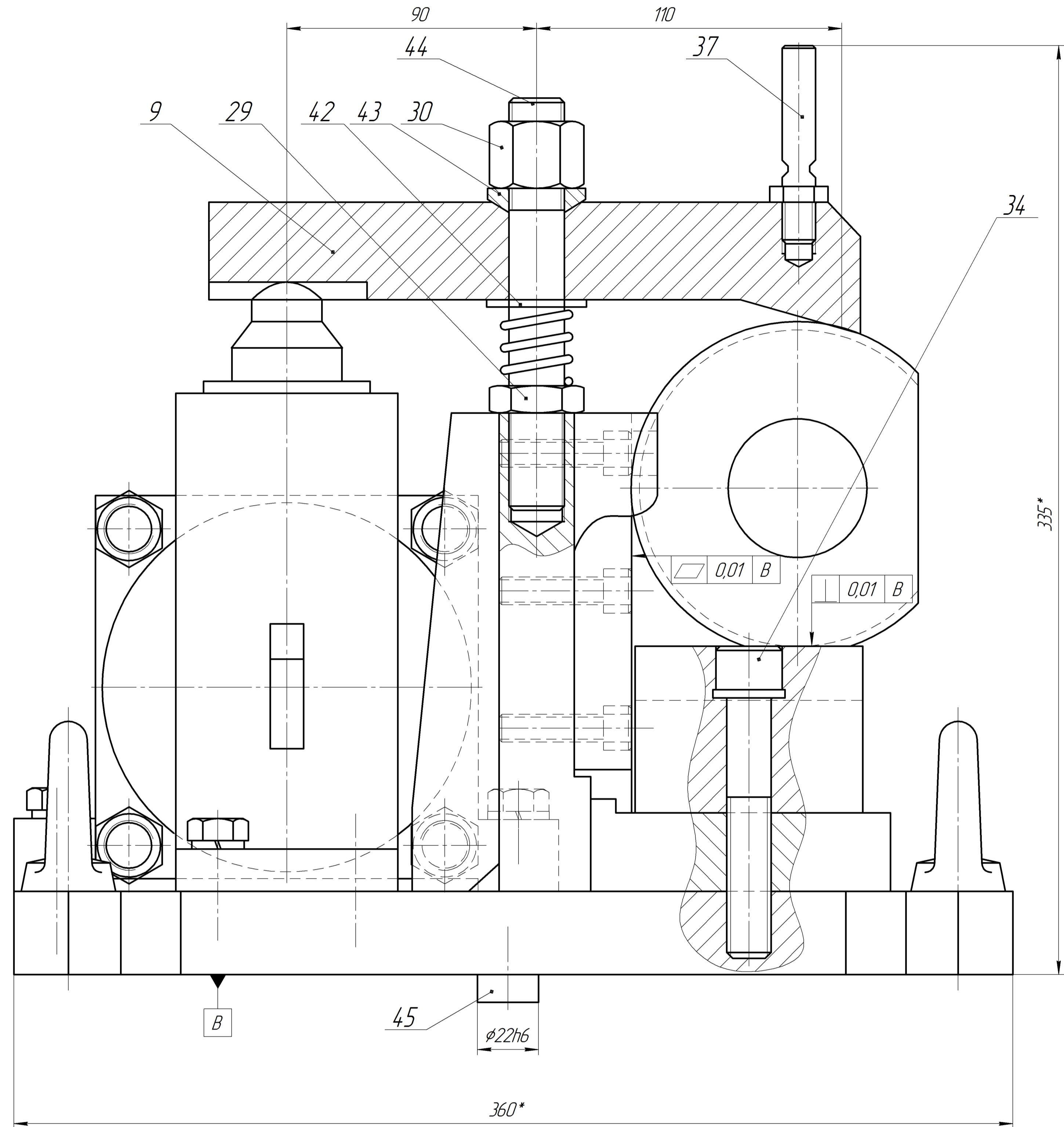
Пристрій довідальний



1. Невказані граничні відхилення Н14, h14,  $\pm \frac{IT14}{2}$
2. \*Разміри для довідок
3. Маркувати: БР.ПМ-04.7.02.00.000  
ПЗА 014.001603 А, ЕЗ-98
4. Шрифт маркування ВПр-3 ГОСТ 26.026-80
5. Пристосіблення встановити на верстат ЕЗ-98
6. Неробочі поверхні фарбувати в голубий колір емаллю ХВ113  
ГОСТ 18374-73
7. Рухомі деталі повинні переміщатись плавно без заїдань

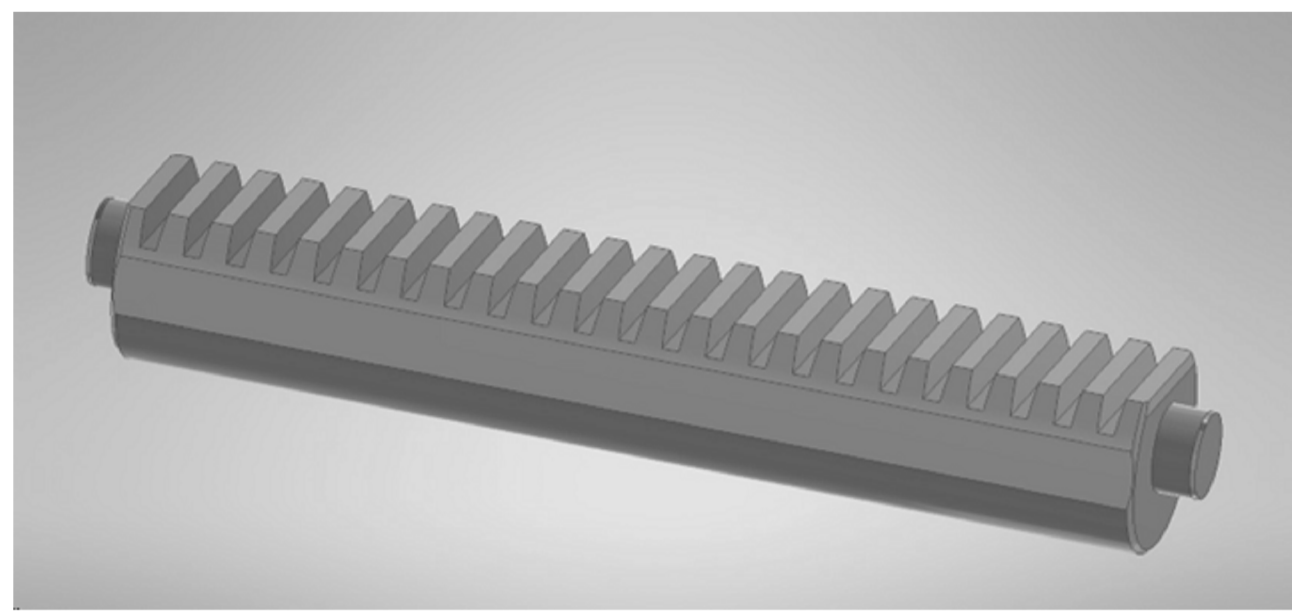
				БР.ПМ-04.7.02.00.000 СК			
Зм.	Арх.	№ Док.	Підп.	Дата	Лист	Маса	Масштаб
Разраб.	Рижук				н		1:1
Перев.	Шуляк				Архив	Архив	1
Т.контр.	Шуляк				ІФНТЧНГ		
Н.контр.	Шуляк				ПМ-21-1		
Затв.	Ланчук						

Б

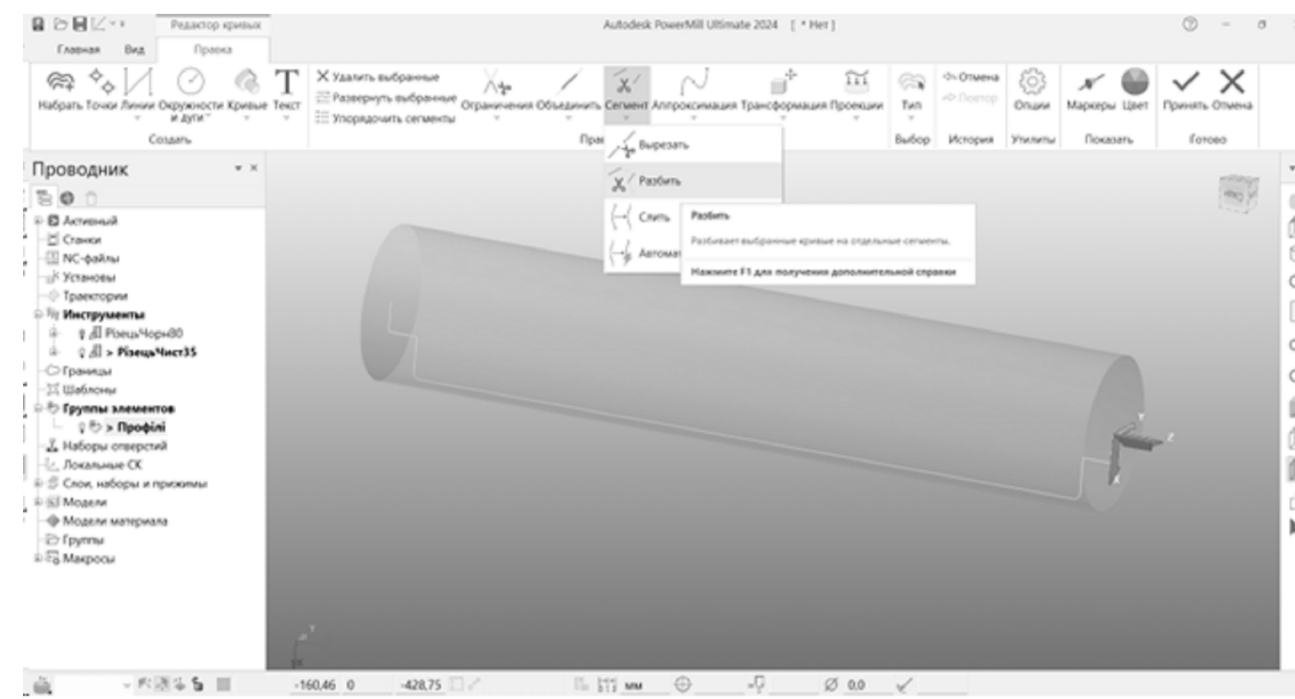


					БР.ПМ-04.7.02.00.000 СК		
Эк.	Арх.	№ Доким.	Подп.	Дата	Лит	Маса	Масштаб
Разраб.	Рижук				Н		1:1
Перев.	Шляяр				Архив 1		
Т.контр.	Шляяр				ІФНТЧНГ		
Н.контр.	Шляяр				ПМ-21-1		
Затв.	Ланчик						

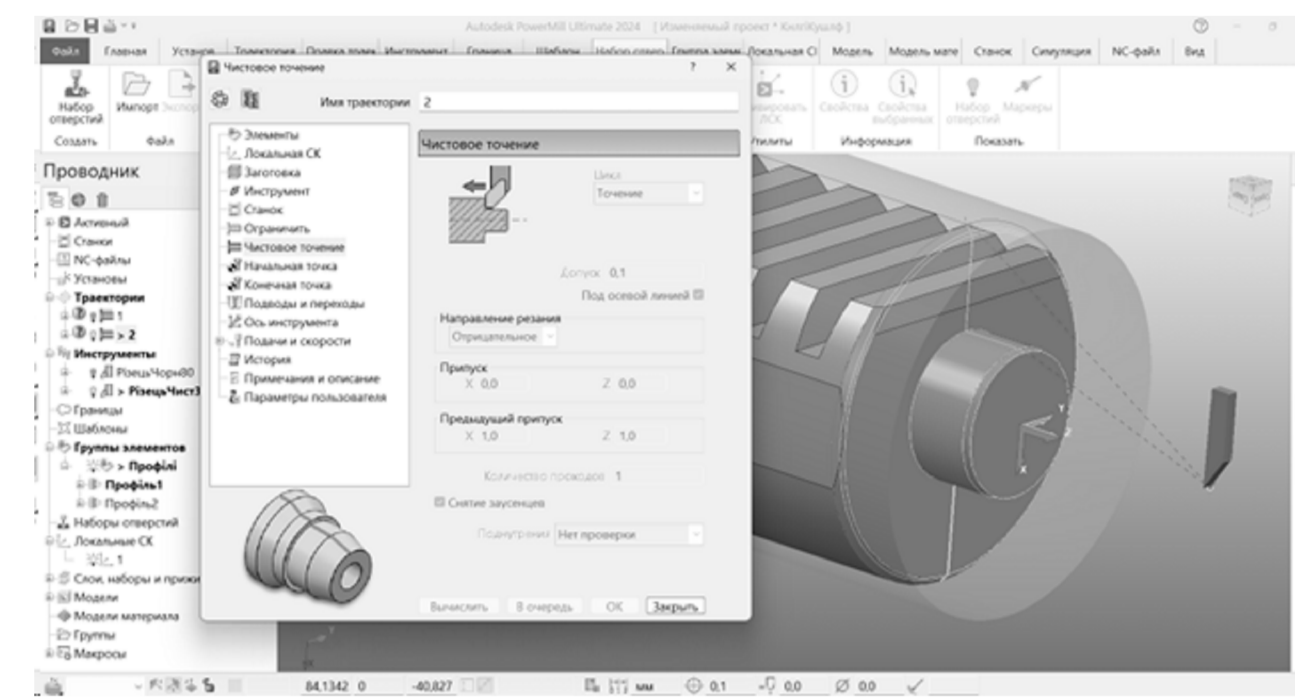
Пристрій довідальний



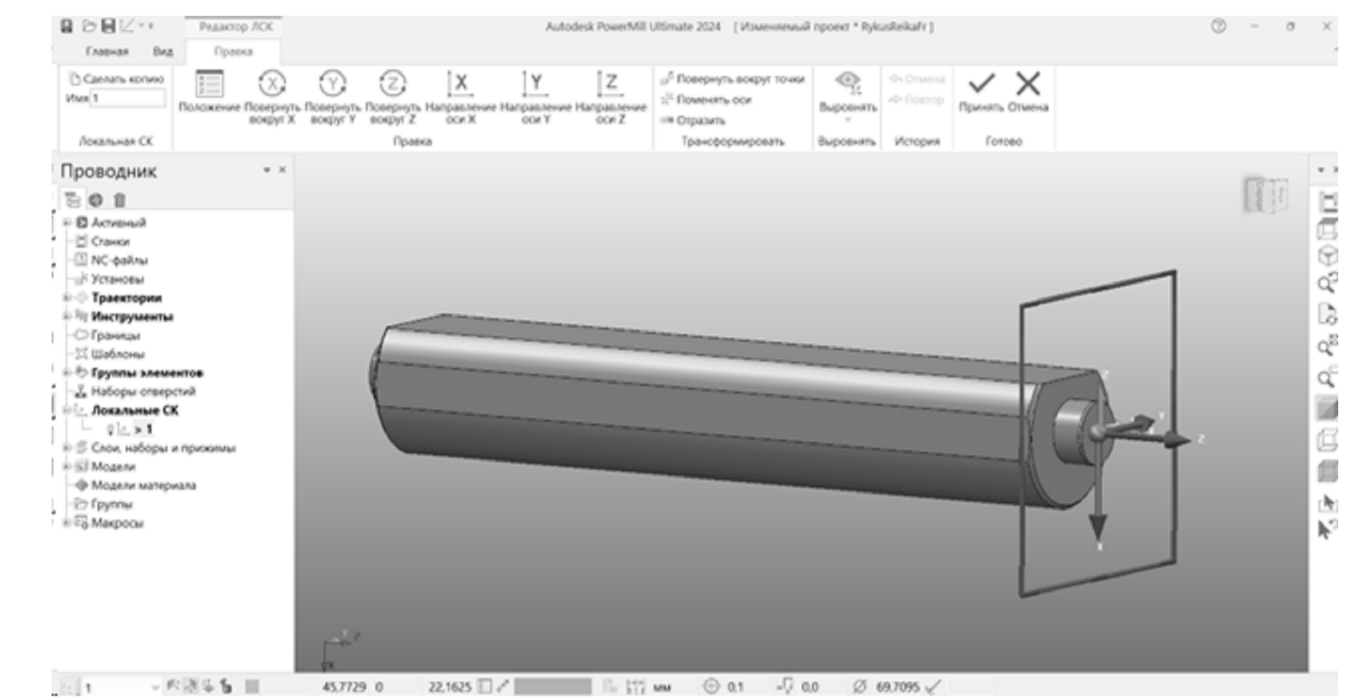
3D-модель деталі



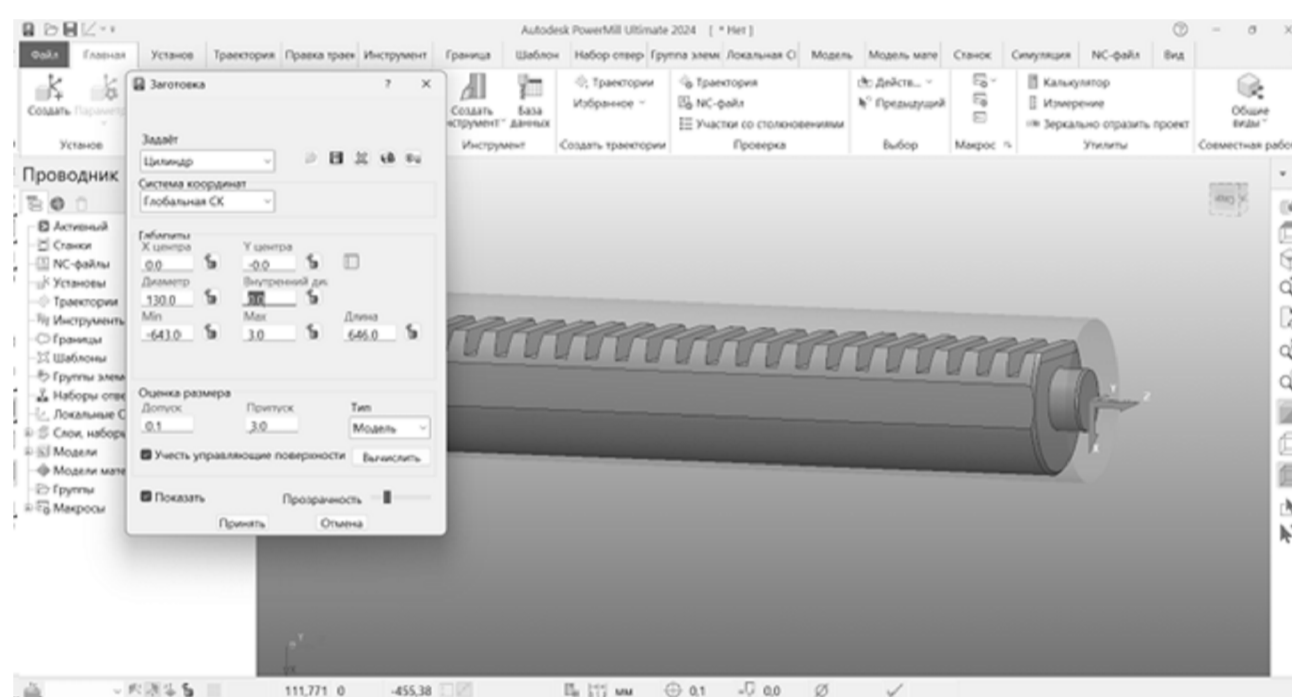
Отримання профілю обертання



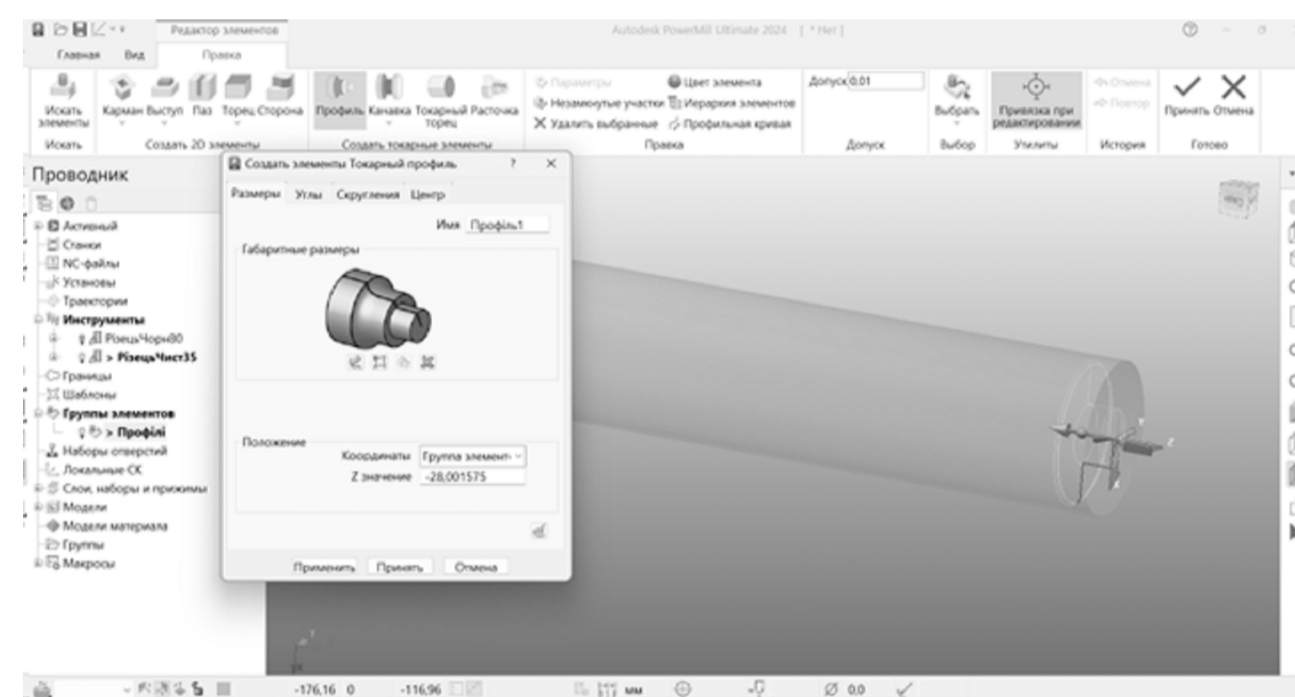
Проектування чистового точіння



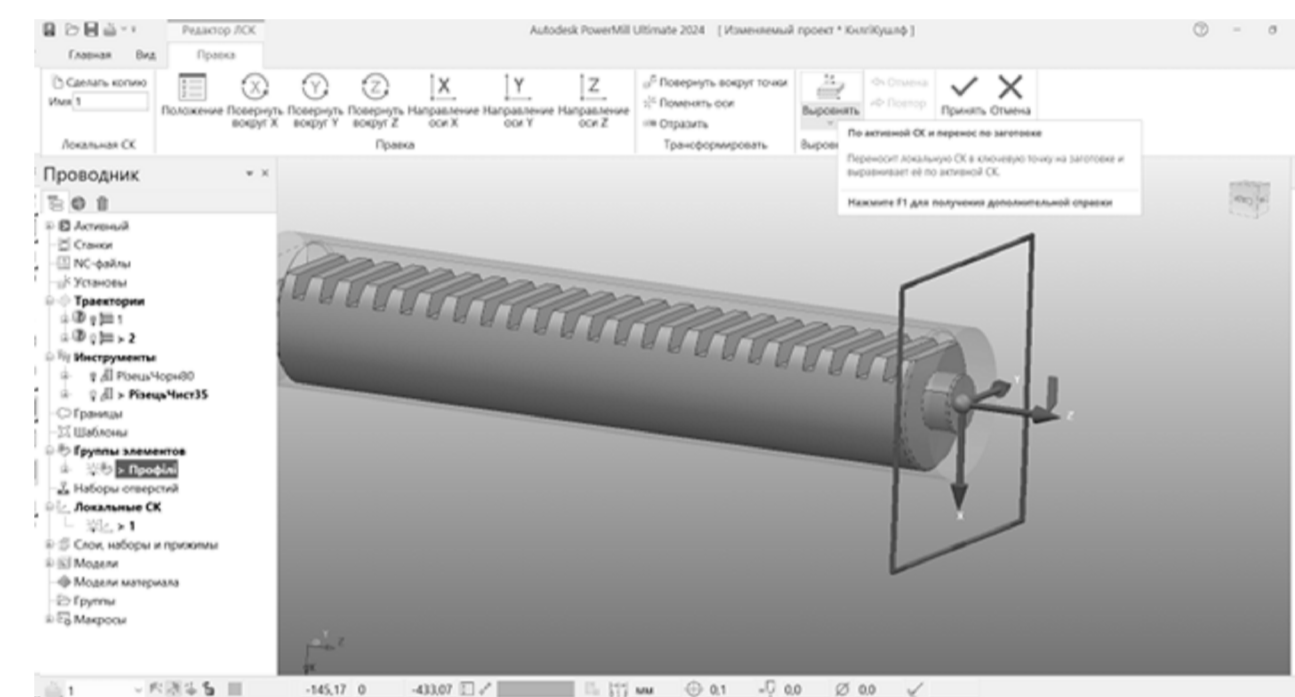
Створення локальної системи координат



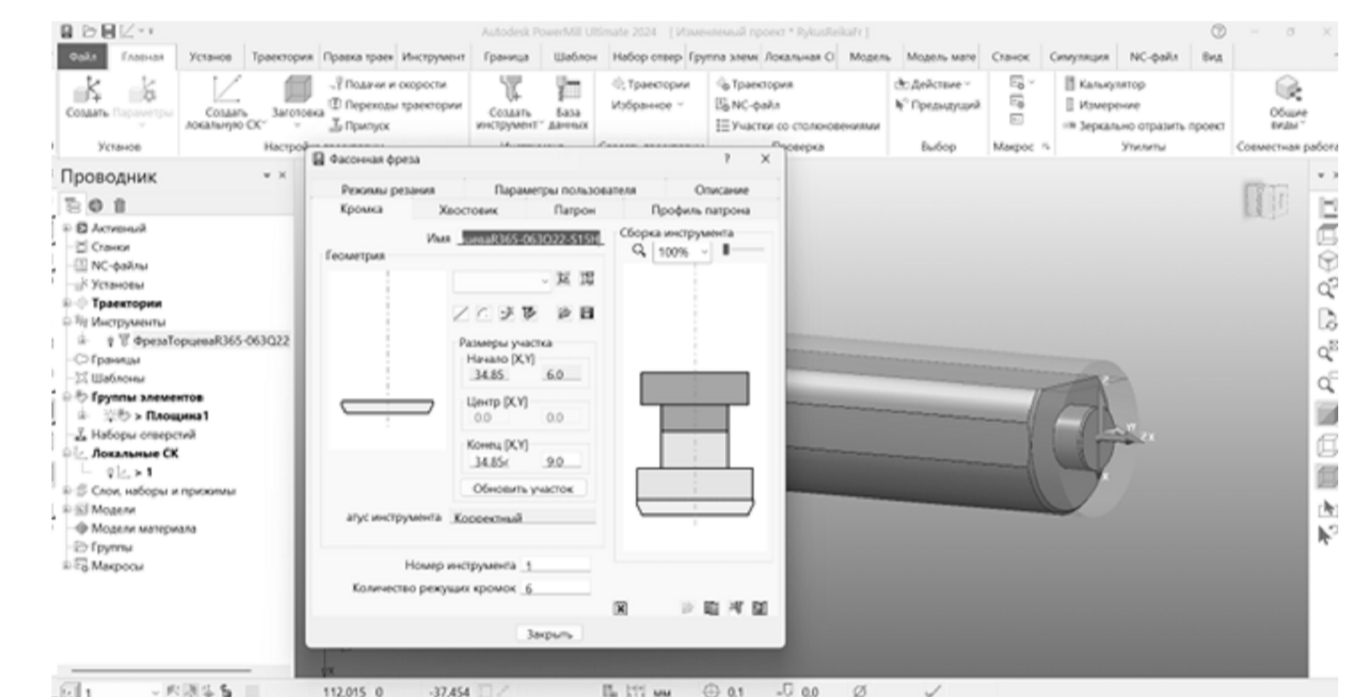
Імпортована модель деталі та заготовка



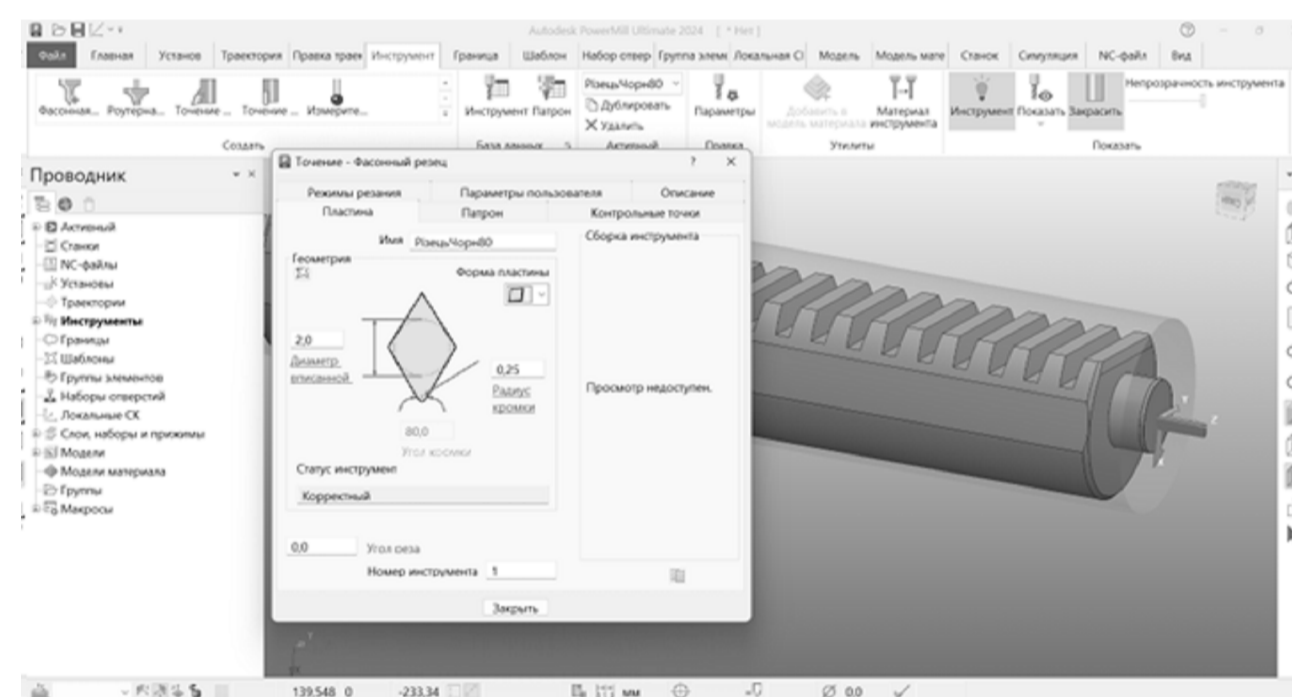
Створення елемента "Токарний профіль"



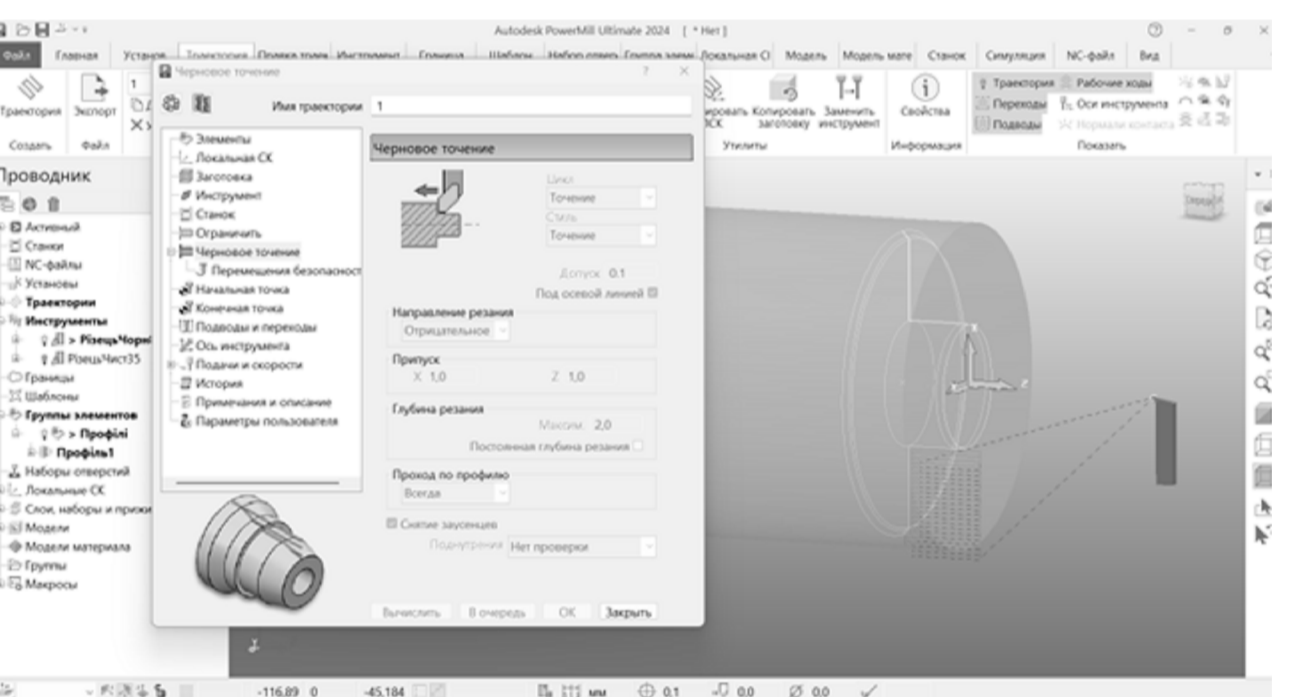
Створення локальної системи координат



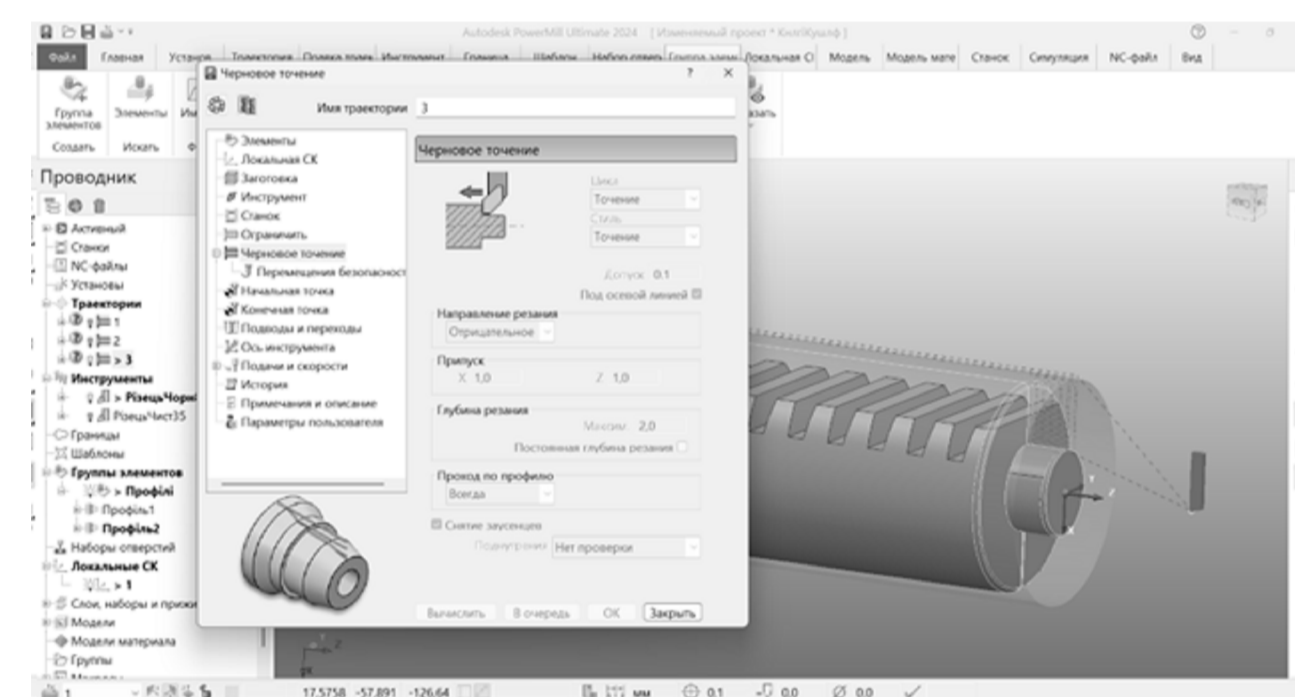
Створення моделі дискової фрези



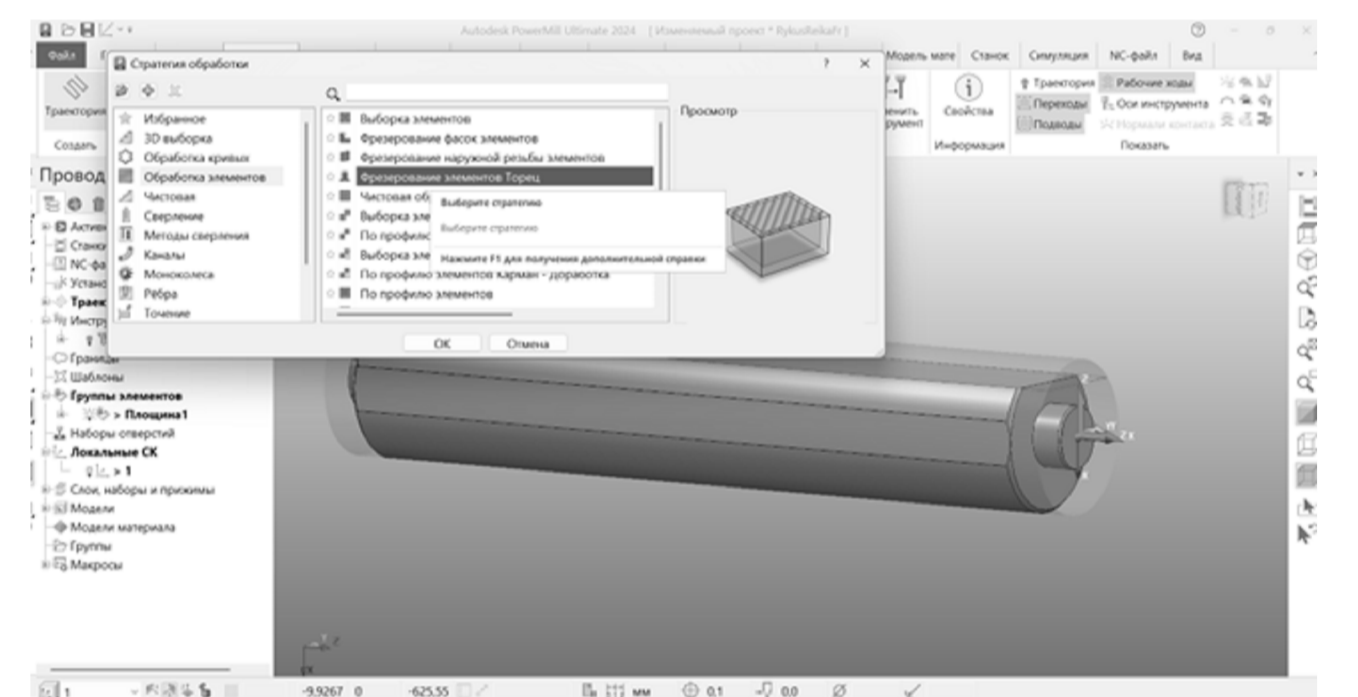
Створення моделі чорнового різця



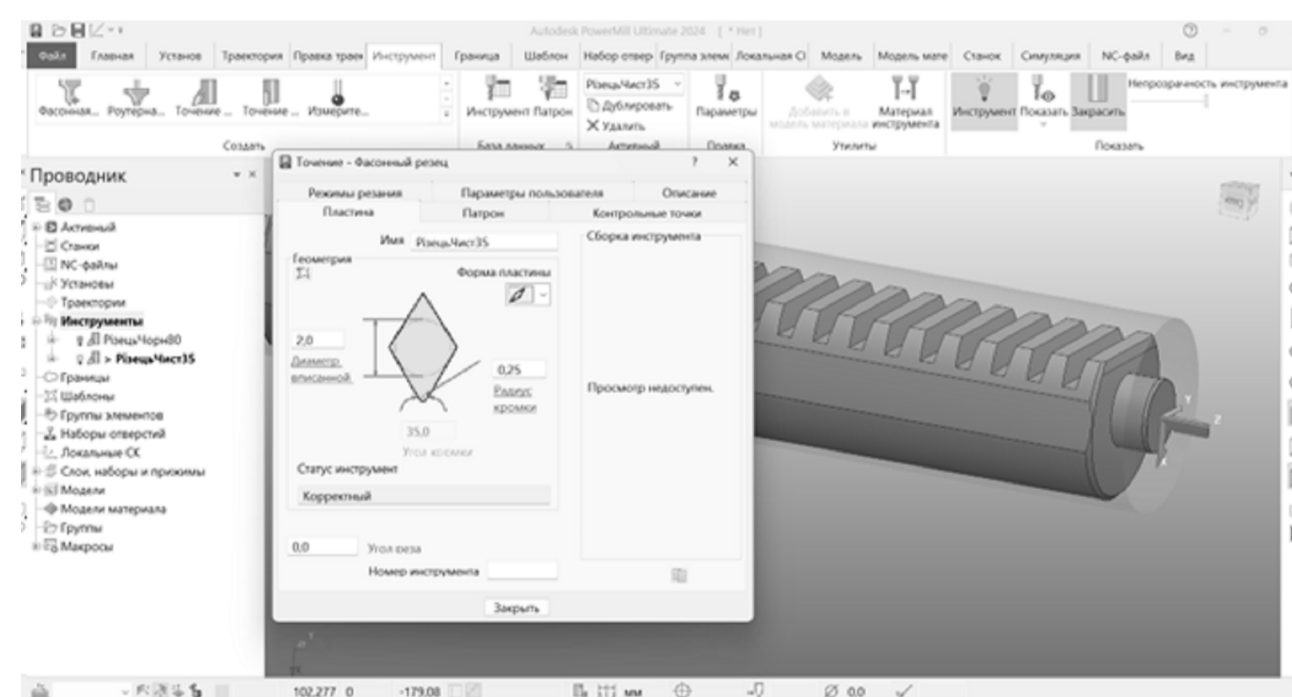
Проектування чорнового точіння



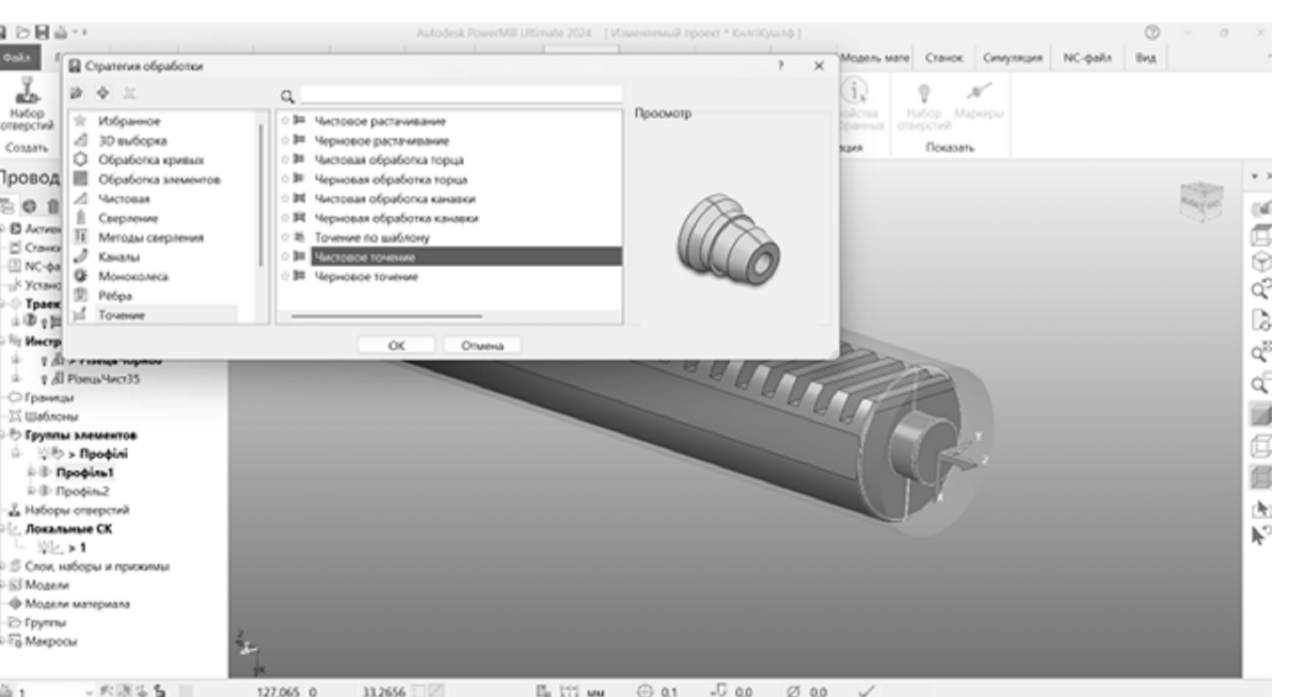
Проектування чорнового точіння



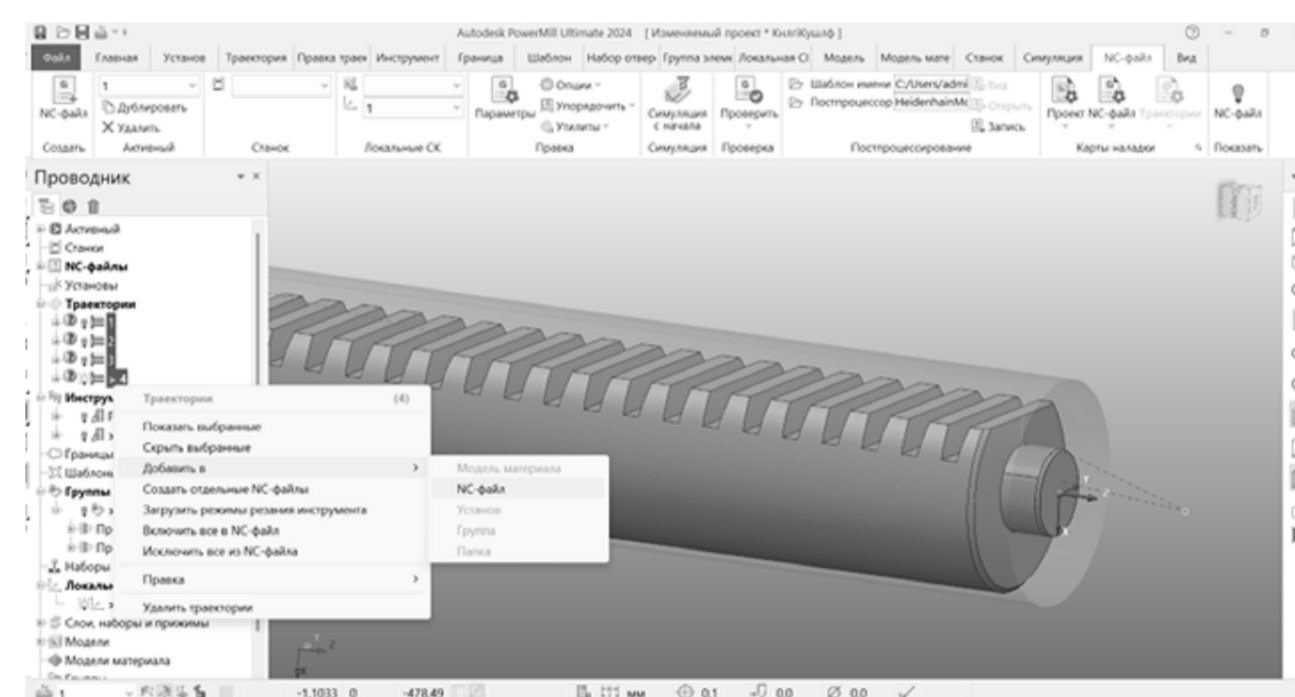
Вибір стратегії обробки



Створення моделі чистового різця

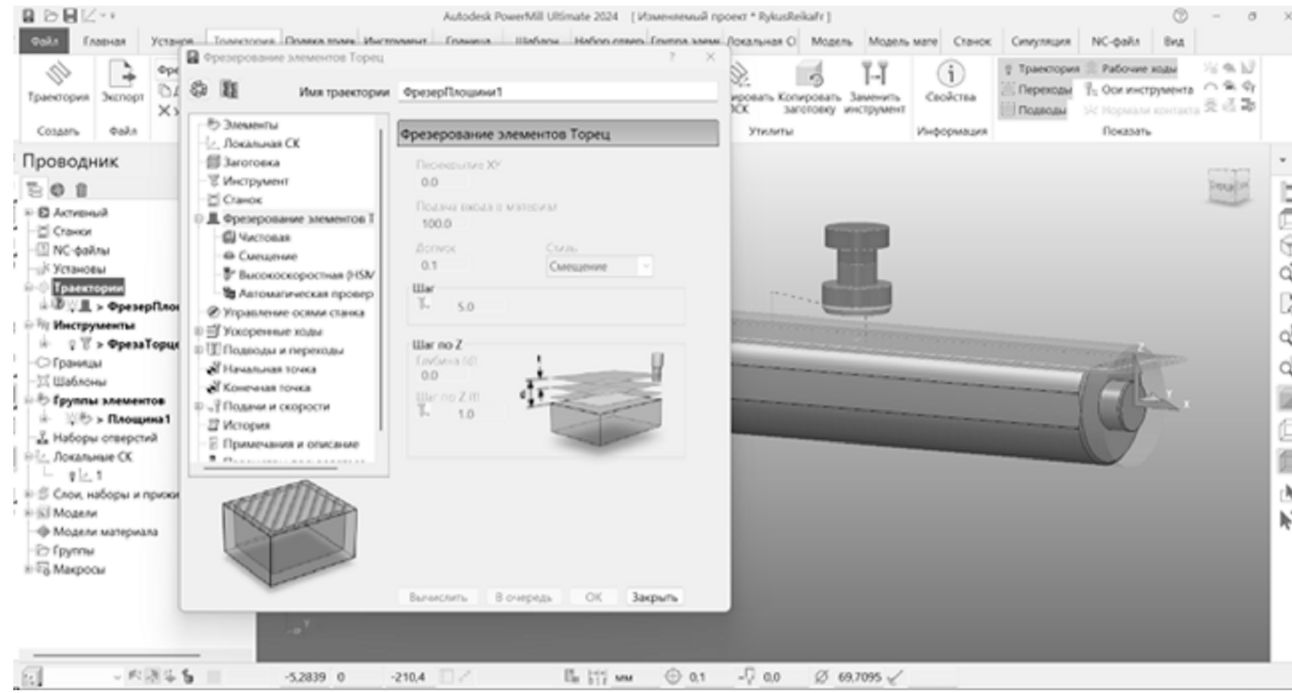


Вибір стратегії обробки

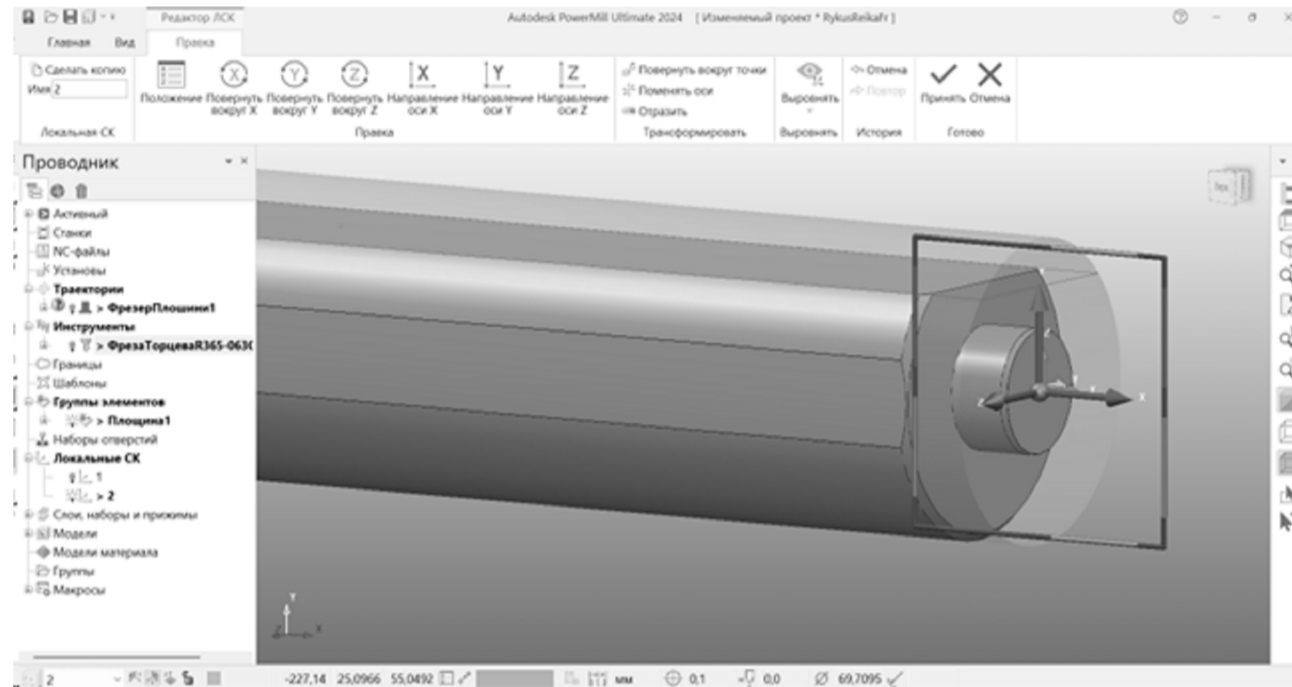


Додавання траєкторій до NC-файлу

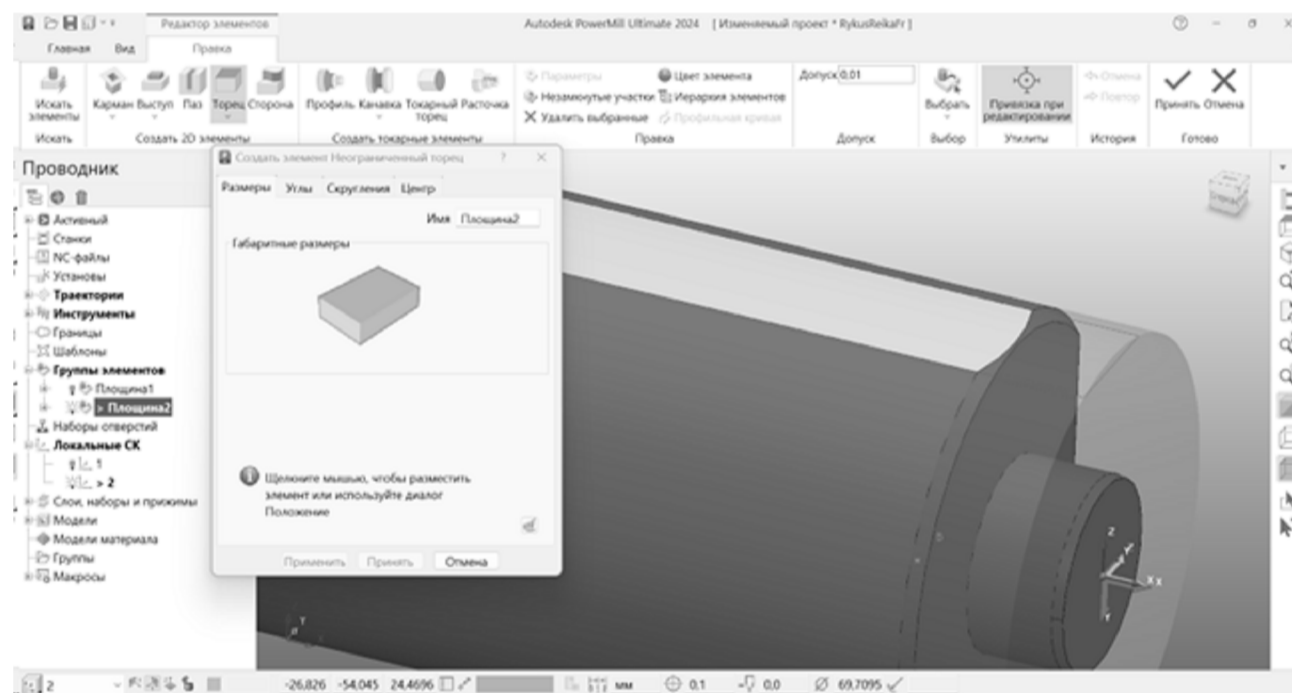
				БР.ПМ-04.7.03.00.000 СХ				
Зм.	Арх.	№ Докм.	Підп.	Дата	Схеми до керуючої програми з ЧПК	Лист	Маса	Масштаб
						Н		1:1
Разраб.	Шуляр	Рижук	Шуляр			Архив	Архив	1
Левоб.	Шуляр					ІФНТУНГ ПМ-21-1		
Т.контр.								
Н.контр.	Шуляр							
Затв.	Ланчк							



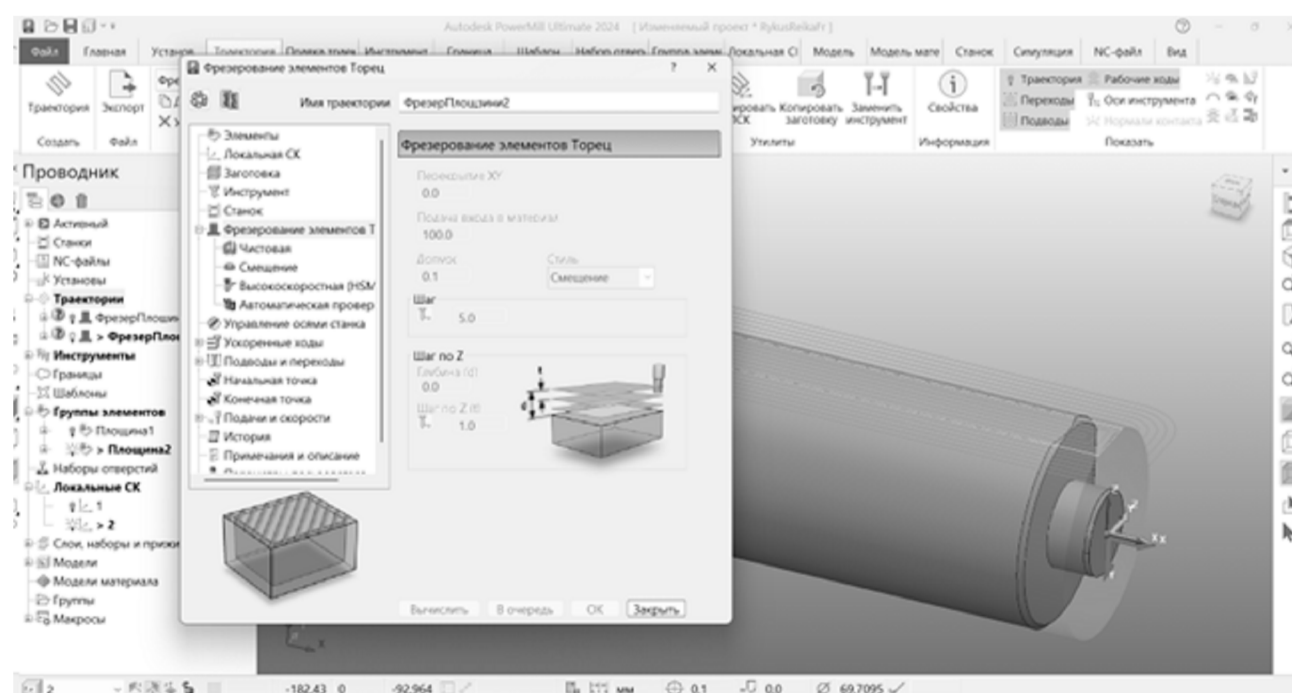
Проектування фрезерування лиски



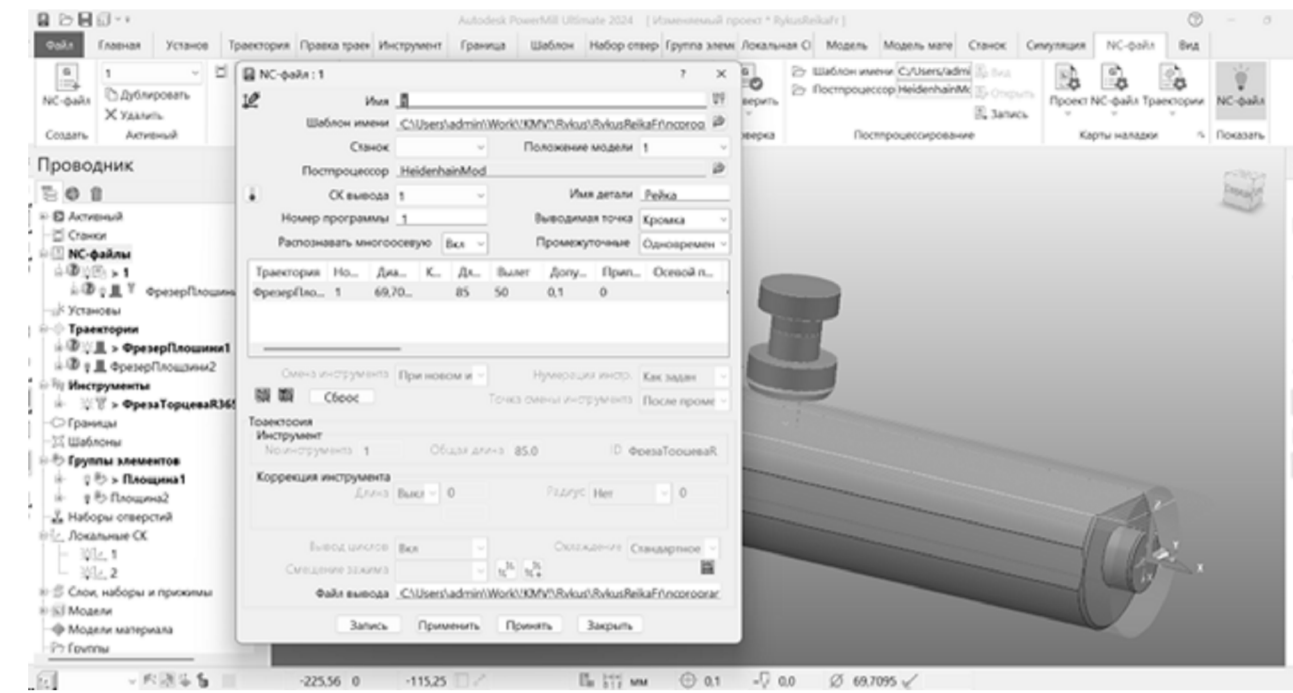
Створення локальної системи координат



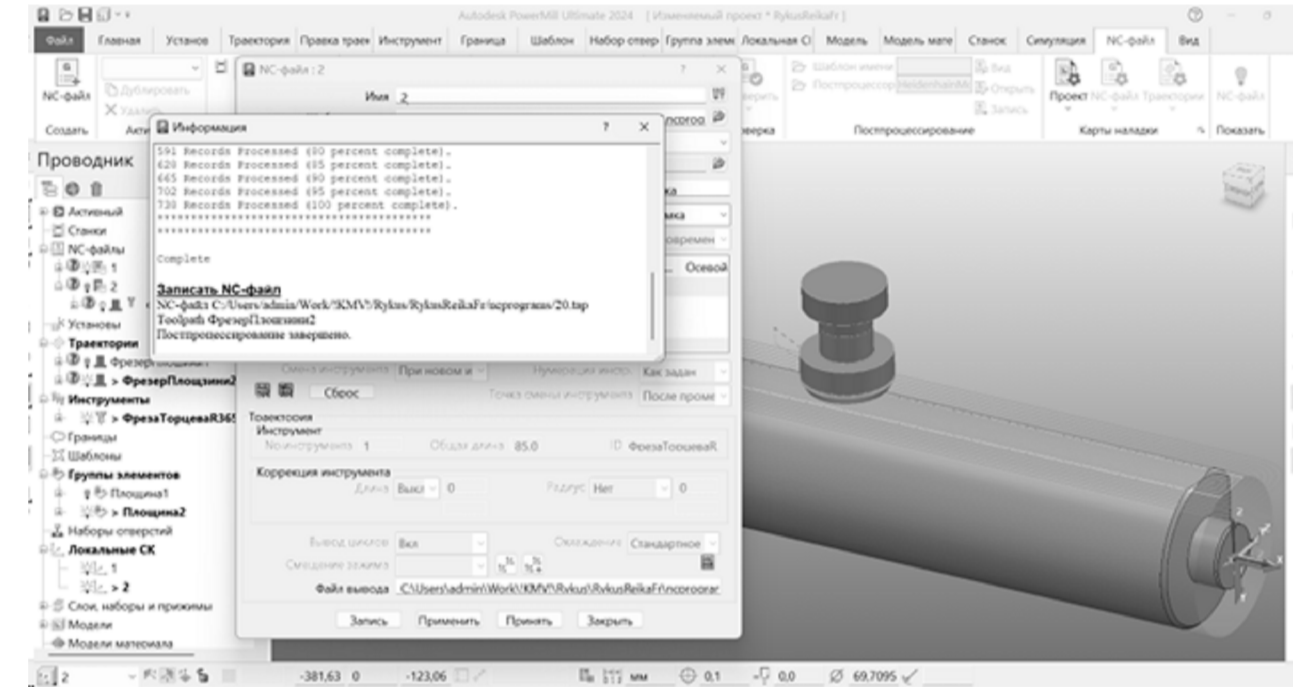
Створення елемента "Необмежений торець"



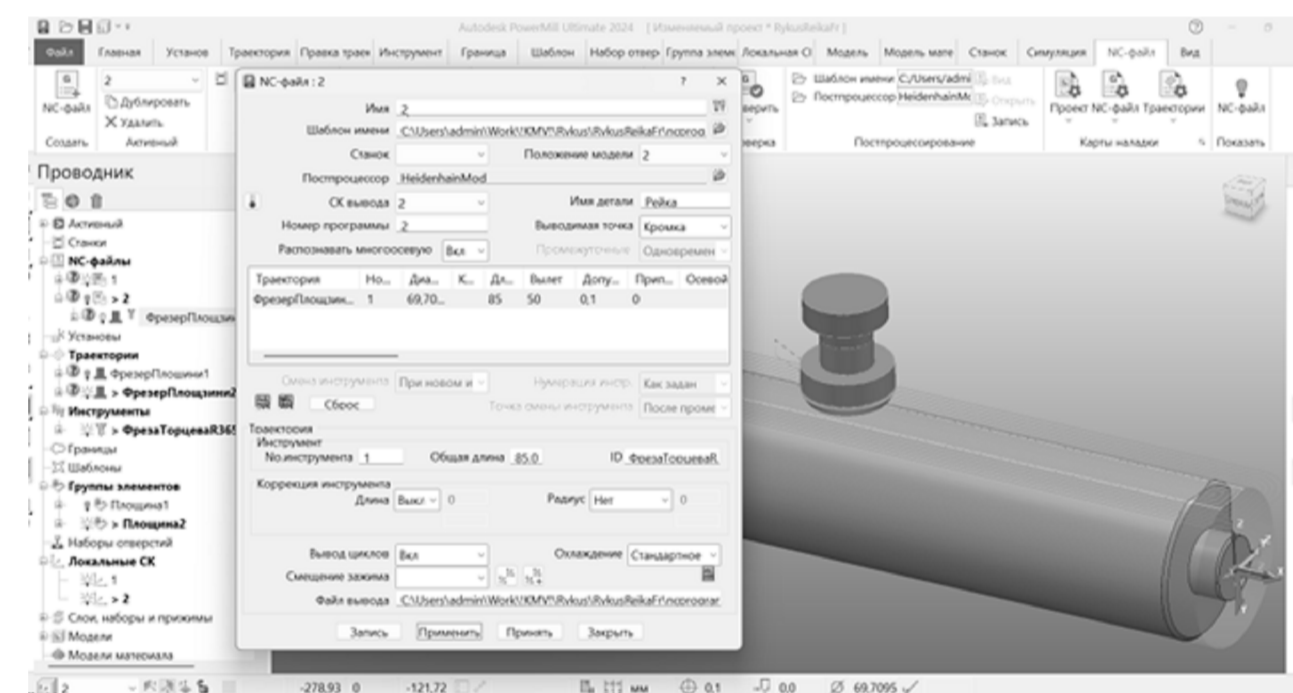
Проектування фрезерування лиски



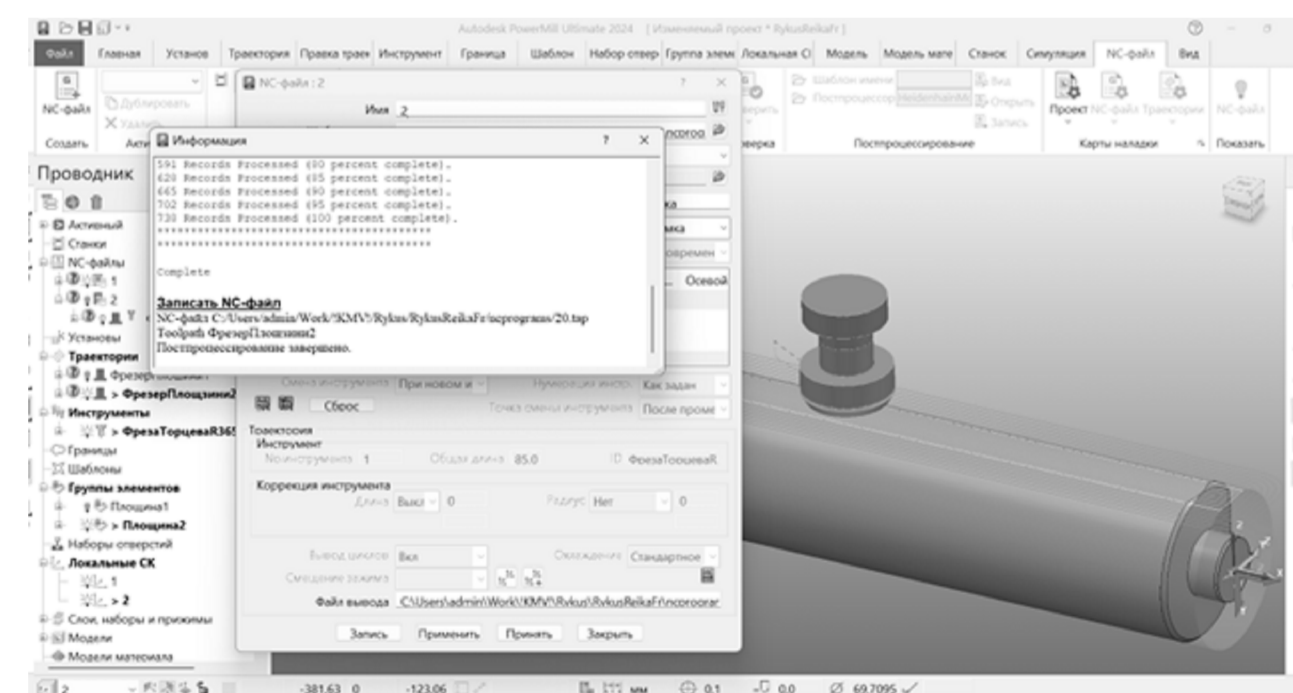
Створення NC-файлу



Запис NC-файлу



Додавання траєкторії до NC-файлу



Запис NC-файлу

```

100 ; -----
101 ; NO.| ID      | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 1|РізецьЧист35| | 0.0 |
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 11 MM
105 ; PROGRAM NAME : 11
106 ; PART NAME    : Рейка
107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-21 - 15:10:44
108 ; PROGRAMMED BY : ADMIN
109 ; POWERMILL CB : 2024019.0
110 ; POST VER     : 2024.0.0.5142
111 ; OPTION FILE  : HEIDENHAINMOD
112 ; OUTPUT WORKPLANE : 1
114 ; -----
115 ; NO.| ID      | DIA.| TIP RAD| LENGTH
116 ; -----
117 ; 1|ФрезаТорцеваR365-063Q22-S15H|69.7095| 0.0 | 85.0
118 ; -----
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGR DURATION: 0 H 0 M 8 S
123 BLK FORM 0.1 Z X-65.0 Y-65.0 Z-640.0
124 BLK FORM 0.2 X65.0 Y65.0 Z0.0
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
    Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
129 ; START TOOLPATH : 2
131 ; PARAMETRIC FEEDRATE DEFINITION
132 Q1=500; PLUNGE FEED RATE
133 Q2=1000; CUTTING FEED RATE
134 Q3=3000; SKIM FEED RATE
135 ; FMAX USED FOR RAPID
137 ; TOOL NO. : 1
138 ; TOOL TYPE :
139 ; TOOL ID   : РізецьЧист35
140 ; TOOL DIA  : 0.0 LENGTH 0.0
142 TOOL CALL 1 Z S1000 DL+0.0 DR+0.0
143 M03
144 L X-200.0 Y0.0 FMAX
145 L Z-820.0 FMAX
146 M08
147 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
148 CYCL DEF 32.1 T0.1
149 CYCL DEF 32.2 HSC-MODE:1 TA2
150 L X-248.8111 Z-742.0113 R0 FQ3
151 L X-249.5056 Z-740.0417 F0.2
152 L X-250.4924 Z-737.2429
153 L X-250.4981 Z-737.2213
154 L X-250.5 Z-737.1995
155 L X-250.5058 Z-715.2529
156 L X-315.0009 Z-715.2482
157 L X-315.1922 Z-715.2292
158 L X-315.3544 Z-715.1749
159 L X-321.3517 Z-712.1752
160 L X-324.8154 Z-711.1748
161 L X-200.0 Z-820.0 FQ3
163 ; END TOOLPATH : 2
165 M09
166 M05
167 L M140 MBMAX FMAX
168 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
169 CYCL DEF 32.1
170 CYCL DEF 32.2
171 M30
172 END PGM 11 MM
    
```

				БР.ПМ-04.703.00.000 СХ				
Зм.	Арх.	№ Докм.	Підп.	Дата	Схеми до керуючої програми з ЧПК	Лит.	Маса	Масштаб
Разраб.	Рижук				з ЧПК	Н		-
Перев.	Шляяр					Архив	Архив	1
Т.контр.	Шляяр					ІФНТЧНГ ПМ-21-1		
Н.контр.	Шляяр							
Затв.	Личук							