

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Інститут інженерної механіки та робототехніки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Шимонівський Павло Петрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.91

(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

«Технологія виготовлення деталі «Вал СК 05.00.00.001»»

(назва роботи)

Прикладна механіка

(назва освітньої програми)

131- Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

П.П.Шимонівський

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник: Шуляр Ірина Орестівна, 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

6. Консультанти розділів роботи

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

Шимонівський П.П.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Шуляр І.О.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної бакалаврської роботи: Технологія виготовлення деталі «Вал СК 05.00.00.001».

Розрахунково-пояснювальна записка на 94 сторінках і містить: 39 рисунків, 13 таблиць, 11 посилань на літературні джерела, 20 аркушів ф. А4 додатків.

Графічна частина: 5 аркушів формату А1.

Об'єкт дослідження – технологічний процес механічної обробки.

Предмет дослідження - деталь “ Вал СК 05.00.00.001”

Мета роботи – розробити технологію виготовлення вала СК 05.00.00.001, що забезпечить його виготовлення з мінімальними затратами, а також відповідно розробленому технологічному маршруту сконструювати спеціальний верстатний пристрій для базування і закріплення деталі на механообробній операції, скласти керуючу програму для верстата з ЧПК.

За для досягнення поставленої задачі проведено аналіз конструкції деталі та її призначення, вибрано відповідно типу виробництва оптимальний спосіб отримання заготовки (прокат нормальної точності із правкою заготовки на пресах) та по рекомендаціях технічної літератури розроблено проектний маршрут механічної обробки. В конструкторській частині для закріплення деталі на фрезерній операції (045) розроблено спеціальний верстатний пристрій. В 3 розділі для обробки на токарному верстаті з ЧПК розроблено керуючу програму. 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: Шимонівський П.П.

SUMMARY

qualifying bachelor's work: Manufacturing technology of the part “Shaft CK 05.00.00.001”.

Explanatory note on 94 pages and contains: 39 figures, 13 tables, 11 references to literary sources, 20 sheets of A4 applications.

Graphic part: 5 sheets of A1 format.

The object of research is the technological process of machining.

The subject of research is the part “Shaft CK 05.00.00.001”

The purpose of the work is to develop a manufacturing technology for the shaft CK 05.00.00.001, which will ensure its manufacture with minimal costs, and also, in accordance with the developed technological route, to design a special machine tool device for basing and fixing the part on the machining operation, to compile a control program for a CNC machine.

To achieve the task, we analyzed the design of the part and its purpose, selected the optimal method of obtaining the workpiece (rolling of normal accuracy with straightening of the workpiece on presses) in accordance with the type of production, and developed a design route for machining based on the recommendations of technical literature. In the design part, a special machine tool device was developed to fix the workpiece for the milling operation (045). In Chapter 3, a control program was developed for machining on a CNC lathe. The appendices contain all the necessary technological documentation.

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: Shimonovsky P.P.

ЗМІСТ

ВСТУП

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	
1.1 Конструкторсько-технологічний аналіз виробництва деталі.....	
1.1.1 Опис призначення та конструкції деталі.....	
1.1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	
1.2 Визначення річної програми випуску та кількості деталей у партії.....	
1.3 Аналіз базового технологічного процесу.....	
1.3.1 Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки.....	
1.3.2 Опис та аналіз базового техпроцесу.....	
1.3.3 Техніко-економічне обґрунтування виробу проектного варіанту маршруту механічної обробки.....	
1.4 Розробка операційної технології.....	
1.4.1 Розрахунок припусків на механічну обробку і визначення технологічних розмірів	
1.4.2 Розрахунок режимів різання та уточнення моделей верстатів.....	
1.4.3 Розробка структури операцій технологічних налагоджень.....	
1.4.4 Нормування технологічного процесу.....	
2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	
2.1 Опис призначення, будови і роботи пристрою.....	
2.2 Розрахунок сил закріплення і визначення основних параметрів механізму затиску.....	
2.3 Розрахунки пристрою на міцність і зносостійкість.....	
2.4 Розрахунок пристрою на точність і довговічність.....	
2.5 Розрахунок коефіцієнта уніфікації пристрою.....	
3 РОЗРОБЛЕННЯ КЕРУЮЧОЇ ПРОГРАМИ ДЛЯ ВЕРСТАТА З ЧПК	
ВИСНОВКИ	
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	
ДОДАТКИ	

					БР.ПМ-585.00.000 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Шимонієський</i>			Пояснювальна записка	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Шуляр І.О.</i>					1	
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>		<i>Шуляр І.О.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Панчук В.Г.</i>						
						ІФНТУНГ ПМ-23-1К		

Вступ

В безперервному розвитку будівдустрії великого значення набуває розвиток виробництва будівельних матеріалів, технічне обслуговування котрого вимагає розвитку виробництва запасних частин, до котрих відноситься тема даного проекту, що стосується виготовлення однієї з деталей стрічкового транспорту для сипучих компонентів будівельних матеріалів, що виготовляються на ВКФ „Силует”, в умовах дрібносерійного виробництва, а власне вала СК 05 00 00 01.

Завданням даної бакалаврської роботи є розроблення на основі базового техпроцесу для умов одиничного виробництва нового технологічного процесу з використанням, по можливості, дешевшої заготовки, необхідних спеціальних пристроїв та прогресивних режимів різання.

Поставленої мети досягається застосуванням верстатів з ЧПК для концентрації операцій і забезпечення стабільності якості деталей, пристроїв з механізованим приводом та різального інструменту, що забезпечує застосування прогресивних режимів різання у відповідності з високими можливостями застосованого обладнання.

					БР.ПМ-585.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 Технологічна частина

1.1 Конструкторсько-технологічний аналіз виробництва деталі

1.1.1 Опис призначення та конструкції деталі

Вал СК 05 00 00 01 входить до складу стрічкового транспортера і є приблизно симетричним із зменшенням розмірів ступенів від середини до країв. На пов. 6 на шпонках (паз. 31) встановлюється валок, на поверхнях 22, 29 розміщуються підшипники, котрі разом з валом встановлюються в підшипникові вузли, обмеження положення підшипників забезпечують торці 10 і 24, ущільнення кришок корпусу підшипника забезпечується поверхнями 9 і 17 та 21 і 25. Крайні ступені вала, пов. 11 і 18 призначені для розміщення і фіксації шпонками (пази 30) зубчастих коліс.

Всі циліндричні поверхні вала мають шорсткість не нижче 10 квалітету, в тому числі:

- пов.11, 18 – $\text{Ø}35\text{h}8 (-0.039)$ – шорсткість Ra 3,2 мкм;
- пов.9 і 21 – $\text{Ø}40\text{h}10 (-0.1)$ – шорсткість Ra 2,5 мкм;
- пов.22, 29 – $\text{Ø}40\text{js}6 (\pm 0.008)$ – шорсткість Ra 2,5 мкм;
- пов.17 і 25 – $\text{Ø}50\text{f}9 (-0.025 / -0.087)$ – шорсткість Ra 2,5 мкм;
- пов.7 і 26 – $\text{Ø}50\text{h}10 (-0.1)$ – шорсткість Ra 6,3 мкм;
- пов.6 – $\text{Ø}55\text{h}7 (-0.030)$ – шорсткість Ra 2,5 мкм;

Габаритні розміри деталі: $\text{Ø}55 \times 1746$ мм.

Маса – 28 кг.

Матеріал деталі - сталь 45 ГОСТ 1050-88, твердість після термообробки 28..32 HRC, - що можна від коректувати через HRC_E та шкалу Брінелля і буде відповідати умовам покращення, з наступними параметрами: ([8], Т.1, табл.15,с.113):

$285\text{HB}_{\text{max}}$ $\sigma_B=750$ МПа, $\sigma_T=450$ мПа (решта див. табл.1.3).

Опис конструкції деталі наведено в таблиці 1.1. Хімічний склад та механічні властивості матеріалу деталі приведені в таблицях 1.2 та 1.3 відповідно.

					БР.ПМ-585.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1- Вимоги до точності та якості поверхонь деталі.

№ Поверхні	Поверхня, конфігурація, призначення	Розміри, мм	Квалітет точності, мм	Ступінь точності форми розміщення, мм	Шорсткість Ra, мкм
1-32	Торець. Вільна Габаритний по довжині. Елементи центрових отворів	1746	h14(-3.7)		6.3
2	Внутрішня циліндрична поверхня. Допоміжна. Для нарізання різьби.	Ø10.2	(^{+0.36})		6.3
3	Внутрішня циліндрична поверхня. Вільна.	Ø13	H14(^{+0.43})		6.3
4	Внутрішня конічна поверхня. Вільна.	Ø18× ×60 ⁰	H14 (^{+0.43}) ± t2/2 (-0 ⁰ 90')		6.3
6	Внутрішня різьбова поверхня. Вільна.	M12	7H	Допуск радіального биття відносно „В”- 0.05мм	6.3
7,26	Зовнішня циліндрична поверхня. Вільна.	Ø55	h10(-0.003)		6.3
17,25		Ø50	f9(^{-0.025} -0.087)		2.5
9 і 21	Зовнішня циліндрична поверхня. Допоміжна база.	Ø40	h10(-0.1)		2.5
22, 29	Зовнішня циліндрична поверхня. Допоміжна. Для розміщення підшипників.	Ø40	js6 (±0.008)	Допуск радіального биття відносно „В”- 0.06мм	2.5
11,18	Зовнішня циліндрична поверхня. Допоміжна. Для розміщення шестерні.	Ø35	h8(-0.039)	Допуск радіального биття відносно „В”-0.06мм	2.5
8-27	Торець. Вільна.	1108	h14(-2.6)		6.3
10-8 24-27	Торець. Вільна.	170	± t2/2 (±0.5)		6.3
1-12 19-32	Торець. Вільна.	41	± t2/2 (±0.3)		6.3
19-24	Торець. Вільна.	51	± t2/2 (±0.3)		6.3
12-10	Торець. Вільна.	165	± t2/2 (± 0.5)		6.3
13..16, 20,23, 28,29	Фаска. Вільна.	16×45 ⁰	± t2/2 (±0.2×±1 ⁰)		6.3

Таблиця 1.2 – Хімічний склад сталі 45 ДСТУ 7809:2015

Вміст елементів в %					
Вуглець, С	Кремній, Si	Марганець, Mn	Хром, Cr	Сірка, S	Фосфор, P
0.42-0.50	0.17-0.37	0.50-0.80	0.25	0.04	0.0355
			не більше		

										Арк.
БР.ПМ-585.00.000 ПЗ										
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Таблиця 1.3 – Механічні властивості сталі 45 ДСТУ 7809:2015

Межа міцності, σ_B , МПа	Межа текучості, σ_T , МПа	Відносне видовження δ , %	Відносне вуження, Ψ , %	Ударна в'язкість, КСУ, кДж/м ²	Твердість, не більше		
					без термообробки	відпалення або відпущення	покращення
598	353	16	40	490	229	197	-
929	450	13	35	490	-	-	285

1.1.2. Аналіз технологічності конструкції деталі.

Конструкція вала є ступінчастою із зменшенням розмірів ступенів до торців.

За заготовку вала може служити сортовий прокат круглого перетину холодно чи гаряче катаний, нормальної, підвищеної чи високої точності або калібрований, із сталі 45.

Заготовкою також може бути кованка на молотах чи пресах, а також гаряче штампована заготовка на кривошипних гарячештампувальних пресах (КГШП) чи гарячештампувальних горизонтально кувальних машинах – з прокату – з використанням ступінчастих елементів.

Тобто за можливістю отримання заготовки деталь технологічна.

Обробка на верстатах:

- торці 1 і 32 та центрові отвори можна обробити на фрезерно – центрувальних верстатах, крім різьби; на верстатах токарної або розточної групи.

- зовнішні поверхні обертання при наявності центрових отворів можна обробити на верстатах токарної групи відповідної точності – пов. класу точності до 9 включно – 21,25,26,7,9,17 – на верстатах нормальної точності; до 8 квалітету точності – 11,18 – на верстатах підвищеної точності; до 6 квалітету точності – на верстатах високої точності або відповідних круглошліфувальних верстатах.

- Шпонкові канавки 30 і 31 можна обробити на верстатах фрезерної або розточної групи. Заміна обробки канавок замість шпонковими – дисковими фрезами – напрохід – недопустима.

Конструкцію вала із ступінчастого на гладкий змінити без зміни конструкції всього виробу не можливо.

					БР.ПМ-585.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Через невелику різницю в діаметрах ступенів вала та забезпечення його міцності, канавки поперечні в деталях відсутні.

Жорсткість вала за відношенням l/d (35) низька. Обробку потрібно виконувати різцем з $\varphi=95^0$, що дозволить усунути вплив сили різання P_z на прогин вала і відповідно зменшить режими різання. Обробку необхідно виконувати одним різцем. З одного установу обробку виконувати неможливо, через наявність менших ступенів вала на обидвох кінцях, але при обробці в центрах постійність баз зберігається.

Особливості обробки.

Виконання термообробки в заготовці збільшує механічні властивості вала, в тому числі його жорсткість.

Остаточну обробку поверхонь 6, 11, 18, 22, 29 доцільно проводити на одній операції для забезпечення вимог креслення відносно радіального биття.

Обробку шпонкових канавок доцільно виконувати за допомогою спеціальних пристроїв. Кутова залежність в положенні шпонкових канавок відсутня.

Доцільно змінити конструкцію вала для покращення умов обробки:

- пов. 26 ат пов. 7 виконати за розміром попереднього ступеню, тобто замість $\text{Ø}50\text{h}10 - \text{Ø}50\text{f}9$, що не змінить суті розмірів, - $\text{Ø}50\text{f}9_{(-0.087)}^{(-0.025)}$ вписується в поле допуску $\text{Ø}50\text{h}10_{(-0.100)}$;
- для забезпечення можливості окремої обробки пов. 22 та 29, з полем допуску ± 0.008 , розміри $\text{Ø}40\text{h}10_{(-0.100)}$ поверхонь 9 і 21 замінити на розміри $\text{Ø}40\text{f}9_{(-0.067)}^{(-0.025)}$, що знаходяться в полі допуску $\text{Ø}40\text{h}10$, але дають гарантований зазор для вільної обробки пов. 22 та 28.

Коефіцієнт оброблюваності матеріалу деталі:

$K_{\text{вм}}=0.68$ ([18], табл. 1, с. 21);

Висновки:

1. За всіма параметрами деталь технологічна.
2. При розробці проектного техпроцесу враховувати пропозиції даного розділу.

					БР.ПМ-585.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Визначення річної програми випуску деталей та кількості деталей в партії

Заданий тип виробництва – дрібносерійний

Режим роботи підприємства 2 зміни на добу.

Дані базового техпроцесу наведені в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Трудомісткість операцій.

№ операції	Назва операції	Модель верстату	$T_{шт}$, хв
010	Горизонтально – розточна	2636	28.62
015	Токарно – гвинторізна	16К20	104.12
020	Токарно – гвинторізна	16К20	39.74
025	Круглошліфувальна	3М164	32.26
030	Вертикально -фрезерана	6А56	188.44
035	Вертикально -фрезерана	6Р13Б	23.28
Разом			450.46

Число операцій $n = 6$; сумарний штучний час $\sum T_{ум} = 450.46$ хв. Середній штучний час:

$$T_{ум.сер} = \frac{\sum T_{ум}}{n} = \frac{450.46}{6} = 75.08 \text{ хв.}$$

Такт випуску деталей:

$$t_e = k_3 \cdot T_{ум.сер},$$

де k_3 – коефіцієнт закріплення операцій для заданого типу виробництва:

$10 < k_3 < 20$. Приймаємо $k_3 = 20$, тоді:

$$t_e = 20 \cdot 75.08 = 1501.6 \text{ хв.}$$

Річна програма випуску деталей:

$$N = \frac{F_o \cdot 60}{t_e} = \frac{3900 \cdot 60}{1501.6} = 148.4 \text{ шт,}$$

де F_o – дійсний річний фонд робочого часу устаткування; $F_o = 3900$ год.

					БР.ПМ-585.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахункова кількість деталей у партії:

$$n_{\partial} = \frac{N \cdot a}{F} = \frac{148 \cdot 24}{251} = 14 \text{ шт.},$$

де a – періодичність запуску виробів, $a = 24$ днів ([1], с.23);

F – кількість робочих днів у році (2008), $F = 251$ день.

Розрахункове число змін на обробку партії деталей:

$$C = \frac{T_{ум.сер} \cdot n_{\partial}}{480 \cdot 0,8} = \frac{75,08 \cdot 14}{480 \cdot 0,8} = 2,7 \text{ зміни},$$

де 480 – дійсний фонд часу роботи устаткування за зміну, хв.;

0,8 – нормативний коефіцієнт завантаження верстатів у серійному

виробництві.

Прийнята кількість змін $C_{np} = 3$ зміни.

Прийнята кількість деталей в партії:

$$n_{\partial} = \frac{C_{np} \cdot 480 \cdot 0,8}{T_{ум.сер}} = \frac{3 \cdot 480 \cdot 0,8}{75,08} = 15,34 \text{ шт.}$$

Приймаємо $n_{\partial} = 15$ шт.

Уточнюємо програму випуску для кратності її до партії запуску:

$$\text{Число запусків } i = \frac{N}{n_{\partial}} = \frac{148}{15} = 9,86.$$

Приймаємо $i = 10$; $N = i \cdot n_{\partial} = 10 \cdot 15 = 150$ шт.

					БР.ПМ-585.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.3 Аналіз базового технологічного процесу

1.3.1 Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки

Базова заготовка вибрана з прокату нормальної точності Ø65 мм

Довжина заготовки з врахуванням припуску на відрізання дисковою пилою шириною 6.5 мм та з припусками на точіння торців (по 3 мм), - це норма витрат:

$L_6=1746+7+2*3=1759$ мм, - при товщині $b=6.5$ мм ширина різку – $Z_1=7$ мм;

Довжина заготовки $L_{3,6}=1752$ мм.

Припуск на відрізання $\delta=6,5$ мм.

$L_0=199+6.5=205.5$ мм.

При масі 1 м прокату Ø65 мм – $M=26.05$ кг, -

Норма витрат: $M_6=45.82$ кг;

Маса заготовки: $M_{3,6}=45.64$ кг;

Коефіцієнт використання металу:

$$K_{VM6} = \frac{M_{\partial}}{M_6} = \frac{28}{45.82} = 0.611;$$

Для заданої програми та типу виробництва також рекомендовано сортовий прокат, але нормальної точності, тобто ніякої переваги перед базовою заготовкою, котру надавало б застосування прокату високої точності або каліброваного, за рахунок меншої кривизни.

З таблиці 4 ([5], с.180-181) видно, що для суттєвого зменшення кривизни доцільно правити заготовку на пресах.

При аналітичному визначенні розмірів заготовки (див. р.1.4.1) отримуємо прокат нормальної точності Ø60 мм (після правки).

Додатково, для відрізання заготовки використовуємо прогресивний, недорогий, вперше освоєний на Україні, стрічкопильний відрізний верстат ЛП-1, з шириною безкінечної пили $b=0.5$ мм, що забезпечує товщину пропилю не більше $Z_{max}=1$ мм та перпендикулярність відрізної поверхні до осі заготовки не вище 0.25 мм, дозволяє зменшити припуск на обробку торців: $Z_2=2$ мм, допуск по довжині не гірше $T_1=1.5$ мм. При довжині $L_{пр}=1751$ мм; $L_{3,пр}=1750$ мм та $v_{фс}$ 1м прокату Ø60 мм – $M=26.19$ кг, маємо: $M_{пр}=38.85$ кг, $M_{3,пр}=38.83$ кг.

$$K_{VM,пр}=28/38.85=0.72$$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.ПМ-585.00.000 ПЗ

При однаковій вартості прокату за вищим $K_{вм}$ та меншою масою, тобто із припусками чорнової обробки основної пов.6 (по всій довжині заготовки) в 2 рази меншими, - до подальшої розробки приймаємо проектний варіант заготовки, покращеної (ТО), як і базова, на металопрокатному підприємстві.

1.3.2 Опис та аналіз базового технологічного процесу

Технології обробки за базовим технологічним процесом приведені в табл. 1.5.

Інші можливі варіанти обробки поверхонь, що дозволяють забезпечити задану точність і шорсткість поверхонь та точність їх розміщення – в табл. 1.6.

Маршрут технологічної обробки деталі і зміст операцій (базовий технологічний процес) – в табл. 1.7.

Таблиця 1.5 – Технології обробки поверхонь за базовим технологічним процесом

№ Поверхні	Перехід механічної обробки даної поверхні	Тип обладнання, оснастка	Поверхні технологічних баз, №
1, 32	Фрезерування	Горизонтально – розточний 2636, набір технологічних кріпильних деталей	32, 1, 6
2	Свердління		
3	Розсвердлювання		
4	Зенкування		
5	Нарізання різьби мітчиком		
6,18,19, 21,22, 24..27	Чорнове точіння	Токарно – гвинторізний 16К20	2 пов.4, 32
18, 12	Точіння чистове		
21, 25, 26	Точіння чистове і остаточне		
20, 23, 28, 29	Точіння одноразове		
6, 11, 29	Точіння чорнове та чистове	Токарно – гвинторізний 16К20	2 пов.4, 1
7, 17, 19	Точіння чорнове чистове, остаточне		
8..10, 12..16	Точіння одноразове		
8, 11, 22, 29	Шліфування (врізне)	Шліфувальний 3М164. Патрон повідковий, центри	2 пов. 4, 1 (32)
6	Шліфування (поздовжнє)		
30	Фрезерування (ручна подача)	Вертикально – фрезерний 6Р13Б. Набір технологічних кріпильних деталей.	9, 21. 1 (32)
31	Фрезерування	Вертикально – фрезерний 6А56. Набір технологічних кріпильних деталей.	6, 8

					БР.ПМ-585.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.6 – інші можливі варіанти технології обробки поверхонь, що дозволяють забезпечити задану точність і шорсткість поверхонь та точність їх розміщення

№ Поверхні	Перехід механічної обробки даної поверхні	Тип обладнання, оснастка	Поверхні технологічних баз, №
1, 32	Точіння одноразове Свердління Розсвердлювання Зенкування Нарізання різьби мітчиком	Горизонтально – револьверний 1365, патрон 3-кулачковий	6, 32 (1)
2			
3			
4			
5			
6	Чорнове точіння	Токарний з ЧПК 16К20Ф3, патрон повідковий, центри	2 пов.4, 1
21,25,26	Точіння чорнове чистове і остаточне		
19,24,27, 20,23,28,29	Точіння одноразове		
6	Точіння чорнове	Токарний з ЧПК 16К20Ф3, патрон повідковий, центри	2 пов.4, 32
7,17,9	Точіння чорнове чистове і остаточне		
8,10,11,12, 13..16	Точіння одноразове		
6	Точіння чистове і остаточне	Токарний з ЧПК 16К20В, патрон повідковий, центри	2 пов.4, 1 (32)
11,18,22, 29	Точіння чистове і остаточне		
30	Фрезерування	Вертикально – фрезерний 6Т104. Пристрій спеціальний	9 ,21, 1, (32)
31	Фрезерування	Вертикально – фрезерний 6А56. Пристрій спеціальний	9 ,21, 1, (32)

					БР.ПМ-585.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.7 – Маршрут механічної обробки деталі і зміст операцій

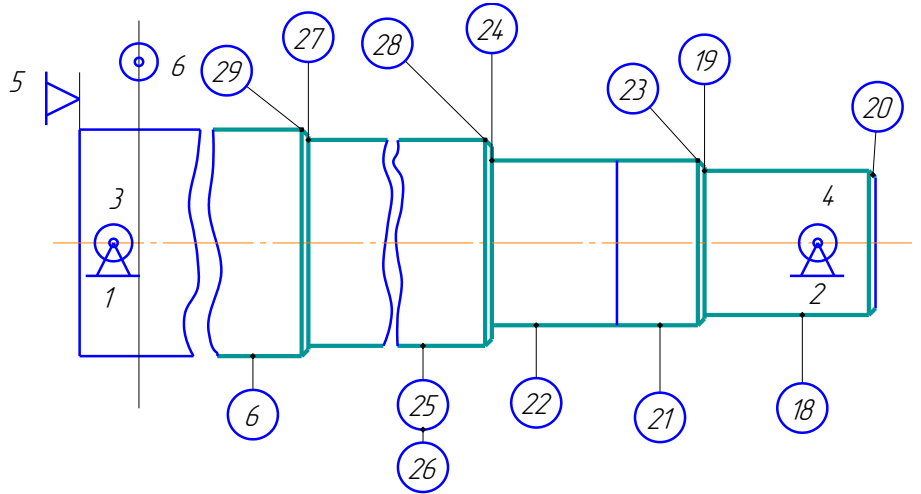
№ операції	Назва та зміст операції, інструмент	Тип і модель верстата	Характеристика пристрою	Схема установки обробки
1	2	3	4	5
010	<p>Горизонтально – розточна</p> <p>1. Фрезерувати торець 32. Фреза торцюва.</p> <p>Повернути стіл</p> <p>2. Фрезерувати торець 1. Фреза торцюва.</p> <p>3. Свердлити отв.2. Свердло.</p> <p>4. Розсвердлити отв.3.Свердло.</p> <p>5. Зенкувати пов.4. Зенківка.</p> <p>6. Нарізати різьбу 5. Мітчик.</p> <p>Повернути стіл.</p> <p>Повторити переходи 3,4,5,6 на торці 32.</p>	Горизонтально - розточний	Набір технологічних кріпильних деталей	

БР.ПМ-585.00.000 ПЗ

Арк.

Змін.	
Арк.	
№ докum.	
Підпис	
Дата	

Продовження таблиці 1.7

1	2	3	4	5
015	<p>Токарно-гвинторізна</p> <p>1. Точити начорно пов. 6, пов.25, 26, 27; пов.21, 22, 24; пов. 18, 19.</p> <p>Різець прохідний прямий</p> <p>2. Точити пов. 26, 25, 21 начисто і остаточно.</p> <p>Різець прохідний прямий</p> <p>3. Точити пов. 22 і 18 начисто.</p> <p>Різець прохідний прямий.</p> <p>4. Точити фаски 20, 29, 23, 28.</p> <p>Різець прохідний відігнений</p>	Токарно – гвинторізний 16К20	Патрон повідковий, центри	

БР.ЛМ-585.00.000 ЛЗ

Арк.

Змін.	
Арк.	
№ докум.	
Підпис	
Дата	

Продовження таблиці 1.7

1	2	3	4	5
020	<p>Токарно-гвинторізна</p> <p>1. Точити начорно пов. 6; пов. 7, 17, 8; 9, 29, 10, 11, 12.</p> <p>Різець прохідний прямий</p> <p>2. Точити пов. 7, 17, 9 начисто та остаточно.</p> <p>Різець прохідний прямий.</p> <p>3. Точити пов. 11, 29, 6 начисто.</p> <p>Різець прохідний прямий.</p> <p>4. Точити фаски 16, 13, 15, 14</p>	Токарно – гвинторізний 16К20	Патрон повідковий, центри	

БР.ЛМ-585.00.000 ПЗ

Арк.	
------	--

Продовження таблиці 1.7

1	2	3	4	5
025	Круглошліфувальна Шліфувати з переустановкою: пов.6, пов. 22, 29, 18, 11. Круг шліфувальний ПП	Круглошлі- фувальний 3М164	Патрон повідко- вий, центри	
030	Вертикально – фрезерна Фрезерувати паз. 31. Фреза шпонкова	Вертикально- фрезерний 6A56	Набір техноло- гічних кріпиль- них деталей	

Змін.
 Арк.
 № докум.
 Підпис
 Дата

БР.ЛТМ-585.00.000 ПЗ

Арк.

Продовження таблиці 1.7

1	2	3	4	5
035	Вертикально-фрезерна Фрезерувати почергово пази 30. Фреза шпонкова.	Вертикально- фрезерний 6P13Б	Набір техноло- гічних кріпиль- них деталей	
040	Контрольна			

Змін.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

БР.ЛМ-585.00.000 ПЗ

Арк.

Базовий техпроцес розроблений для одиничного виробництва з застосуванням верстатів підприємства. Аналіз його виконуємо з умов зміни типу виробництва та програми випуску, з найбільшими можливостями застосування наявного обладнання, та значного зменшення трудомісткості виготовлення.

Операція 010 – горизонтально – розточна на верстаті 2636. Заготовка встановлюється і закріплюється при допомозі комплекту технологічних кріпильних деталей. На операції підрізаються торці 1 і 32 та обробляються центрові отвори. Операція має перевагу в тому, що заготовка не переустановлюється, а протилежний торець і центрувальний отвір встановлюються в робочу позицію за рахунок повороту стола. Ще одна перевага, що при застосуванні 4-х інструментів зміна здійснюється з застосуванням швидкозмінного патрона.

Недоліки операції є великий типорозмір верстата (стіл 1600×1800 мм, N=19 кВт) та велика вартість (82000 грн), а також ручне керування та ручна зміна інструменту.

Доцільно замість цього верстату застосувати значно дешевший (4610 грн) токарно – револьверний верстат 1365 в прутковому або патронному виконанні з ручним керуванням при допомозі механічного командоапарату. Зміна інструменту напівавтоматична.

Наступні дві операції, 015 та 020, ідентичні, виконуються на верстатах 16К20 з відцентровою віддалю 2000 мм, з застосуванням повідкового патрона та центрів. Поверхні до 9-го квалітету обробляються остаточно, а точні поверхні – 6, 11, 18, 22 і 29 – начисто. Недоліки даних операцій є ручне керування в процесі виконання операції, обробка з пробною стружкою та замірами в процесі обробки.

Ці недоліки усуваються застосуванням верстату, аналогічного типорозміру, з ЧПК, наприклад, 16К20Ф3, що забезпечить автоматичну обробку, стабільну якість і високу продуктивність.

Для розмірів за 6 і 7 квалітетами точності, вимог до радіального биття, обробку поверхонь 22, 29, 6, 18, 11 виконують шліфуванням на круглошліфувальному верстаті 3М164. Ця операція відповідає вимогам заданого типу виробництва.

					<i>БР.ПМ-585.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Але, враховуючи вимоги базового виробництва, для фінішної токарної обробки доцільно використати токарний верстат 16К20В (м.ц.в.=2000 мм), що забезпечить без застосування абразивного інструменту отримувати розміри за 6-м квалітетом точності, та шорсткість Ra 0.32 мкм.

На кожен поверхню налагоджується окремий різець і, з застосуванням упорів та кінцевих перемикачів, забезпечується напівавтоматичне керування верстатом. Вартість верстату приблизно в 3 рази менша ніж у 3М164.

Наступні дві фрезерні операції 030 і 035, на котрих обробляються шпонкові канавки виконується на горизонтально-фрезерних верстатах, відповідно мод. 6А56 та мод. 6Р13Б, установка заготовки здійснюється при допомозі комплексу технологічних деталей куди входять, як і на операції 010, установочні призми.

Обробка здійснюється вертикальним врізанням на всю глибину паза і переміщенням стола в поздовжньому напрямку.

Операція 030 повністю відповідає за структурою заданому типу виробництва і, оснастивши її спецпристроєм та кінцевим вимикачем з упором по напрямку вертикальної подачі, її можна застосувати в заданому типіві виробництва.

Операція 035 має недолік через можливості верстату, - в нього відсутня потрібна величина вертикальної і повздовжньої подачі і тому обробка виконується з ручною подачею. З усіх вертикально-фрезерних верстатів допустимі величини потрібних подач має тільки верстат 6Т104, котрий і доцільно застосувати, до оснастивши його пристроєм для базування, закріплення та підтримування заготовки.

Базування заготовки в базовому техпроцесі забезпечує отримання розмірів деталі за вимогами креслення і тому базову систему базування доцільно застосувати в покращеному, проектному варіанті технологічного процесу виготовлення вала СК 05 00 00 01, котрий приведений в таблиці 1.8.

При його розробці використано матеріали і пропозиції даного аналізу.

Основні переваги проектного техпроцесу досягаються за рахунок: економічної заготовки; застосування верстатів з ЧПК; застосування сумарно дешевшого обладнання; застосування спеціальних пристроїв.

					<i>БР.ПМ-585.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.8 – Пропонований варіант технологічного процесу обробки деталі

№ операції	Назва та зміст операції, інструмент	Тип і модель верстата	Характеристика пристрою	Схема установки обробки
1	2	3	4	5
005	<p>Токарно - револьверна</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Точити торець 1. Різець прохідний. 2. Свердлити отв.2. Свердло. 3. Розсвердлити отв.3.Свердло. 4. Зенкувати пов.4. Зенківка. 5. Нарізати різьбу 5. Мітчик. 6. Переустановити заготовку 7. Точити торець 32. Повторити переходи 2..5. 	Токарно-револьверний 1365	Патрон само центруючий	

БР.ПМ-585.00.000 ПЗ

Змін.	
Арк.	
№ док.м.	
Підпис	
Дата	

БР.ГМ-585.00.000 ПЗ

Арк.

Продовження таблиці 1.8

1	2	3	4	5
015	<p>Токарна з ЧПК</p> <p>1. Точити начорно: пов. 6, (половину + 5 мм); пов.25, 26, 27; пов.21, 22, 24; пов. 18, 19.</p> <p>Різець контурний прямий</p> <p>2. Точити пов. 26, 25, 21 начисто і остаточно.</p> <p>Різець контурний прямий</p> <p>3. Точити фаски 20, 29, 23, 28.</p> <p>Різець прохідний відігнений</p>	<p>Токарний з ЧПК</p> <p>16К30Ф3</p>	<p>Патрон</p> <p>повідковий</p>	

Продовження таблиці 1.8

1	2	3	4	5
020	<p>Токарно-гвинторізна</p> <p>1. Точити начорно пов. 6; пов. 7, 17, 8; 9, 29, 10, 11, 12.</p> <p>Різець контурний прямий</p> <p>2. Точити пов. 7, 17, 9 начисто.</p> <p>Різець контурний прямий.</p> <p>3. Точити пов. 7, 17, 9 остаточно.</p> <p>Різець контурний прямий</p> <p>4. Точити фаски 16, 13, 15, 14</p> <p>Різець прохідний відігнений.</p>	Токарний з ЧПК 16К30Ф3	Патрон 3-кулачковий, люнет	

БР.ПМ-585.00.000 ПЗ

Арк.

Продовження таблиці 1.8

1	2	3	4	5
030	<p>Токарно – гвинторізна (з переустановкою).</p> <p>1. Точити начисто пов.6, пов. 22, 29, 18, 11. Різець прохідний прямий.</p> <p>2. Точити остаточно пов.6, пов. 22, 29, 18, 11. Різець прохідний прямий.</p>	Токарний з ЧПК 16К30В	Патрон повідковий, люнет	
040	<p>Вертикально – фрезерна Фрезерувати паз. 31. Фреза шпонкова</p>	Вертикально-фрезерний 6А56	Спеціальний з пневмоприводом	

БР.ЛТМ-585.00.000 ЛЗ

Змін.

Арк.

№ док.м.

Підпис

Дата

Арк.

Змін.	
Арк.	
№ док.ум.	
Гідопис	
Дата	

БР.ЛМ-585.00.000 ЛЗ

Арк.

Продовження таблиці 1.8

1	2	3	4	5
045	Вертикально-фрезерна Фрезерувати почергово пази 30. Фраза шпонкова.	Вертикально- фрезерний мод. 6Т104	Спеціаль- ний з ручним затиском	
050	Контрольна	Стіл ВТК	-	-

$$\rho_{\text{заг}} = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{ц}}^2}, \text{ мкм}$$

Короблення заготовки в місці обробки:

$$\rho_{\text{кор}} = L \cdot \Delta k, \text{ мкм};$$

де L – довжина заготовки; $L=1746$ мм;

Δk - питома кривизна, мкм/м;

$$\Delta k = 0.11 \text{ мкм/мм ([5], табл. 4, с.180);}$$

$$\rho_{\text{кор}} = 1746 \cdot 0.11 = 192 \text{ мкм.}$$

Похибка зацентрування:

$$\rho_{\text{ц}} = 0.25 \sqrt{T^2 + 1}, \text{ мм,}$$

де T – допуск на діаметр проката, $T=1.6$ мм

$$\rho_{\text{ц}} = 0.25 \sqrt{1.6^2 + 1} = 0.472 \text{ мм};$$

$$\rho_{\text{заг}} = \sqrt{192^2 + 472^2} = 510 \text{ мм.}$$

Похибка установки:

$$E_y = 0 \text{ ([1], с.76)}$$

На послідуєчих переходах механічної обробки, після:

- чорнового точіння $R_z=63$ мкм; $h=60$ мкм ([5],табл. 5 с.181);
- чистового точіння: $R_z=20$ мкм; $h=30$ мкм ([5],табл. 5 с.181);
- тонкого точіння $R_z=3.2$ мкм; $h=$ - мкм ([5],табл. 5 с.181);

Для визначення ρ_i та E_i використовується коефіцієнт уточнення K_{yi} ([5], табл. 29 с.190):

- після чорнового точіння $K_{yi}=0,06$;
- після чистового точіння $K_{yi}=0,04$;
- після тонкого точіння $K_{yi}=0,03$;

$$\rho_i = \rho_{\text{заг}} \cdot K_{yi}, \text{ мкм};$$

$$\rho_1 = 0,06 \cdot 510 = 31 \text{ мкм};$$

$$\rho = 0,04 \cdot 510 = 20 \text{ мкм};$$

$$\rho = 0,03 \cdot 510 = 15 \text{ мкм};$$

					БР.ПМ-585.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок мінімальних припусків:

$$2Z_{1\min}=2(160+250+510)=2\cdot 920=1840\text{мкм}=1.840\text{мм};$$

$$2Z_{2\min}=2(62+60+31)=2\cdot 154=308\text{мкм}=0,308\text{мм};$$

$$2Z_{3\min}=2(20+30+20)=2\cdot 70=140\text{мкм}=0,140\text{мм};$$

Розрахункові розміри $d_{p3}=d_{\min}=54.970\text{мм};$

$$d_{p2}=d_{p3}+2Z_{3\min}=54.970+0.140=55.110\text{мм};$$

$$d_{p1}=d_{p2}+2Z_{2\min}=55.110+0.308=55.418\text{мм};$$

$$d_{\text{зар}}=d_{p1}+2Z_{1\min}=55.418+1.840=57.258\text{мм};$$

Розмір заготовки приводимо до потрібного розміру прокату – $\text{Ø}60^{+0.5}_{-1.1}$

Мінімальні розміри - заокруглені d_{p_i} ;

Максимальні розміри - $d_{i\max} = d_{i\min} + T_i$, мм.

Граничні припуски:

$$2Z_{\max}^{zp} = d_{(i-1)\max} - d_{i\max}, \text{ мм};$$

$$2Z_{\min}^{zp} = d_{(i-1)\min} - d_{i\min}, \text{ мм}.$$

Значення граничних розмірів та припусків наводимо в таблиці 1.9.

Схема графічного розташування припусків на обробку поверхні приведена на рисунку 1.5.

Загальні припуски:

$$2Z_{\min}^{za2} = 3930 \text{ мкм}; \quad 2Z_{\max}^{za2} = 5500 \text{ мкм}.$$

Перевірка правильності розрахунків:

$$2Z_{\max}^{za2} - 2Z_{\min}^{za2} = 5500 - 3930 = 1570 \text{ мкм}.$$

$$T_{za2} - T_{\delta} = 1600 - 30 = 1570 \text{ мкм}, \text{ - отже, розрахунки правильні.}$$

Номінальний припуск на обробку зовнішніх поверхонь:

$$2Z_i = 2Z_{i\min} + li_{(d-1)} + li_{di}, \text{ мм}$$

де $li_{(d-1)}, li_{di}$ - нижні відхилення розмірів відповідно, на попередньому та виконуваному переходах.

					БР.ПМ-585.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Змін.	
Арк.	
№ докум.	
Підпис	
Дата	
БР.ПМ-585.00.000 ПЗ	
Арк.	

Таблиця 1.9 – Розрахунок припусків і граничних розмірів

Технологічні операції та переходи	Елементи припуску, мкм				Міні-мальний припуск $2Z_{i\min}$, мкм	Розрахунковий розмір d_p , мм	Допуск T , мкм	Граничні розміри, мм		Граничні припуски, мм		Виконавчі розміри, мм
	R_z	h	ρ	ε				d_{\max}	d_{\min}	$2Z_{\min}^{ep}$	$2Z_{\max}^{ep}$	
Обробка пов.6 - Ø55h7(-0.03)												
Заготовка	160	250	510	-	-	57.258	1600	60.5	58.9	-	-	$60^{+0.5}_{-1.1}$
Чорнове точіння	63	60	31	-	1840	55.418	300	55.7	55.4	4800	3500	$55.7_{-0.3}$
Чистове точіння	20	30	20	-	308	55.11	120	55.23	55.11	470	290	$55.23_{-0.12}$
Тонке точіння	3.2	-	15	-	140	54.97	30	55.0	54.97	230	140	$55_{-0.03}$
Загальний припуск	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5500	3930	-

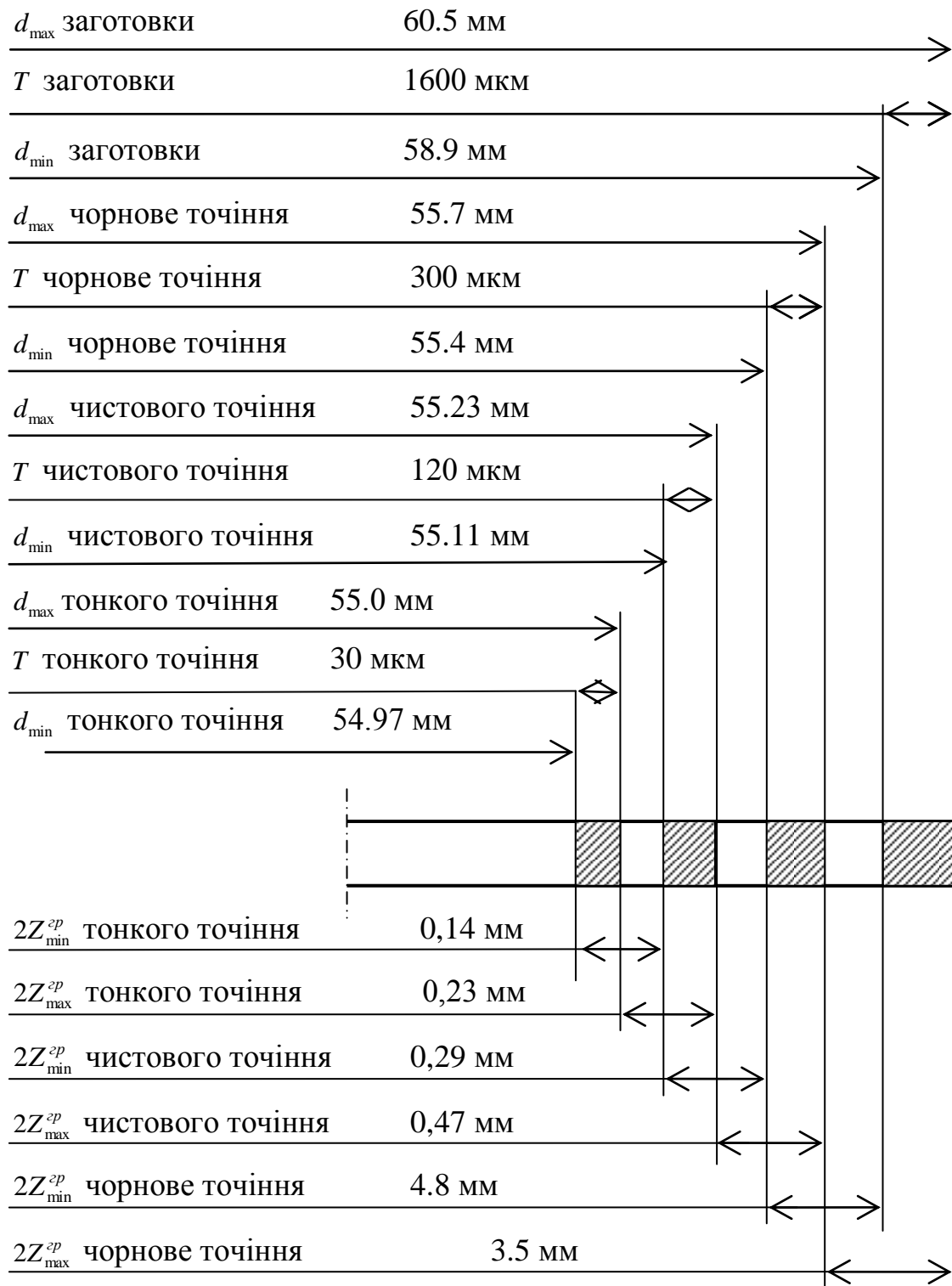


Рисунок 1.5- Схема графічного розміщення припусків та допусків на обробку поверхні $\text{Ø}55h7$.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-585.00.000 ПЗ

Арк.

Таблиця 1.10 – Припуски та міжопераційні розміри на обробку поверхонь

Технологічні переходи	Розмір, мм	Шорсткість Ra, мкм	Квалітет точності	Допуск мкм	Граничні розміри, мм		Z _{max} мм
					Най- біль- ший	Най- мен- ший	
Обробка пов.– Ø35 _{-0.039}							
Заготовка	Ø41.1	12.5	12	300	41.1	40.8	-
Чорнове точіння	Ø36.1	12.5	12	300	36.1	35.8	2.5
Чистове точіння	Ø35.3	6.3	10	100	35.3	35.2	0.4
Тонке точіння	Ø35	3.2	8	39	35.0	34.961	0.15
Обробка пов.– Ø40js6(±0.008)							
Заготовка	Ø51.1	12,5	12	300	51.1	50.8	-
Чорнове точіння	Ø41.1	12,5	12	300	41.1	40.8	2·2.5
Чистове точіння	Ø40.3	6.3	10	100	40.3	40.2	0.4
Тонке точіння	Ø40	3.2	9	62	39.925	39.913	0.16
Тонке точіння	Ø40	2.5	6	16	40.008	39.992	0.146
Обробка пов.– Ø50f9(^{-0.025} _{-0.087})							
Заготовка	Ø55.7	12.5	12	300	55.7	55.4	-
Чорнове точіння	Ø51.1	12.5	12	300	51.1	50.8	2.3
Чистове точіння	Ø50.3	6.3	10	100	50.3	50.2	0.4
Тонке точіння	Ø50	2.5	9	62	49.925	49.913	0.16

Примітка. Припуски розраховані таким чином, щоб чорнова обробка ступені більшого діаметру була заготовкою для ступені меншого діаметру.

					БР.ПМ-585.00.000 ПЗ			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Режими різання:

Глибина різання $t=0,115$ мм.

Подача нормативна $S_{0H}=0,12$ мм/об; ([6], табл. 19 с.271)

Швидкість різання – розрахункова:

$$V_P = \frac{K_0 \cdot C_V \cdot K_V}{T^m \cdot t^x \cdot S_0^y}, \text{ м/хв.}$$

Період стійкості різця $T = 60$ хв. ([6], с.268);

Поправочний коефіцієнт на швидкість різання:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{iV} \cdot K_{\phi} \cdot K_{\phi 1};$$

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{nv} = \left(\frac{750}{929} \right)^1 = 0.807$$

де $K_r = 1$; $nv = 1$ ([6], табл. 2, с.262)

$K_{ПV} = 1$ ([6], табл. 5, с. 263); $K_{iV} = 1,4$; ([6], табл. 6, с.263)

Коефіцієнти на кути в плані: $K_{\phi} = 0,7$; $K_{\phi 1} = 1$; ([6], табл. 18, с.271)

$$K_V = 0.807 \cdot 1.4 \cdot 0.7 = 0.79$$

Коефіцієнт виду обробки $K_0 = 1$, - для точіння ([6], табл. 17, с.270)

Коефіцієнти і показники степенів ([6], табл. 17, с.269):

$$C_V = 420; x = 0,15; y = 0,2; m = 0,2$$

$$V_P = \frac{420 \cdot 0.79}{60^{0.2} \cdot 0.115^{0.15} \cdot 0.12^{0.2}} = \frac{331.8}{2.27 \cdot 0.723 \cdot 0.654} = 310,74 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя розрахункова :

$$n_P = \frac{1000V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 150}{\pi \cdot 55} = 868 \text{ хв}^{-1}; \text{ Приймаємо } n = 800 \text{ хв}^{-1}$$

$$S_x = 0,12 \cdot 800 = 96 \text{ мм/хв.}$$

$$\text{Фактична } V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{\pi \cdot 55 \cdot 800}{1000} = 138.23 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

Основний технологічний час:

$$l = 1108 \text{ мм}; l_1 + l_2 = 3 \text{ мм}; L = 1108 + 3 = 1111 \text{ мм}; i = 1$$

$$T_0 = \frac{1111}{96} = 11.573 \text{ хв.}$$

Сила різання: $P = 10 C_P \cdot t^x \cdot S_0^y \cdot V^n \cdot K_P$, Н

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P};$$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.ПМ-585.00.000 ПЗ

$$T_{0.6} = \frac{6}{6} = 1 \text{ хв.}$$

$$T_0 = T_{0.п} + T_{0.в} = 135.5 \text{ хв.}$$

$$\text{Сила різання окружна: } P = \frac{10C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot b^n \cdot Z \cdot K_{MP}}{D^q \cdot n^w}, \text{ Н}$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_b}{750} \right)^n = \left(\frac{929}{750} \right)^{0.3} = 1.07 \text{ де } n = 0,3; \text{ ([6], табл. 9, с.264)}$$

Коефіцієнти і показники степенів ([6], табл. 41, с.291)

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

$$P = \frac{10 \cdot 825 \cdot 5 \cdot 0,0125^{0,75} \cdot 12^{1,1} \cdot 1,07}{12^{1,3} \cdot 315^{0,2}} = 1784 \text{ Н};$$

$$\text{Крутний момент на шпинделі: } M_{кр} = \frac{P_z \cdot D_\phi}{Z \cdot 1000} = \frac{1784 \cdot 12}{2000} = 10,703 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

Потужність різання ефективна:

$$N_p = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1784 \cdot 11,87}{1020 \cdot 60} = 0,346 \text{ кВт};$$

Ефективна потужність на шпинделі верстату:

$$N_e = N_{дв} \cdot \eta, \text{ кВт};$$

де, потужність головного приводу (двигуна) $N_{дв} = 22 \text{ кВт};$

к.к.д. приводу $\eta = 0,8;$

$$N_e = 22 \cdot 0,8 = 17,6 \text{ кВт} > N_p = 0,346 \text{ кВт};$$

Верстат за потужністю працездатний.

Операція 005. Токарно - револьверна.

Верстат токарно – револьверний 1365:

- потужність головного двигуна верстата $N_{дв} = 13 \text{ кВт.}$

- коефіцієнт корисної дії приводу $\eta = 0,8$ ([1], с.95)

Ефективна потужність на шпинделі верстату $N_e = N_{дв} \cdot \eta = 10,4 \text{ кВт.}$

1.Свердлити отвір 2.

Різальний інструмент: свердло спіральне Р6М5;

Оброблюваний матеріал: сталь 45, $\sigma_B = 929 \text{ МПа, } 285 \text{ НВ};$

Діаметр обробки $d = \varnothing 10,2 \text{ мм. Шорсткість } R_a = 3,2$

					БР.ПМ-585.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Довжина обробки $L=33$ мм, $l_1+l_2=4$ мм;

Довжина робочого ходу $L=33+4=37$ мм; $i=2$;

Режими різання:

Глибина різання $t=5.1$ мм.

Подача нормативна $S_{0H}=0,19$ мм/об; ([6], табл. 25 с.277)

Подача на оберт шпинделя $S_0 = S_{0H} \cdot K_S$;

Поправковий коефіцієнт на подачу $K_S = K_{LS} \cdot K_{OS} \cdot K_{OS} \cdot K_{IS}$;

де коефіцієнти поправкові на ([6], табл. 14 с.260):

- глибину отвору $K_{LS}=1$;
- якість отвору $K_{OS}=0.5$;
- жорсткість системи ВПД $K_{OS}=1$;
- інструментальний метал $K_{IS}=1$;

$K_S=0.5$;

$S_0=0.19 \cdot 0.5=0.095=0.12$ мм/об – за верстатом.

Швидкість різання – розрахункова:

$$V_P = \frac{C_V \cdot D^q \cdot K_V}{T^m \cdot S^y}, \text{ м/хв.}$$

Період стійкості інструменту $T = 25$ хв. ([6], табл.30 с.279);

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{LV};$$

Поправкові коефіцієнт на:

- оброблюваний матеріал $K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{nv} = \left(\frac{750}{929} \right)^{0.9} = 0.825$;

де $K_r = 1$; $n_v = 0.9$ ([6], табл. 2, с.262)

- на інструментальний матеріал $K_{IV}=1$ ([6], табл. 6, с.263);
- на глибину свердління $K_{LV}=1$ ([6], табл. 31, с.280);

$K_V = 0.825$;

Коефіцієнти і показники степенів ([6], табл. 28, с.278):

$C_V=7$; $q=0,4$; $y=0,7$; $m=0,2$;

$$V_P = \frac{7 \cdot 10 \cdot 2^{0.4} \cdot 0.825}{25^{0.2} \cdot 0.12^{0.7}} = \frac{14.622}{1.9 \cdot 0.213} = 34.33 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя розрахункова-:

					БР.ПМ-585.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Розсвердлити отвір 3.

Різальний інструмент: свердло спіральне Р6М5;

Оброблюваний матеріал: сталь 45, $\sigma_B=929$ МПа, 285НВ;

Діаметр обробки $d=\varnothing 13$ мм.

Довжина обробки $L=10$ мм, $l_1+l_2=4$ мм;

Довжина робочого ходу $L=10+4=14$ мм; $i=2$;

Режими різання:

Глибина різання $t=1,5$ мм.

Подача нормативна $S_{0н}=0,4$ мм/об; (табл. 7 с.666) по верстату $S_0=0,5$ мм/об;

Швидкість різання розрахункова :

$$V_p = V_n \cdot K_{19} \cdot K_{18}, \text{ м/хв.}$$

$$V_n = 26 \text{ м/хв. (с.667) – для } S_0 = 0,5 \text{ мм/об.}$$

Коефіцієнти:

- на оброблюваний матеріал, - $K_{19}=0,8$ (с.667);
- на період стійкості інструменту, - $K_{18}=1,2$, - при $T=30$ хв.;

$$V_p = 26 \cdot 0,8 \cdot 1,2 = 24,96 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя розрахункова :

$$n_p = \frac{1000V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 24,96}{\pi \cdot 13} = 611 \text{ хв}^{-1}; \text{ Приймаємо } n = 530 \text{ хв}^{-1}$$

$$S_x = 0,5 \cdot 530 = 265 \text{ мм/хв.,}$$

$$\text{Фактична } V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{\pi \cdot 13 \cdot 530}{1000} = 21,65 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

Основний технологічний час:

$$T_0 = \frac{14 \cdot 2}{265} = 0,106 \text{ хв.}$$

Осьова сила різання:

$$P_0 = P_{\text{о.табл.}} \cdot K_{23};$$

$$K_{23} = 1,2 \text{ (с.671), } P_{0т} = 990 \text{ Н, (с. 669), } P_0 = 990 \cdot 1,2 = 1188 \text{ Н.}$$

Потужність різання:

$$N_p = N_{\text{табл.}} \cdot K, \text{ кВт};$$

$$N_{\text{табл.}} = 0,8 \text{ кВт (с.673), } K = 1,35 \text{ (с. 674);}$$

					БР.ПМ-585.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_p=0.8*1.35=1.08 \text{ кВт}, M_{кр}=9750*N/n=9759*1.08/530=19.868 \text{ Н·м.}$$

$$\text{Ефективна потужність верстату } N_e=13*0.8=10.4 \text{ кВт};$$

$$N_p=1.08 \text{ кВт} < N_e = 10.4 \text{ кВт.}$$

Верстат за потужністю працездатний.

Прийняті режими різання:

$$t=1.5 \text{ мм}; S_0=0,5 \text{ мм/об}; S_x=256 \text{ мм/хв.}; T=30 \text{ хв}; n=530 \text{ хв}^{-1}; V=21.65 \text{ м/хв};$$

$$N_p = 1.08 \text{ кВт}; P_0=1188 \text{ Н}; T_0=0.106 \text{ хв}, M_{кр}=19.868 \text{ Н·м.}$$

Операція 015. Токарна з ЧПК.

Верстат токарний з ЧПК 16К30Ф3:

- потужність головного двигуна верстата $N_{дв}=18.5 \text{ кВт.}$

- коефіцієнт корисної дії приводу $\eta = 0,8_{([1], c.95)}$

$$\text{Ефективна потужність на шпинделі верстату } N_e = N_{об} \cdot \eta = 14.8 \text{ кВт.}$$

1. Точити поверхню 6 начорно ($\text{Ø}55.7h12$).

Різальний інструмент: різець прохідний прямий Т5К10;

Оброблюваний матеріал: сталь 45 ДСТУ 7809:2015, $\sigma_B=929 \text{ МПа}$, 285 НВ;

Режими різання:

Глибина різання - $t=2.4 \text{ мм.}$

Подача нормативна - $S_{0н}=0,8 \text{ мм/об};$ (табл. 7, с. 646)

Швидкість різання – розрахункова:

$$V_p = V_n * K_4 * K_5 * K_6, \text{ м/хв.}$$

$$V_n=72 \text{ м/хв. (с.648)} - \text{для } t=2.5 \text{ мм}; S_0=0.2 \text{ мм/об}, \varphi = 90^0.$$

Коефіцієнти:

- на оброблюваний матеріал, - $K_4=0.75$ (с. 649);
- на період стійкості інструменту, - $K_5=0.9$, - при $T=60 \text{ хв.};$
- на вид обробки, - $K_6 = 1$, - повздовжнє точіння (с. 650);

$$V_p=72*0.75*0.9=48.6 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя розрахункова :

$$n_p = \frac{1000V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 48.6}{\pi \cdot 55.7} = 277 \text{ хв}^{-1}; \text{ Приймаємо } n= 250 \text{ хв}^{-1}$$

$$S_x=0.8*250=200 \text{ мм/хв.}; \text{ паспорт } S_x=200 \text{ мм/хв.}$$

					БР.ПМ-585.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\text{Фактична: } V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{\pi \cdot 55.7 \cdot 250}{1000} = 43.75 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

Основний технологічний час:

$$l=877 \text{ мм}; l_1+l_2=3 \text{ мм}; L=877+3=880 \text{ мм}; i=1;$$

$$T_0 = \frac{880}{200} = 4.4 \text{ хв.}$$

Потужність різання:

$$N_p = N_{\text{табл}} \frac{V}{100} K_7, \text{кВт};$$

$$N_{\text{табл}}=6.65 \text{ (с.651)}; K_7=0.8 \text{ (с. 651)}$$

$$N_p=6.65 \cdot 43.75 \cdot 0.8 / 100 = 2.33 \text{ кВт};$$

$$\text{Ефективна потужність верстату } N_e=18.5 \cdot 0.8=14.8 \text{ кВт};$$

$$N_p=2.33 \text{ кВт} < N_e=14.8 \text{ кВт.}$$

Верстат за потужністю працездатний.

$$\text{Сила різання: } P_z = \frac{1020 \cdot 60 \cdot N_p}{V} = \frac{1020 \cdot 60 \cdot 2.33}{43.75} = 3259, \text{ Н}$$

Прийняті режими різання:

$$t=2.4 \text{ мм}; S_0=0,8 \text{ мм/об}; S_x=200 \text{ мм/хв.}; T=60 \text{ хв}; n=250 \text{ хв}^{-1}; V=43.75 \text{ м/хв};$$

$$N_p=2.33 \text{ кВт}; P_z=3259 \text{ Н}; T_0=4.4 \text{ хв.}$$

					БР.ПМ-585.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Змін.
Арк.
№ докум.
Підпис
Дата

БР.ЛТМ-585.00.000 ЛЗ

Арк.

Таблиця 1.11 – Розрахунок режимів різання та основного часу

№ Опер. пере- ходу	Назва та зміст операції, переходу	D або B об- роб- ки	Довжина		Гли- бина	Подача		Швидкість різання			Частота обертання шпинделя		Потуж- ність		i	T ₀ , хв.			
			l	L		t	S ₀	S _x	V*	V _H	V	n _p	n	N _{різ}			N ₀		
			мм	мм		мм/об	мм/хв	м/хв			хв ⁻¹		кВт						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17			
005	Токарно-револьверна																10.4	1.662	
	1.Точити торець 1 (32)	Ø60	30	33	2.5	0.7	371	92.5	91.99	99.90	488	530	5.0		2	0.178			
	2.Свердлити отв.2	Ø10.2	33	37	5.1	0.12	129.6	-	34.33	34.61	1071	1080	0.86		2	0.571			
	3.Розсвердлити отв.3	Ø13	10	14	6.5	0.5	265	26	24.96	21.65	611	530	1.08		2	0.106			
	4.Зенкувати пов.4	Ø18	4.3	6	2.5	0.09	34.65	22	22.88	21.77	404	385			2	0.346			
	5.Нарізати різьбу 5	M12	28	33	0.9	1.75	(329)	11	7.7	7.09	204	188			2	0.461			
	(обробка з переустановкою)																		
015	Токарна з ЧПК																2.85	14.8	6.785
	1.Точити начорно: пов.6	Ø55.7	877	880	2.4	0.8	200	72	48.6	43.75	277	250	2.33		1	4.4			
	пов.25,26,27	Ø51.1	262	265	2.3	0.8	252	72	48.6	50.57	303	315			1	1.052			
	пов.21,22,24	Ø41.1	92	95	2.5	0.8	320	72	48.6	51.65	376	400	2.85		2	0.594			
	пов.18,19	Ø36.1	41	44	2.5	0.8	320	72	48.6	45.36	429	400			1	0.138			
	2.Точити пов.24,26,	Ø50.3	170	173	0.4	0.4	320	125	127.5	126.42	806	800			1	0.541			
	21 - начисто	Ø40.3	21	24	0.4	0.4	400	125	127.5	126.61	1007	1000			1	0.060			
	3.Точити пов.25,26,	Ø50	170	173	0.16	0.12	120	140	142.8	157.08	909	1000			1	1.442			
	21 остаточно	Ø40	21	24	0.16	0.12	150	140	142.8	157.08	1136	1250			1	0.160			
	4.Точити фаски 20,29,	Ø36.1 Ø55.7	2.15	5	2.15	0.4	200	-	-	56.71 87.49	742 480	500			2	0.050			
	23,28.	Ø40 Ø5.	1.6	5	1.6	0.4	200	110	84.15	62.83 78.54	669 535	500			2	0.050			

Продовження таблиці 1.11																					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
					020	Токарна з ЧПК												2.85	14.8		10.671
						1.Точити начорно пов.6	Ø55.7	872	875	2.4	0.8	200	72	48.6	43.75	277	250	2.33		1	4.375
						пов.7,17,8	Ø51.1	376	379	2.3	0.8	252	72	48.6	50.57	303	315			1	1.504
						пов.9,29,10	Ø41.1	206	209	2.5	0.8	320	72	48.6	51.65	376	400	2.85		2	1.306
						пов.11 і 12	Ø36.1	41	44	2.5	0.8	320	72	48.6	45.36	429	400			1	0.138
						2.Точити пов.7,17,	Ø50.3	170	173	0.4	0.4	320	125	127.5	126.42	806	800			1	0.541
						9 начисто	Ø40.3	135	138	0.4	0.4	400	125	127.5	126.61	1007	1000			1	0.345
						3.Точити пов.7,17	Ø50	170	173	0.16	0.12	120	140	142.8	157.08	909	1000			1	1.442
						9 остаточно	Ø40	135	138	0.16	0.12	150	140	142.8	157.08	1136	1250			1	0.920
						4.Точити фаски 16,13	Ø36.1	2.15	5	2.15	0.4	200			56.71		500			2	0.050
						15,14	Ø40	1.6	5	1.6	0.4	200	110	84.15	62.83		500			2	0.050
							Ø50								78.54						
					030	Токарно - гвинторізна												0.8	12		16.058
						Обробка з переустановкою															
						1.Точити начисто пов.6	Ø55.23	1108	1111	0.24	0.4	320	125	127.5		735	800			1	3.472
						пов.22,29	Ø40.3	30	33	0.4	0.4	400	125	127.5	126.61	1007	1000	0.8		2	0.165
						пов.18,11	Ø35.3	41	44	0.4	0.4	400	125	127.5	110.9	1149	1000			2	0.220
						2.Точити остаточно пов.6	Ø55.0	1108	1111	0.115	0.125	100	310.74	150	138.23	868	800	0.1		1	11.110
						пов.22,29	Ø40	30	33	0.146	0.1	125	-	150	157.08	1193	1250			2	0.528
						пов.18,11	Ø35	41	44	0.15	0.125	156.25	-	150	137.44	1346	1250			2	0.563
					040	Вертикально – фрезерна												0.35	17.6		135.5
						Фрезерувати шпонковий	Ø12	5	6	5	0.019	6	-	-	11.87	-	315			1	1.000
						паз 31	Ø12	1088	1076	12	0.025	8	-	11.1	11.87	294	315	0.35		1	134.50
					045	Вертикально - фрезерна												0.27	1.76		3.106
						Фрезерувати шпонковий	Ø10	5	6	5	0.016	6	-	-	12.57	-	400			2	2.000
						паз 30	Ø10	30	20	10	0.048	19	-	10.82	12.57	344	400	0.27		2	2.106

БР.ГМ-585.00.000 ПЗ

Арк.

1.4.3 Розробка структури операцій технологічних налагоджень

Операція 005 – токарно-револьверна.

Верстат мод. 1365, патронне виконання, з заднім відрізним супортом.

Опис робочої зони верстату:

- патрон $\varnothing 250$ мм, встановлюється безпосередньо патрон 7102 – 0073 ГОСТ 16886 – 71;
- отвір в шпинделі та отвір в патроні $D_1 \geq 65$ мм;

Віддалі:

- від торця бабки до торця шпинделя (посадочного розміру) $l=65$ мм;
- віддаль від торця шпинделя до:
 - торця патрону (переднього) $l_1=110$ мм;
 - торця кулачків $l_2=165$ мм;
- віддаль від торця бабки до торця поперечного супорта $l_3=1..730$ мм;
- ширина поперечного супорта $B=210$ мм;
- віддаль від торця шпинделя до грані револьверної головки $l_5=270..1000$ мм;

Висота центрів над станиною $H_{\text{ц}}=250$ мм.

Порядок обробки:

- підрізання торців 32 і 1 з поперечного супорта;
- обробка осьовим інструментом з револьверного супорта (свердління, розсвердлювання, зенкування, нарізання різьби.)

За центр координат приймаємо пересічення горизонтальної поздовжньої осі верстату з торцем шпинделя: „ O_B ”.

Мінімальна віддаль від вершини інструменту (різець для підрізання торців) від точки „ O_B ”:

$$X_{\min}=l_2+Z_{\max}+\Delta Z, \text{ мм}$$

де Z_{\max} – найбільший припуск на відрізання;

ΔZ – мінімальний зазор між вершиною різця та торцями кулачків, приймаємо $\Delta Z=2$ мм;

$$X_{\min}=165+2+2=169 \text{ мм.}$$

					<i>БР.ПМ-585.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Різець: 2102 – 0032 Т5К10 ГОСТ 18877 – 73:

- розміри державки $h \times b = 32 \times 25$ мм;
- виліт $h = 16$ мм;
- віддаль від вершини різця до осі державки

$$X_1 = h + b/2 = 16 + 25/2 = 28.5 \text{ мм};$$

Приймаємо найменша віддаль розміщення осі різця по осі супорта, тобто $X_{oc} = B/2 + l_{3min} = 210/2 + 1 = 106$ мм.

Координата вершини різця, найменша:

$$X_{pmin} = X_{oc} - X_1 = 106 - 28.5 = 77.5 \text{ мм}.$$

Для спів падання X_p з X_{min} коректуємо l_3 з врахуванням припуску на підрізання торця $\Delta l_3 = X_{min} - X_{pmin} + 2 = 169 - 77.5 + 2 = 93.5$ мм, тому, що $\Delta l_3 < X_{min}$

Приймаємо робочу координату розміщення вершини різця при підрізанні торця та обробленої поверхні $X_{p,p} = X_{min} - 2 = 167$ мм.

Координата упора для прудка:

$$X_y = X_{min} = 169 \text{ мм}.$$

Визначення координат осьового інструменту по осі X.

Порядок переходів, різальний та допоміжний інструмент:

2. Свердлити отв.2:

- свердло 2301 – 0030 ГОСТ 10903 – 77. Довжина свердління $L_2 = 168$ мм; хвостовик – конус Морзе 1; віддаль від вершини свердла до торця втулки $l_2 = 104$ мм;

- втулка перехідна з конуса Морзе 1 на КМ 3:

6100 – 0202 ГОСТ 13598 – 85; віддаль від торця втулки до торця ступінчастої втулки $a_2 = 5$ мм;

- втулка (ступінчаста, внутрішній отвір КМ 3):

6105 – 0069 ГОСТ 17178 – 71; віддаль від торця втулки до торця револьверної головки $b_2 = 10$ мм.

3. Розсвердлити отв.3:

- свердло 2301 – 0042 ГОСТ 10903 – 77; $L_3 = 182$ мм; хвостовик – конус Морзе 1; $l_3 = 120$ мм;

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.ПМ-585.00.000 ПЗ

- втулка по п.2 – $a_3=5$ мм;

- втулка по п.2 – $b=10$ мм;

4.Зенкувати пов.4

- зенківка 2353 – 0125 ГОСТ 14953 – 80; $L_4=160$ мм; хвостовик конус Морзе 3; $l_4=66$ мм;

- втулка по п.2, $b=10$ мм.

5.Нарізати різьбу 5 в отв.2.

- мітчик 2621 – 1515 ГОСТ 3236 – 81. Віддаль від вершини мітчика до торця короткої втулки: $l_4=62$ мм;

- втулка (патрона) 6142 – 0186 ГОСТ 22628 – 77; $a_4=0$;

- патрон (для мітчиків) 6161 – 0177 ГОСТ 22627 – 77;

віддаль від торця патрона до торця револьверної головки $b_5=85$ мм.

Віддаль від вершини інструменту до револьверної головки W_i складається з суми l_i , a_i , b_i , визначення W_i приведено в таблиці 1.12.

Таблиця 1.12 – Визначення W_i та R_i .

Інструмент		l_i	a_i	b_i	W_i	Δx_i	R_i
№	Назва						
2	Свердло Ø10.2	104	5	10	119	0	30
3	Свердло Ø13	120	5	10	135	2.5	16.5
4	Зенківка	64	-	10	76	0	73
5	Мітчик	62	0	85	149	10	10

Величина швидкого переміщення інструменту до зони обробки:

$$R_i = W_{i \max} - W_i + \Delta x_i, \text{ мм}$$

Δx_i – зміщення поверхні входу інструменту за рахунок попередньої обробки.

Положення вершини інструменту з найбільшим W_{\max} відносно торця шпинделя (O_B):

$$X_{p,i} = X_{p,p} + \Delta l, \text{ мм};$$

де Δl – гарантований зазор між заготовкою і інструментом, $\Delta l=1$ мм.

$$X_{p5} = 167 + 1 = 168 \text{ мм.}$$

					БР.ПМ-585.00.000 ПЗ			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

1.4.4 Нормування технологічного процесу

Штучно-калькуляційний час: $T_{ш.к} = T_{шт} + \frac{T_{н.з.}}{n}$, хв.

Штучний час: $T_{шт} = T_{оп} + T_{обс} + T_{пер}$, хв.

Оперативний час: $T_{оп} = T_0 + T_\delta$, хв,

n – число деталей у партії, $n_\delta = 146$ шт.

Допоміжний час: $T_\delta = T_{вст} + T_{упр} + T_{вим}$, хв,

де $T_{вст}$ – час на встановлення та зняття деталі, хв;

$T_{упр}$ – час на управління верстатом, хв;

$T_{вим}$ – час на вимірювання, хв;

$T_{обс}$ – час на обслуговування робочого місця, хв;

$T_{пер}$ – час нормованих перерв, хв.

Як правило, $(T_{обс} + T_{пер})$ задають в процентах від оперативного часу, $(P_{обс} + P_{пер})$.

$T_{н.з.}$ – підготовчо заключний час, хв;

$T_{н.з.} = T_{н.з.1} + T_{н.з.2} + T_{н.з.3}$, хв,

де $T_{н.з.1}$ – час на комплекс прийомів на наладку верстата, пристрою, інструменту, хв;

$T_{н.з.2}$ – час на прийоми, що не ввійшли в $T_{н.з.1}$, хв, – до нього відноситься час на отримання до початку роботи і здачі в її кінці техдокументації, інструменту, пристроїв і інструментаж майстра, тощо.

$T_{н.з.3}$ – час на пробну обробку деталі, – відноситься до верстатів з ЧПК, автоматів, тощо.

Приклад визначення норм часу.

Операція 040. Вертикально-фрезерна.

Початкові дані: $T_0 = 135,5$ хв;

Маса деталі на операції $M_\delta = 2,5$ кг.

					БР.ПМ-585.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Характеристика базуючих та затискаючих елементів пристрою та приводу:
призми з притискачами від механізованого приводу.

Одночасно оброблюється 1 деталь.

За довідником [11]:

$$T_{вст} = t_{вст} + t_{оч} + t_{закр}.$$

Час на встановлення заготовки на призми краном $t_{вст} = 2.3$ хв (карта 1.6, с.56).

Час на очищення призм від стружки щіткою: $t_{оч} = 0.08$ хв (карта 16, с.58).

Час на закріплення заготовки важелем пневмозатиску $t_{закр} = 0.04$ хв (карта 16, с.57).

$$T_{вст} = 2.3 + 0.08 + 0.04 = 2.42 \text{ хв.}$$

$$T_{упр} = t_1 + t_2 + t_3, \text{ хв.,}$$

де $t_1 = 0.22$ хв – час на прохід встановленою на розмір фрезою (карта 31, с.108);

$t_2 = 4 * 0.1 = 0.4$ хв – час на зміну величини та напрямку подачі (карта 31, с.108);

$t_3 = 0.47$ хв – час на переміщення стола в повздовжньому напрямку на довжину 1500 мм більше 200 мм (карта 31, с.109);

$$T_{упр} = 0.22 + 0.4 + 0.47 = 1.09 \text{ хв.}$$

Час на вимірювання ширини паза калібром $t_2 = 0.18$ мм (с.192), довжина паза – лінійного $t_3 = 0.2$ мм (карта 86, с.185):

$T_{вим} = 0.21 + 0.18 + 0.2 = 0.59$ хв, - цей час значно менший T_o , - тому $T_{вим}$ в розрахунку T_d не враховується.

$$T_d = 2.42 + 1.09 = 3.51 \text{ хв.}$$

$$П_{абс} = 4.5\% \text{ (с.110)}, П_{пер} = 4\% \text{ (с.203)};$$

$$T_{шт} = (135 + 3.51) * 1.085 = 150.826 \text{ хв.}$$

$$T_{п.з.1} = 31 \text{ хв (с.111)};$$

$$T_{п.з.2} = 10 \text{ хв (с.111)};$$

$$T_{п.з} = 31 + 10 = 41 \text{ хв.}$$

$$T_{шт.к} = 150.826 + 41/15 = 153.559 \text{ хв.}$$

Дані розрахунків та результати представлені в таблиці 1.13.

					БР.ПМ-585.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.13 – Нормування технологічного часу

№ операції	Назва операції	T_0 , хв	T_∂ , хв	$P_{обс} +$ $P_{пер}$, %	$T_{ум}$, хв	$T_{н.з}$, хв	$T_{ш.к}$, хв
005	Токарно-револьверна	1.662	01.16	9	12.886	37	15.353
015	Токарна з ЧПК	6.785	7.88	9	15.985	29.5	17.952
020	Токарна з ЧПК	10.671	7.88	9	20.221	29.5	22.188
030	Токарно-гвинторізна	16.058	12.5	9	31.128	32	33.261
040	Вертикально-фрезерна	135.5	3.51	8.5	150.826	41	153.559
045	Вертикально-фрезерна	4.106	5.94	7	10.749	20	11.812
Всього	-				241.795		254.125

					БР.ПМ-585.00.000 ПЗ			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

2 Конструкторська частина

Розрахунок та проектування пристроїв

2.1 Опис призначення будови і роботи пристрою

Пристрій, розроблений в даному розділі, призначений для базування та закріплення «Вала СК 05 00 00 01» на фрезерній операції з нарізання шпонкових канавок.

Початкові дані:

Операція 045. Фрезерування двох шпонкових пазів шириною 10 мм, глибиною 5 мм, довжиною 30 мм, з переустановкою.

Верстат: вертикально – фрезерний 6P104, розміри стола 160×630 мм, число T – подібних пазів 3, ширина пазів – центрального – 14Н8, бокових – 14Н12. Віддаль між пазами 50 мм.

Режими операції:

$T_0=4.106$ хв;

За даними таблиці 1.12 та 41 ([6], с.291) і розрахунків P_z по операції 040, моємо:

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 5 \cdot 0.024^{0.75} \cdot 10^{1.1} \cdot 1.07}{10^{1.3} \cdot 400^{0.2}} = \frac{33367.95}{66.29} = 503.4 \text{ Н};$$

$P_v=0.9 \times 503.4=453$ Н; $P_h=0.35 \times 503.4=176.2$ Н; $P_y=176.2$ Н.

Пристрій складається з двох частин, не зв'язаних з собою механічно: верстатний пристрій складається із плит 2, на котрій розміщені: упор 12, вузол базування та закріплення: закріплена гвинтами 23 і штифтами 32 призма 25; загвинчене в плиту 2 вухо 16 в котрому на штифті 33 розмістився болт 15 з гайкою 19, під котрою знаходиться важіль 7 з призмою 8 на штифті 33, котрий також на штифті 33 розміщений на стояку плити 2.

Вузол фіксації кутового положення змонтований на іншому стояку плити 2 і складається з пальця 11, розміщеного у втулці 10 з пружиною 27; на правому кінці пальця 11 змонтована кнопка 9 і штифт 29. На стіл верстату пристрій встановлюють шпонками 28 в центральний паз і закріплюють болтами М12 за ГОСТ 12459-67 з шайбами і гайками.

					БР.ПМ-585.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Друга частина пристрою монтується поза верстатом на спеціальному фундаменті з 4-ма болтами М16 – 7Н, на котру встановлюється фланець стояка 1 і закріплюється гайками М16 з шайбами. Вказівки по встановленню пристрою наведені на кресленні. Вона призначена для підтримування і базування частини деталі, що знаходиться поза верстатом.

Вона складається із стояка 1, в котрому розміщений і зафіксований гайкою 20 та гвинтом 24 з гайкою 18 гвинт 3 з фланцем 4, до котрого гвинтами 22 закріплений корпус 6 з гвинтами 21 і гайками 17. Між гвинтами 21 розміщується плита 5 з закріпленою на ній гвинтами 23 і штифтами 31 призмою 26. Плита 5 має можливість під дією гвинтів 21 переміщатись і фіксуватись болтами 14.

Переміщення по висоті здійснюється однією з гайок (нижньою) 20.

Початкове положення: гайка 19 відпущена, важіль 7 відкинений на стояк плити 2. Палець 11 відтягнений назад на 15 мм за кнопку 9 і зафіксований штифтом 29 у торці втулки 10 поворотом кнопки 9 на 90^0 .

Заготовка одним з кінців встановлюється на призму 25 до упора 12 і опускається на призму 26. Маніпулюючи заготовкою, в її шпонковий паз заводять палець 11, фіксуючи кутове положення.

Важіль 7 повертають на деталь призмою 8, болт 15 з гайкою 19 встановлюють в паз важеля 7 і кулачком, визначеним зусиллям, закручуючи гайку. Для звільнення деталі відпускають гайку 19 і приводять пристрій в початкове положення.

2.2 Розрахунок сил закріплення і визначення основних параметрів механізму затиску

При обробці на заготовку діють:

- складова сили різання P_h – намагається посунути її по опорних поверхнях призм;
- складова сили різання P_v – намагається повернути заготовку навколо її осі;
- сили тертя F , що утворюються в місцях контактів заготовки з опорними та затискаючими поверхнями пристрою, - протидіють дії складових сили різання.

					БР.ПМ-585.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

де K_t – коефіцієнт, що враховує нерухомість контакту заготовки з опорою.

$$K_t = 0,79 \cdot T_0 = 0,79 \cdot 4.106 = 3.24,$$

де T_0 – основний час обробки. $T_0 = 4.106$ хв;

K_L – враховує вплив довжини L шляху ковзання заготовки по опорах: $K_L = 1$,
при $L \leq 25$;

K_y – коефіцієнт умов обробки, $K_y = 0,94$ для сталі з охолодженням;

$$K = 3.24 \cdot 0,94 = 3.05.$$

8. Фактична зносостійкість:

$$C_\phi = \frac{C}{K} = \frac{450}{3.05} = 147.54 \text{ шт/мкм},$$

$$\Delta_{z.cn} = \frac{N}{C_\phi} = \frac{150}{147.54} = 1.0 \text{ мкм} = 0,001 \text{ мм}.$$

2.4 Розрахунок пристрою на точність та довговічність

Визначаємо допуск виготовлення еталона при налагодженні на обробку за еталоном:

$$T_e = \sqrt{(0.4\omega)^2 - T_{ц}^2 - \varepsilon_{рег}^2 - \varepsilon_{поп}^2}, \text{ мм};$$

Допуск стандартного щупа товщиною 1 мм за h7 і $T_{щ} = 0.006$ мм.

Похибки встановлення інструменту по щупу:

$$\varepsilon_{рег} = 0.01 \text{ мм};$$

$\varepsilon_{поп}$ – похибка визначення поправки $\Delta_{поп}$ на налагоджуваний розмір, -
 $\varepsilon_{поп} = 0.5 \Delta_{поп}$

$$\Delta_{поп} = R_a + \Delta_{пр.д} + S_{щп};$$

$$R_a = 3.2 \text{ мкм};$$

$$S_{щп} = 0;$$

$$\Delta_{пр.д} = P_y / j;$$

$$P_y = 0.35 / P_z = 176.2 \text{ Н (попередні розрахунки);}$$

$$j = 500000 \text{ н/мм};$$

$$\Delta_{пр.д} = 176.2 / 500000 = 0.00035 \text{ мм};$$

$$\Delta_{поп} = 0.0032 + 0.00035 = 0.00355 \text{ мм};$$

					БР.ПМ-585.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\varepsilon_{\text{поп}}=0.00355/2=0.00178 \text{ мм};$$

Економічна точність обробки $\omega_1=0.06 \text{ мм}$

$$T_e = \sqrt{(0.4 \cdot 0.06)^2 - 0.006^2 - 0.01^2 - 0.0018^2} = 0.0209, \text{ мм};$$

або на діаметр – 0.042 мм.

Фактична точність еталонної деталі $\text{Ø}35\text{h}8_{(-0.039)}$, що дає похибку базування:

$$\varepsilon_6=0.5T \cdot \cos\alpha/2=0.014 \text{ мм};$$

Запас на спрацювання призми:

$$\Delta_{\text{г.сп}}=0.0209-0.014=0.0065 \text{ мм};$$

Строк служби призми в деталях:

$$N_{\text{max}}=N \cdot \Delta_{\text{г.сп}}/\Delta_{\text{г.сп1}}=150 \cdot 0.0065/0.001=9750 \text{ шт},$$

або в роках:

$$\Phi=\Delta_{\text{г.сп}}/\Delta_{\text{г.сп1}}=0.0065/0.001=6.5 \text{ років}.$$

2.5 Розрахунок рівня уніфікації пристрою

Коефіцієнт уніфікації:

$$K_y = \frac{\Sigma_{\text{заг}} - \Sigma_0}{\Sigma_{\text{заг}}} \cdot 100\%$$

де $\Sigma_{\text{заг}}=32$ дет. - загальне число найменувань деталей та складальних одиниць в пристрої, шт.

$\Sigma_0=12$ дет. - число найменувань оригінальних деталей та складальних одиниць, шт.

$$K_y = \frac{32-12}{32} \cdot 100\% = 62,5\%.$$

					БР.ПМ-585.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 Розроблення керуючої програми для верстата з ЧПК

Для розроблення керуючої програми (КП) обробки деталі «Вал» на верстаті з ЧПК використовуємо систему PowerMill.

Для роботи в програмі використовуються 3D-моделі деталі та заготовки. Модель деталі була створена з допомогою програми AutoDesk Inventor (рисунок 3.1). Заготовка створюється в самій системі PowerMill як циліндр.



Рисунок 3.1 – 3D-модель деталі

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

					БР.ПМ-585.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

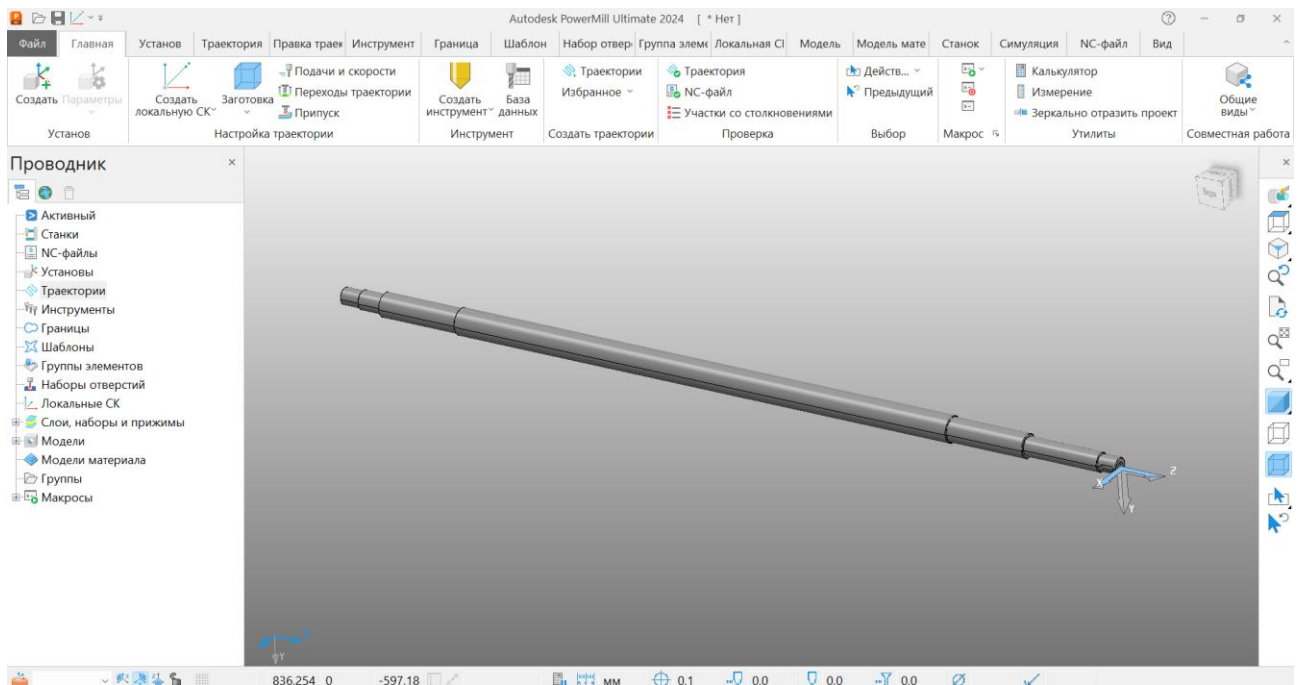


Рисунок 3.2 – Модель вала, імпортована в систему PowerMill

Послідовні етапи проектування траєкторій руху інструмента та їх розрахунків для створення керуючих програм для верстата з ЧПК подано на рисунках 3.3 – 3.33. Керуючі програми наведені в Додатку.

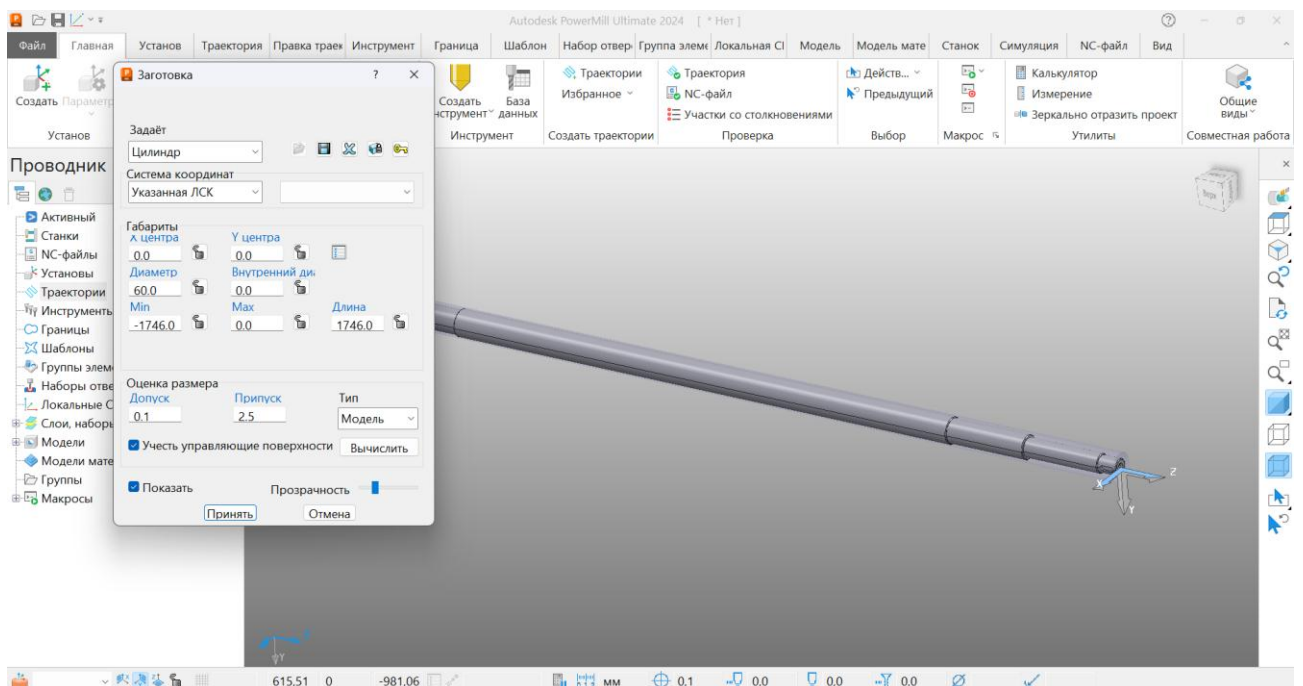


Рисунок 3.3 – Вибір параметрів заготовки

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

БР.ПМ-585.00.000 ПЗ

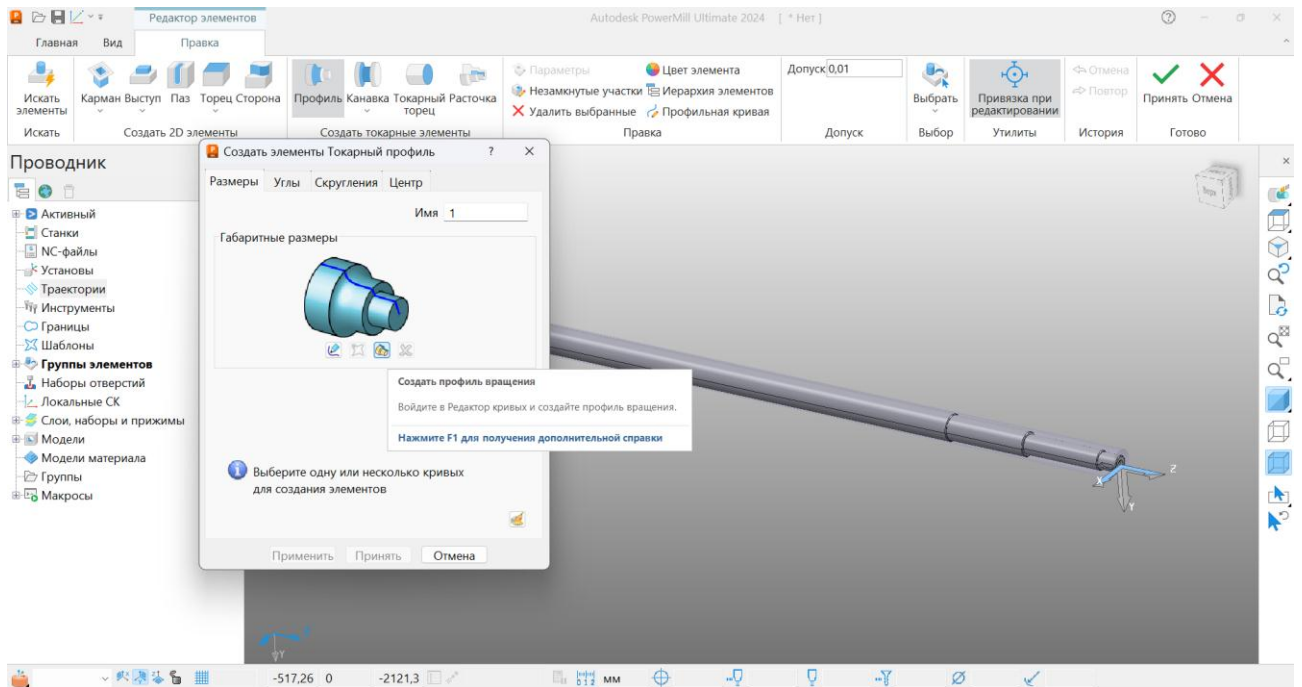


Рисунок 3.4 – Створення елемента «Токарний профіль»

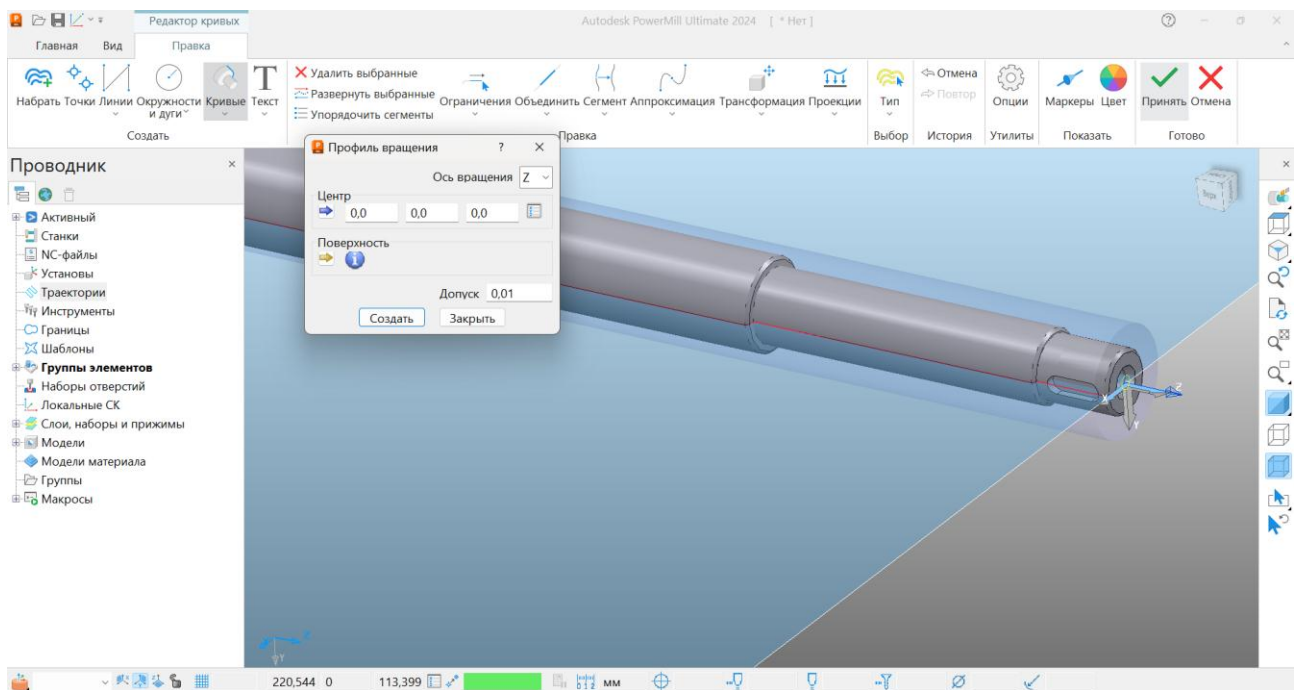


Рисунок 3.5 – Перетин площиною для отримання контуру

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-585.00.000 ПЗ				

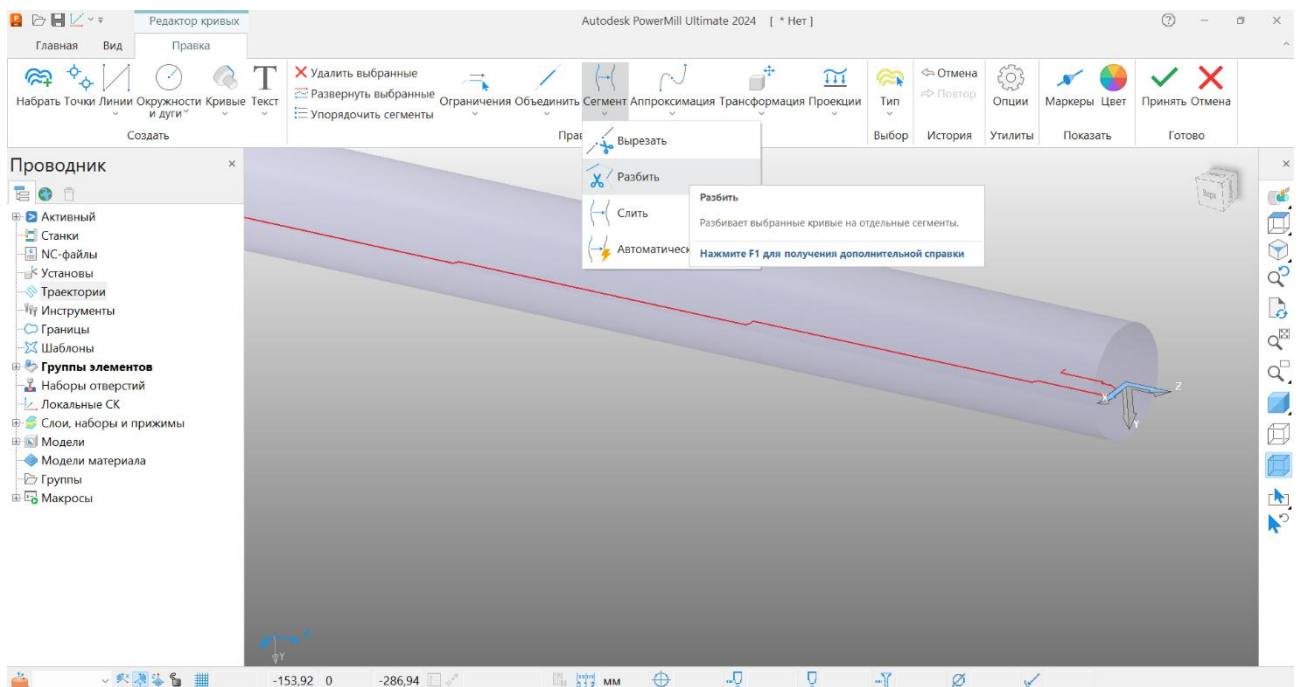


Рисунок 3.6 – Розбиття контуру на ділянки

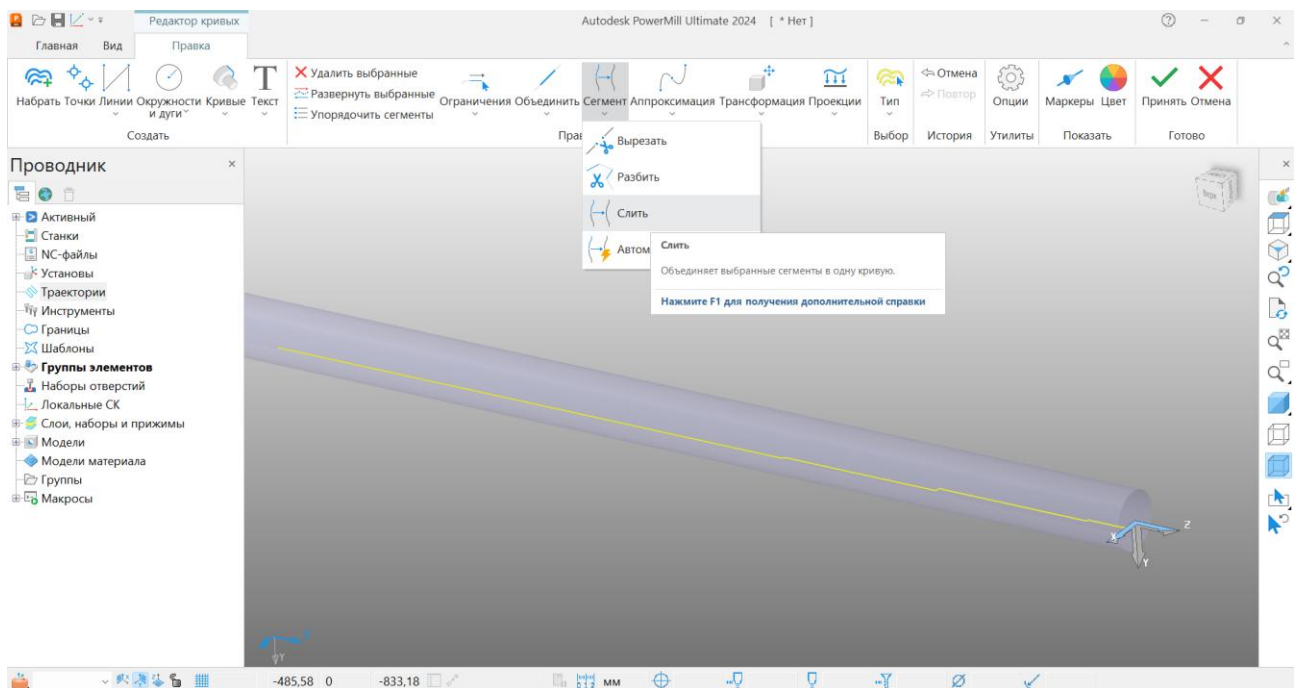


Рисунок 3.7 – Злиття ділянок елемента «Токарний профіль»

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-585.00.000 ПЗ				

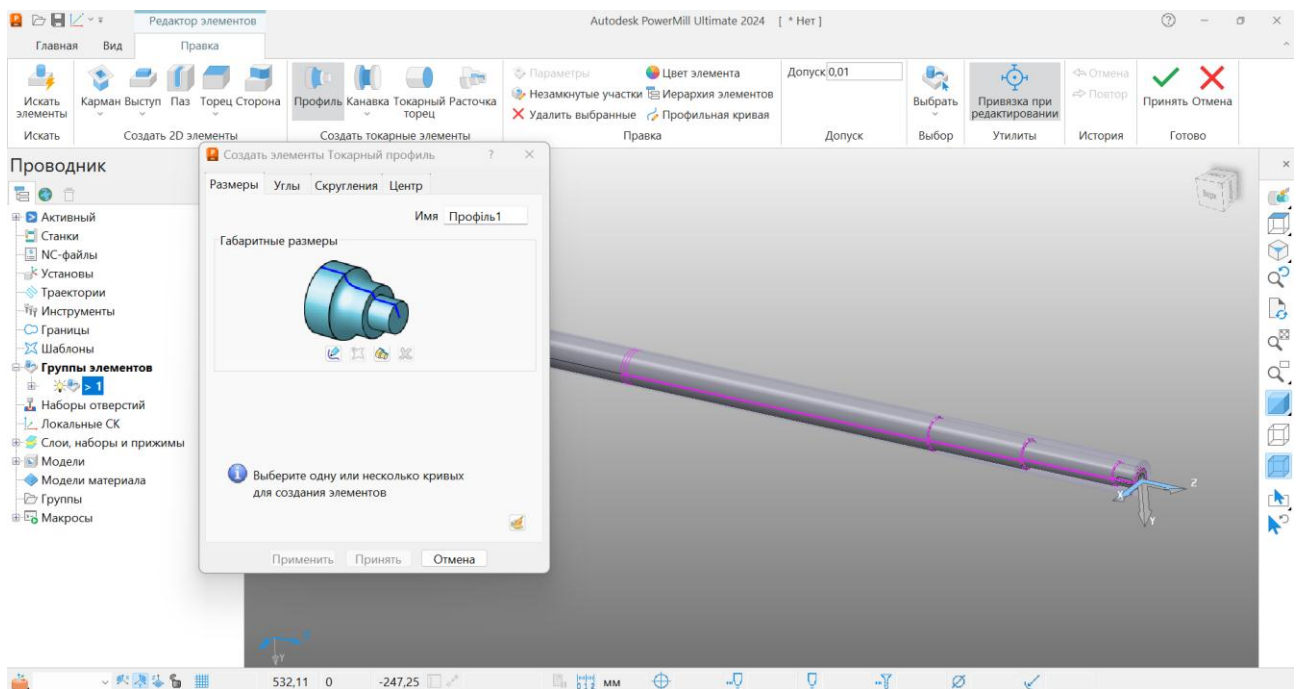


Рисунок 3.8 – Отримання профілю обертання

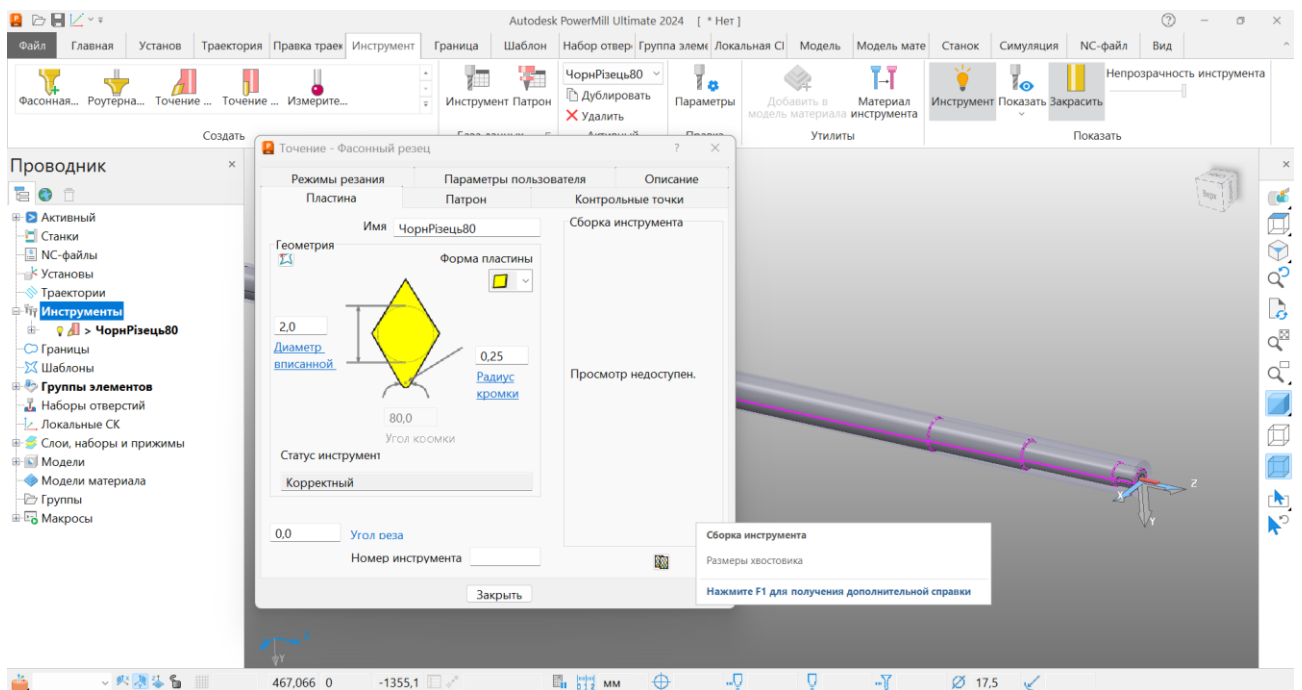


Рисунок 3.9 – Створення моделі чорнового різця

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-585.00.000 ПЗ					

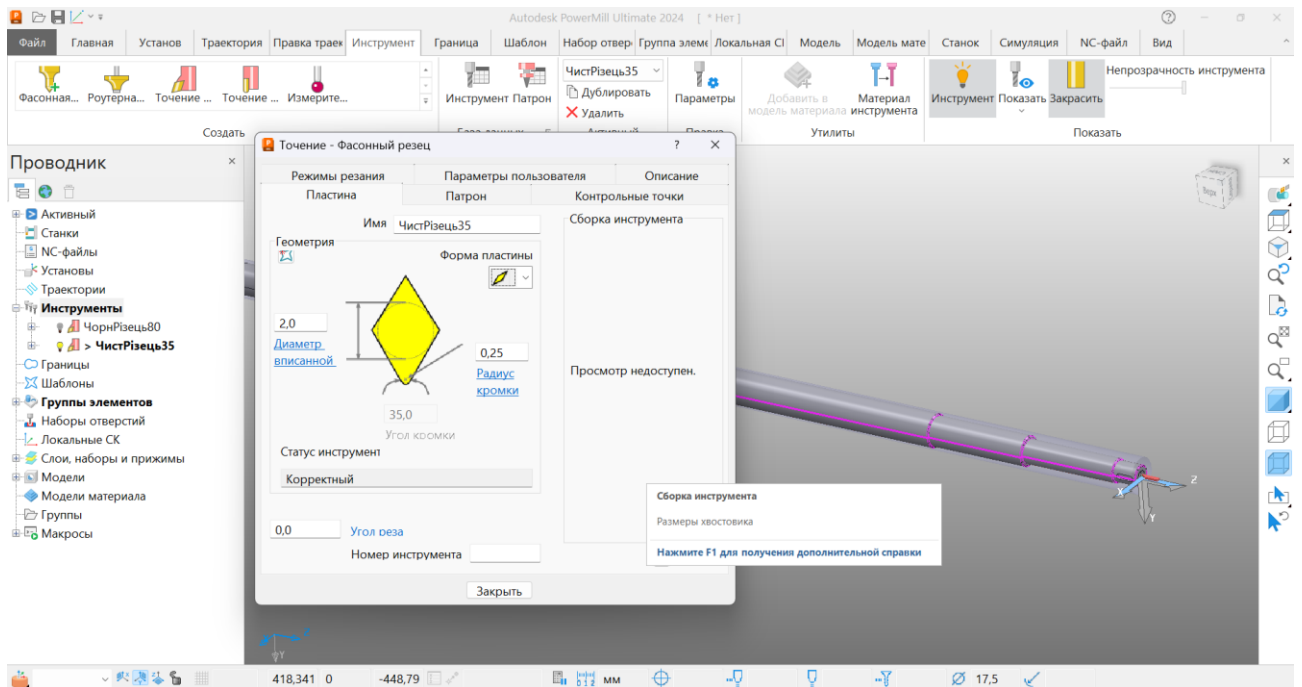


Рисунок 3.10 – Створення моделі чистового різця

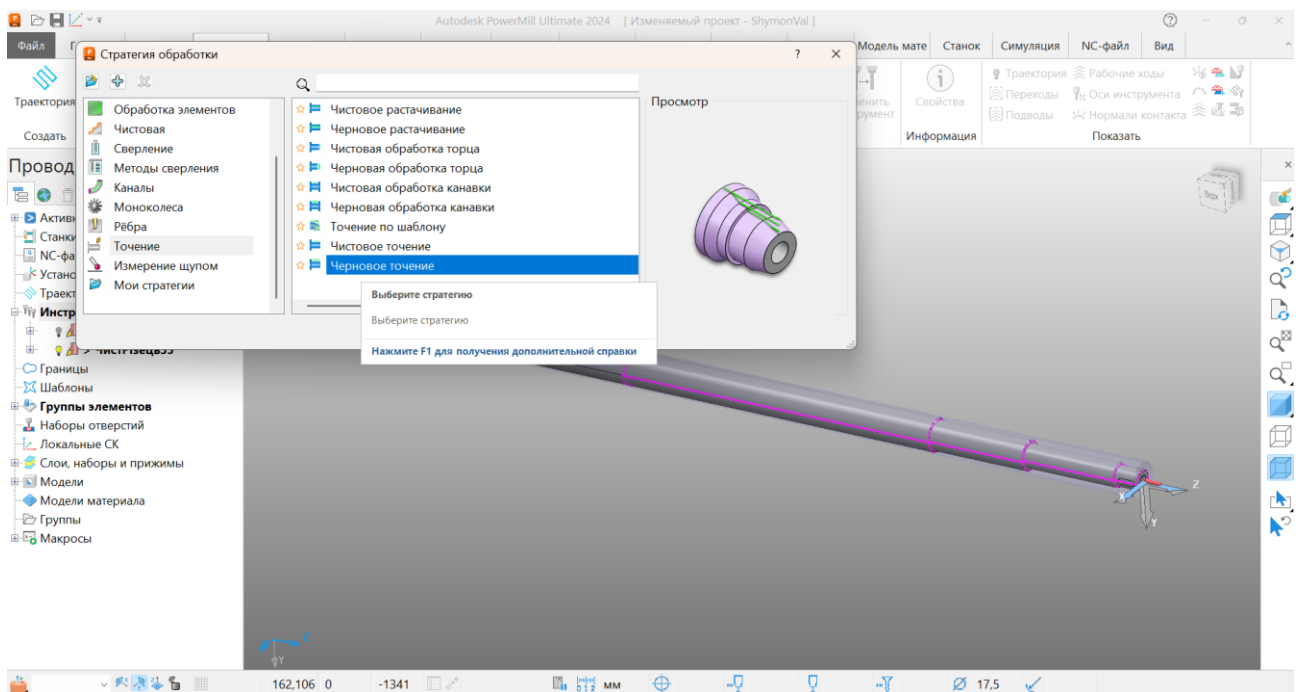


Рисунок 3.11 – Вибір стратегії обробки

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-585.00.000 ПЗ				

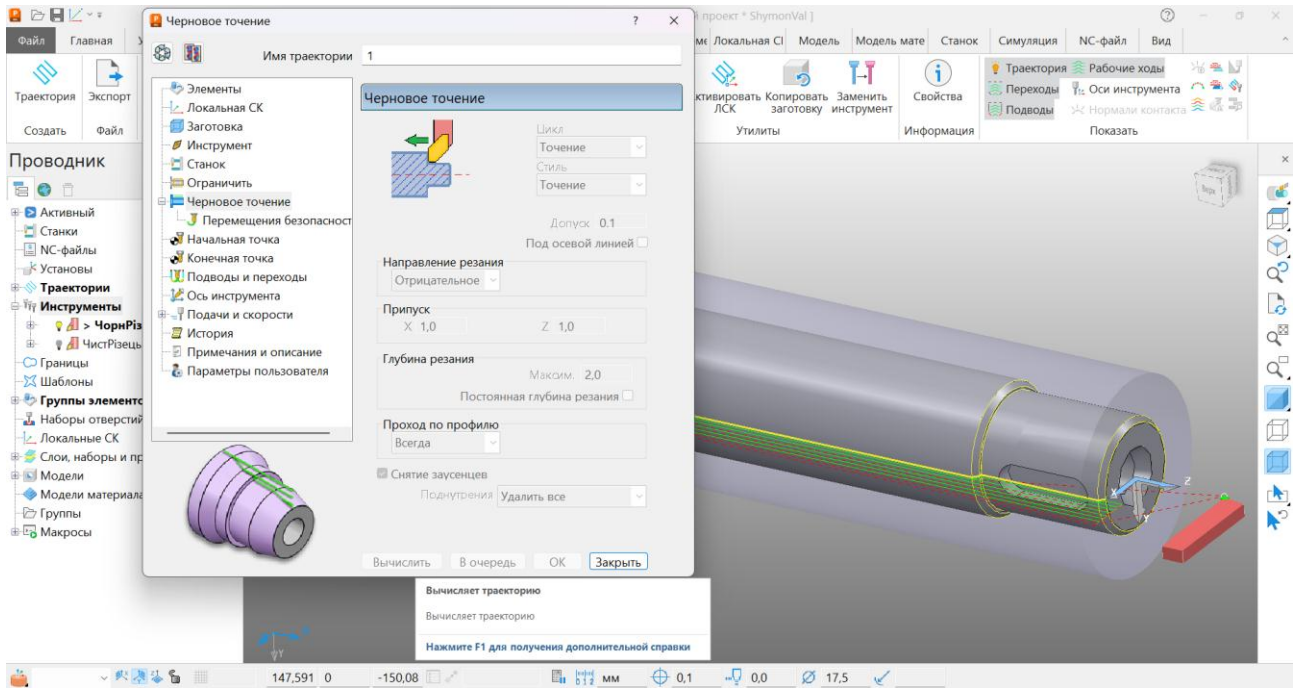


Рисунок 3.12 – Проектування чорнового точіння

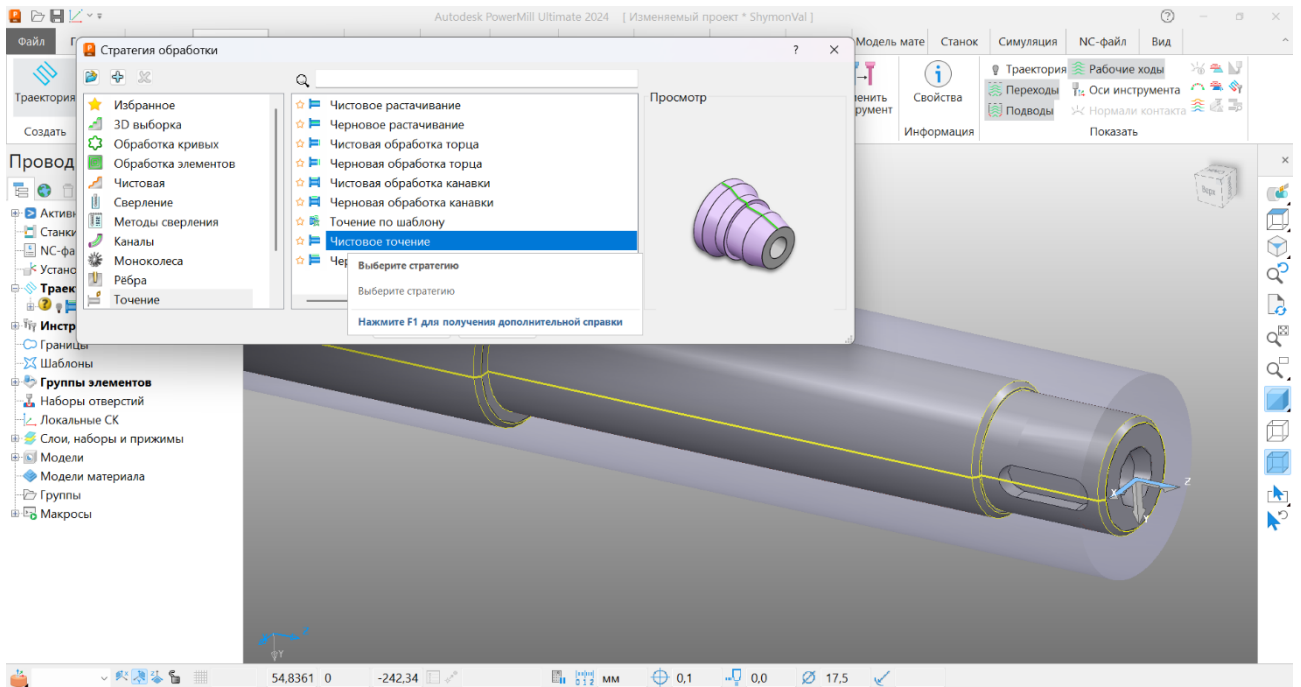


Рисунок 3.13 – Вибір стратегії обробки

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-585.00.000 ПЗ				

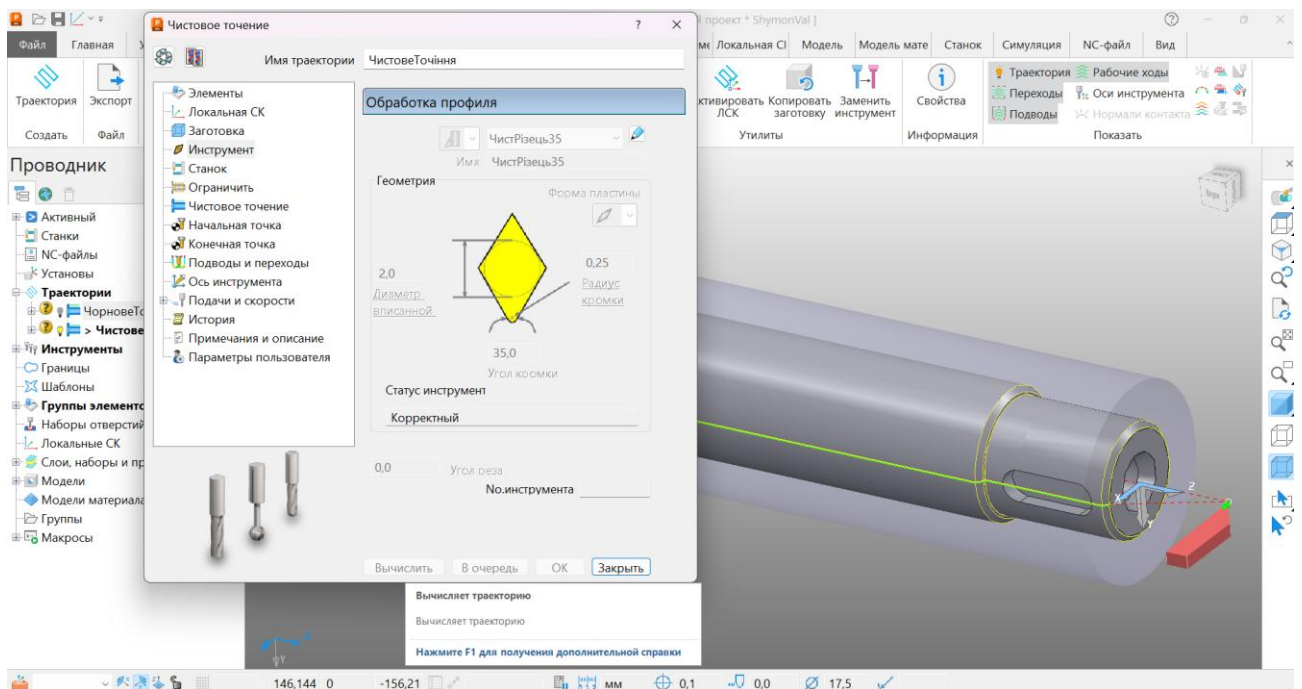


Рисунок 3.14 – Проективання чистового точіння

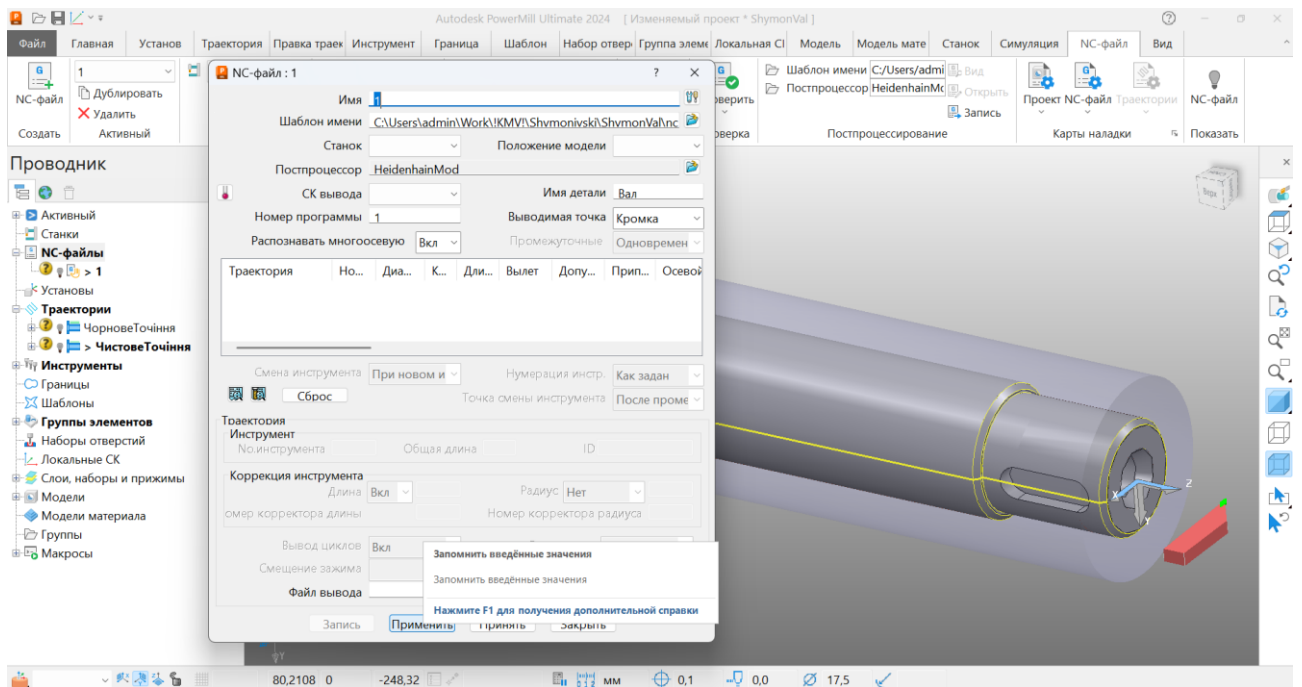


Рисунок 3.15 – Створення NC-файлу

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
БР.ПМ-585.00.000 ПЗ										

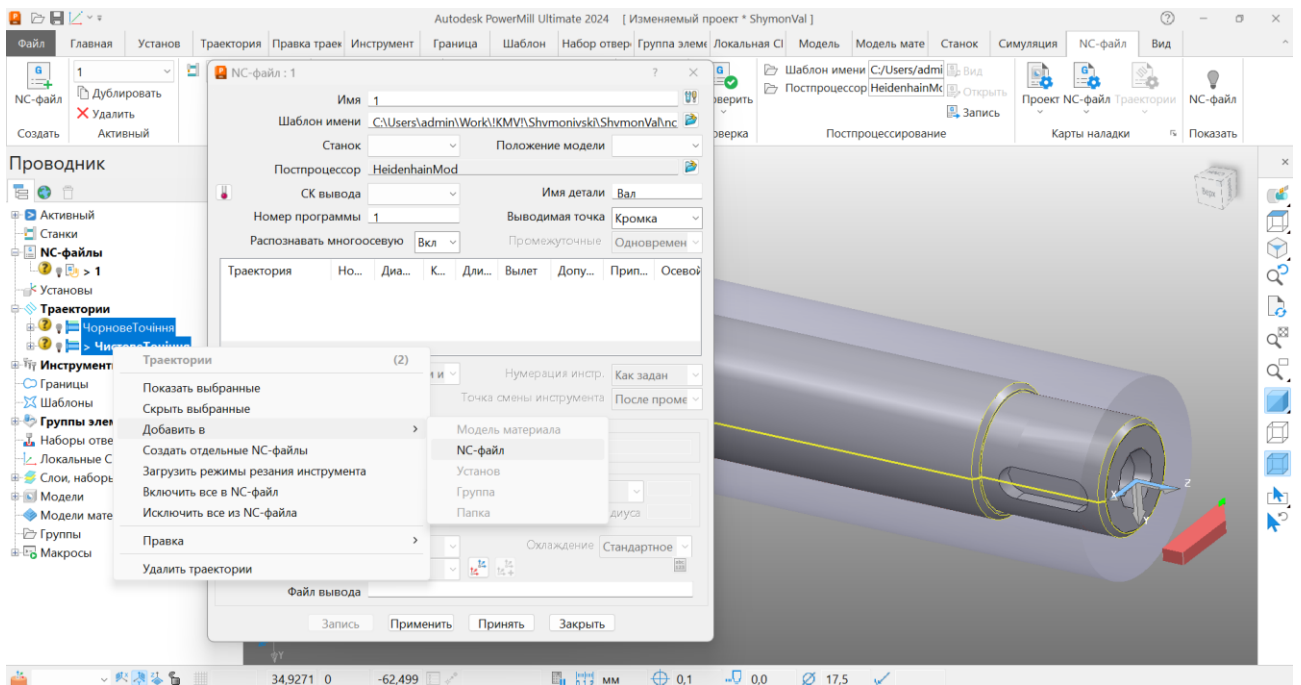


Рисунок 3.16 – Добавления траекторий до NC-файла

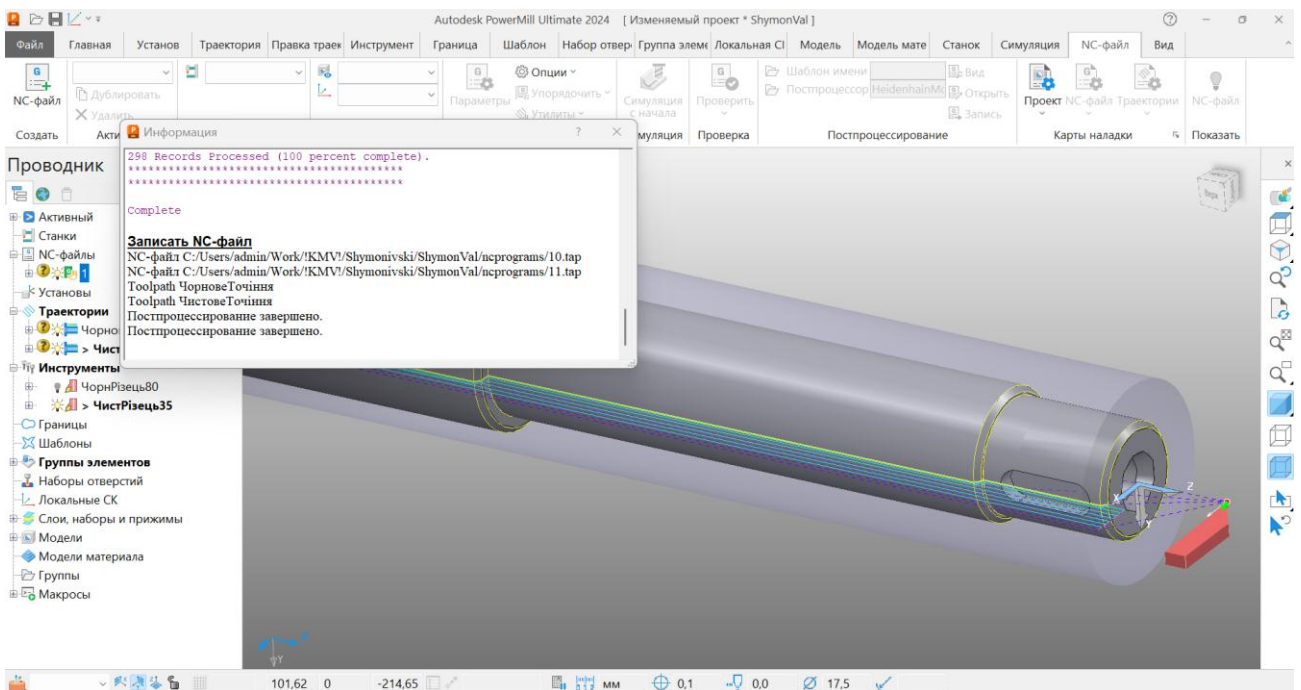


Рисунок 3.17 – Запис NC-файла

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.ПМ-585.00.000 ПЗ

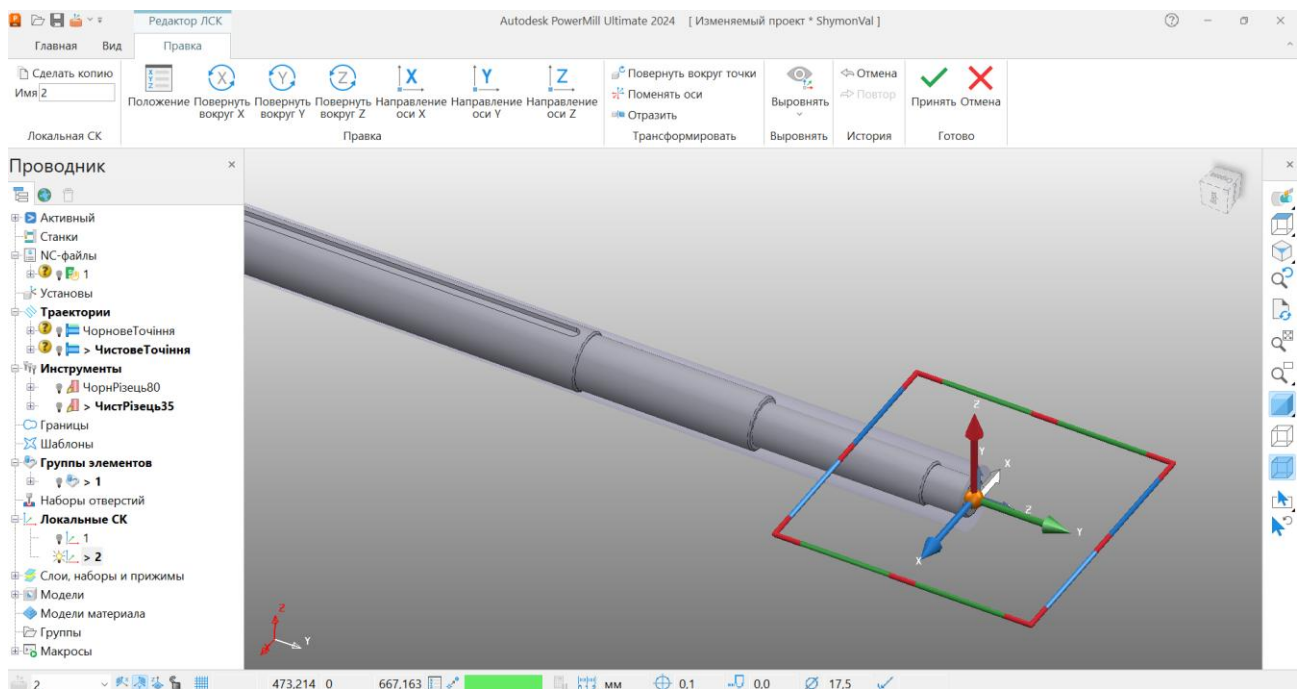


Рисунок 3.18 – Створення локальної системи координат

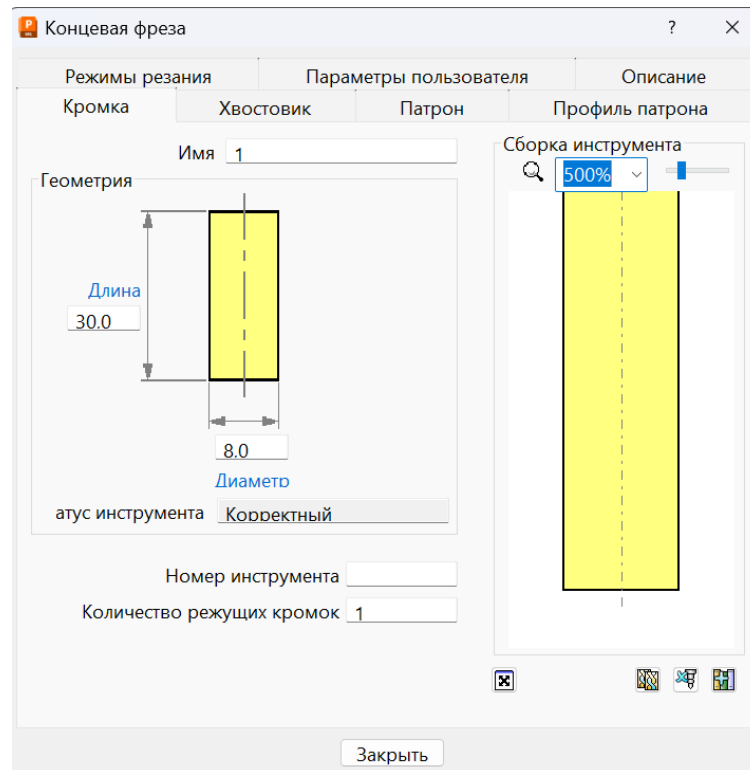


Рисунок 3.19 – Створення моделі кінцевої фрези - кромка

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-585.00.000 ПЗ					

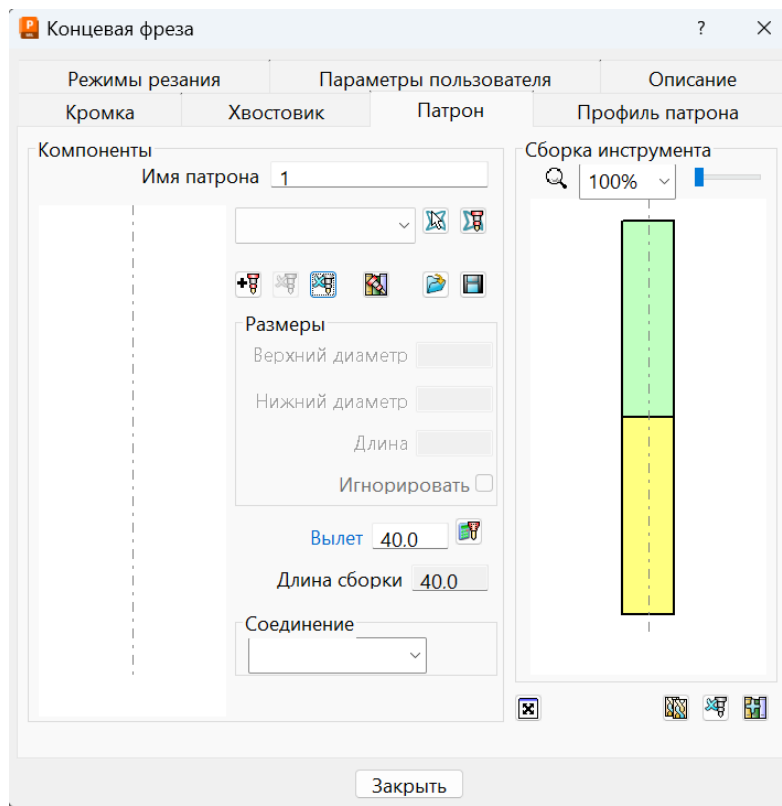


Рисунок 3.20 – Створення моделі кінцевої фрези - хвостовик

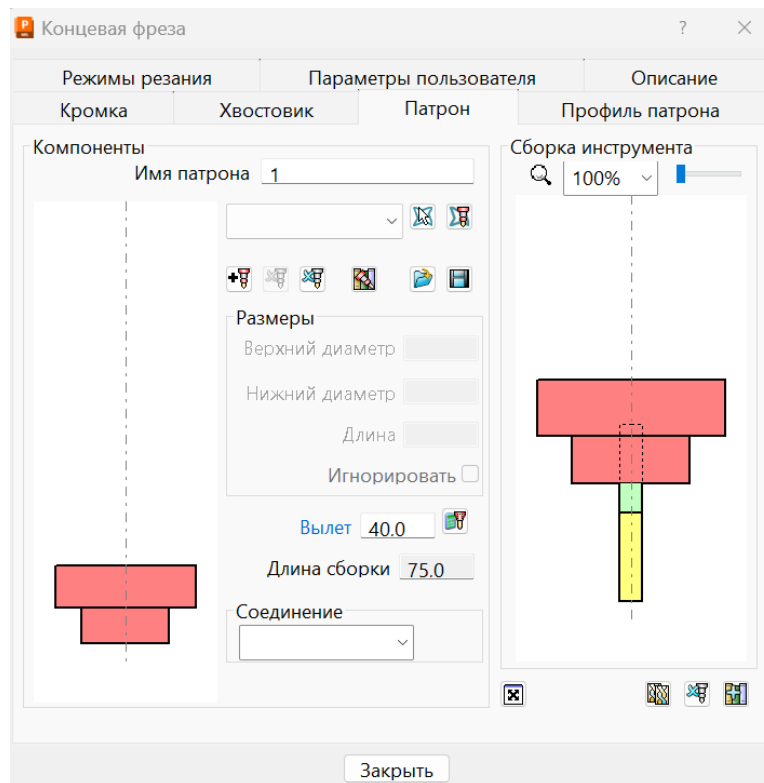


Рисунок 3.21 – Створення моделі кінцевої фрези - патрон

					БР.ПМ-585.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

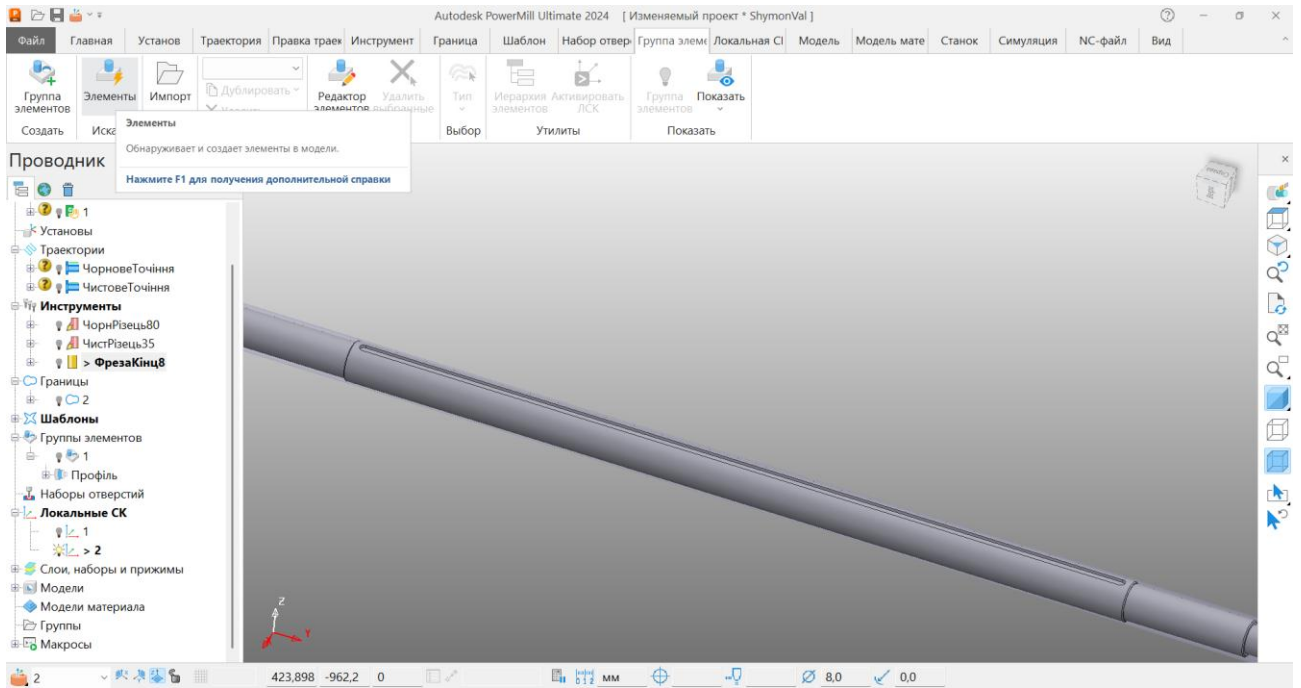


Рисунок 3.22 – Меню створення елементів моделі

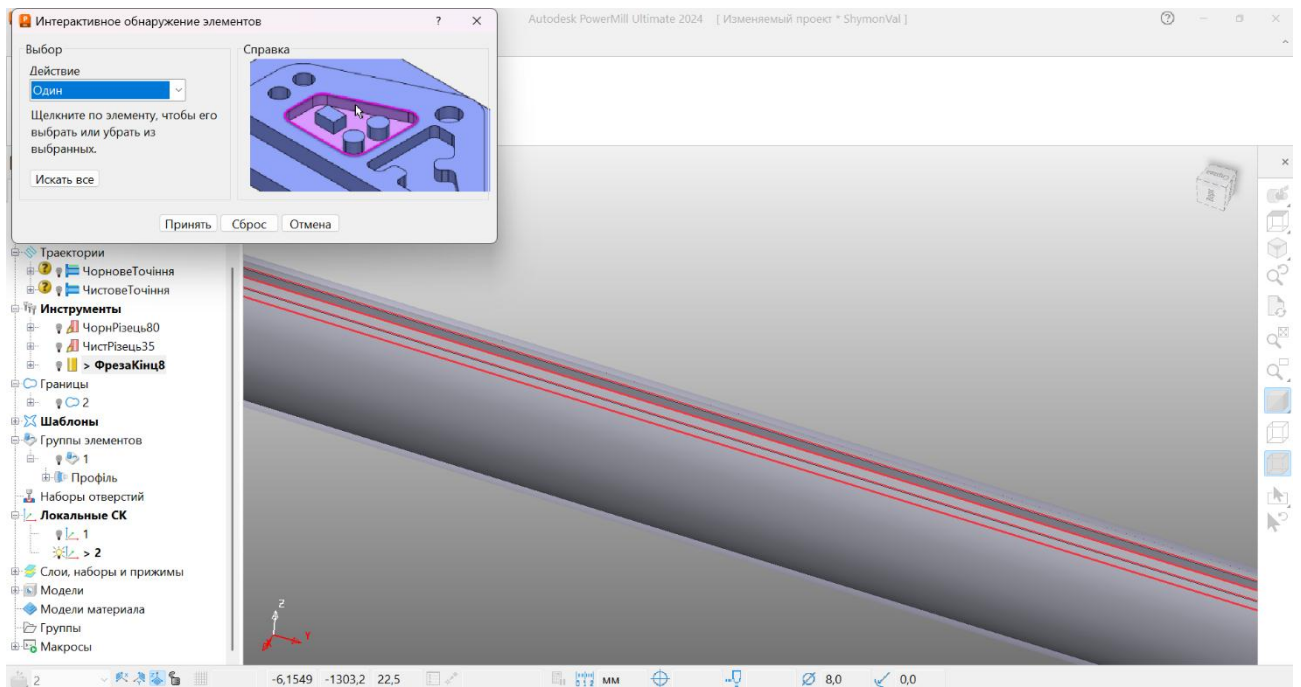


Рисунок 3.23 – Інтерактивне виявлення елементів

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.ПМ-585.00.000 ПЗ

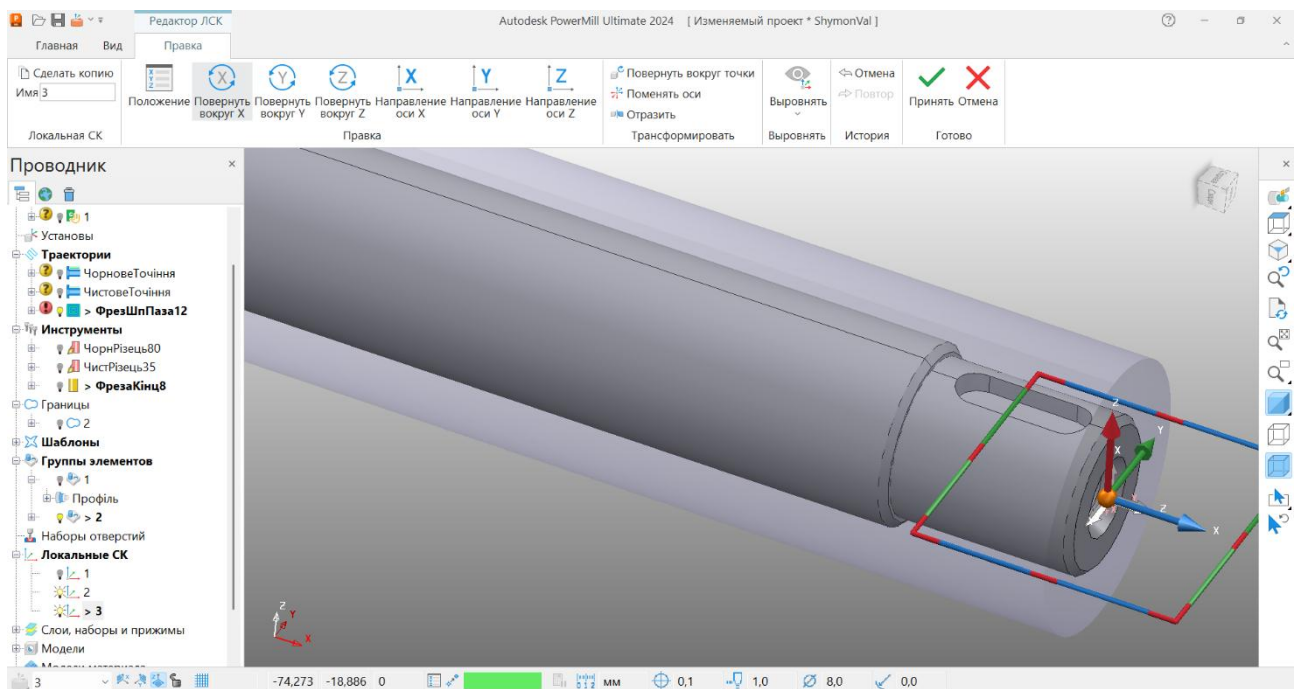


Рисунок 3.26 – Створення локальної системи координат

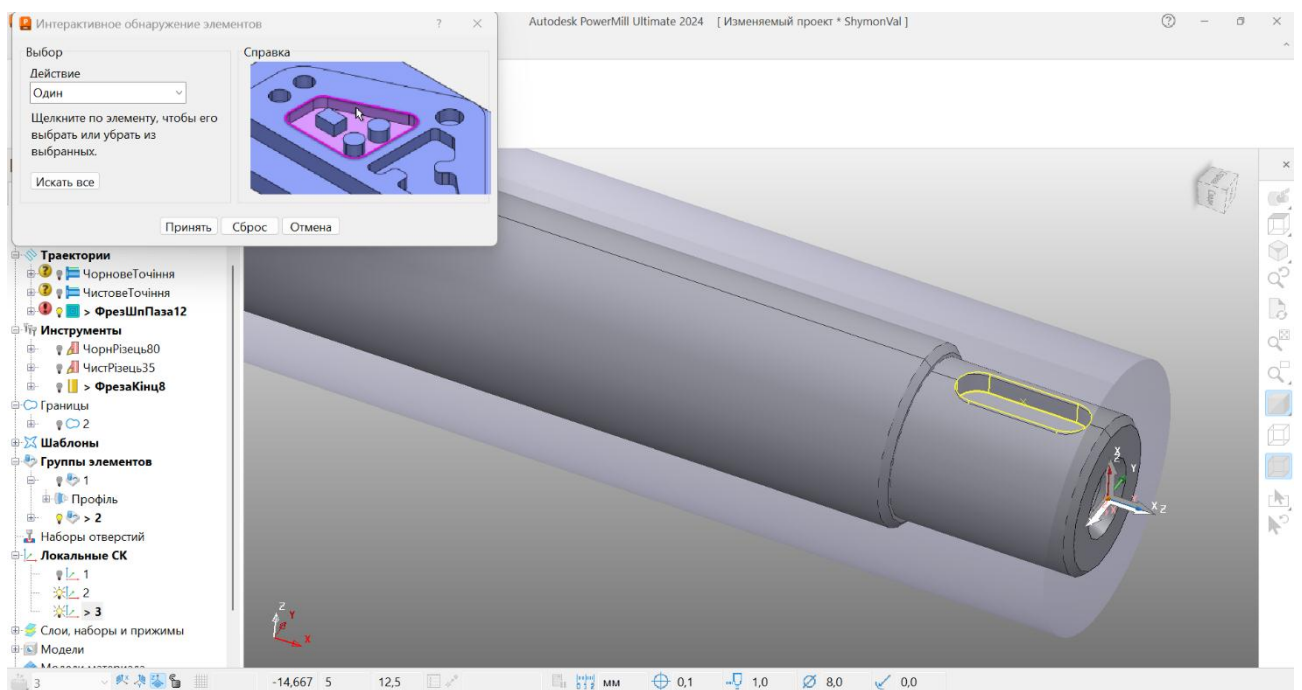


Рисунок 3.27 – Интерактивне виявлення шпонкового пазу

											Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

БР.ПМ-585.00.000 ПЗ

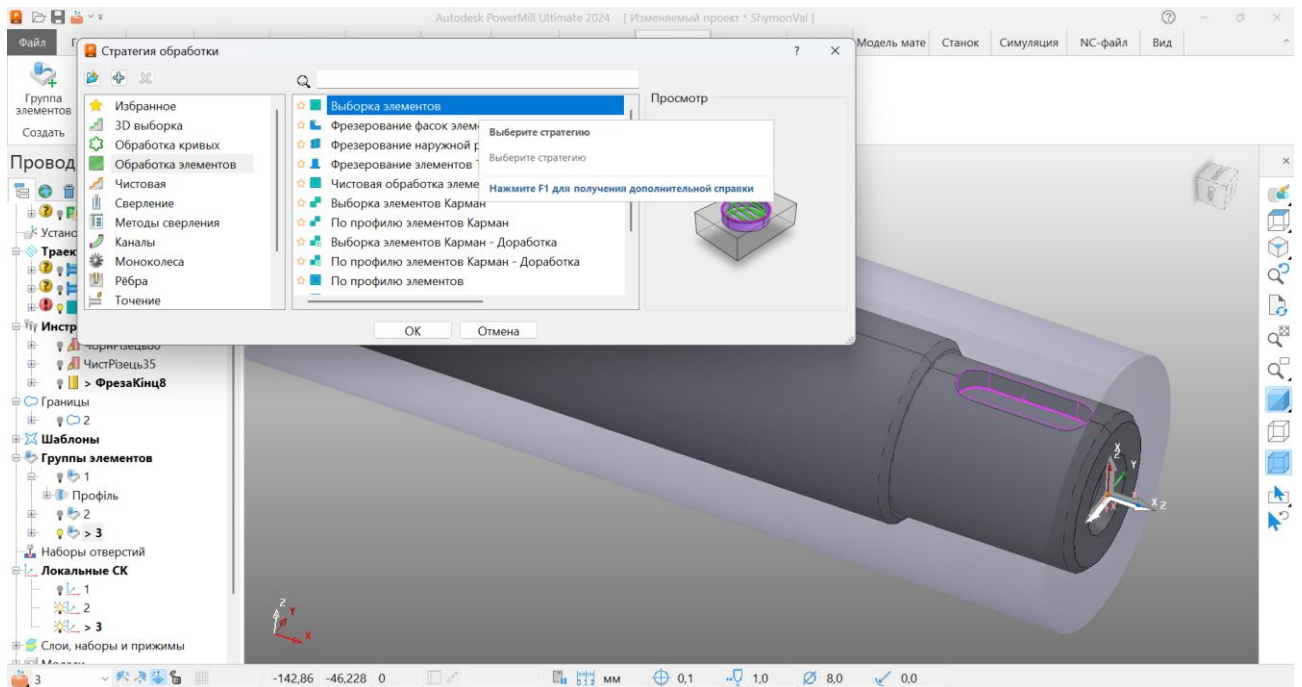


Рисунок 3.28 – Вибір стратегії обробки

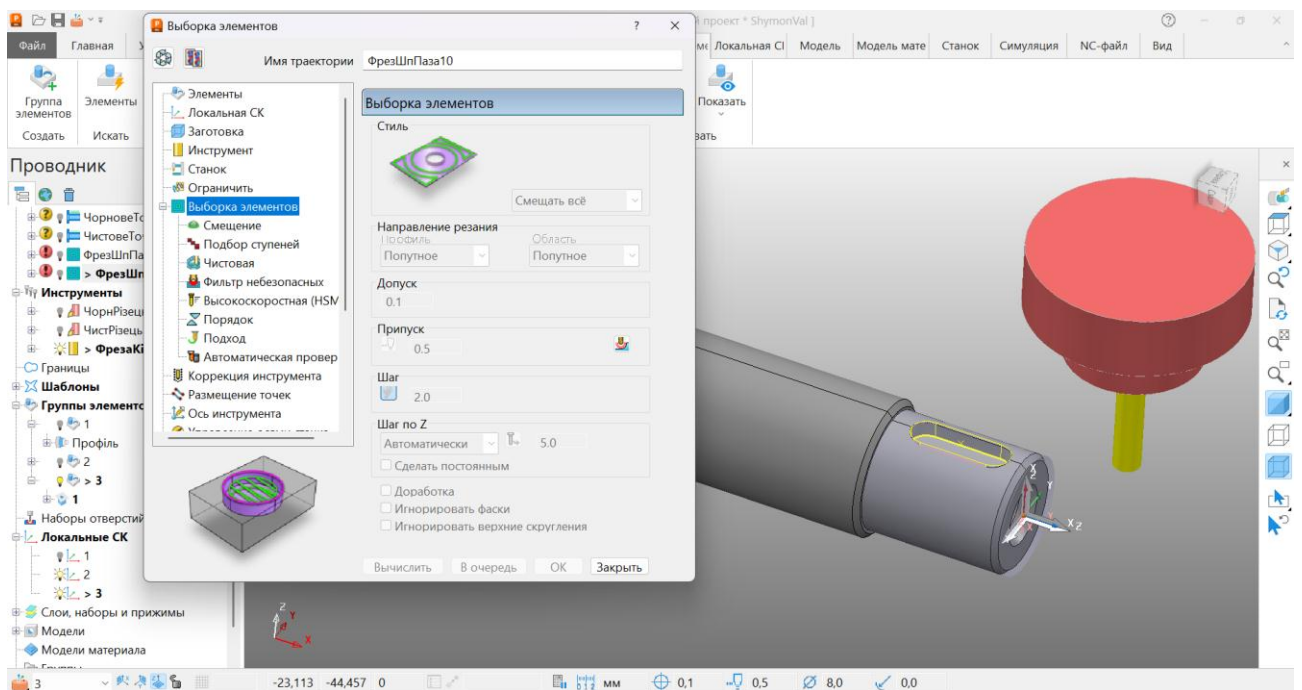


Рисунок 3.29 – Проектування фрезерування шпонкового пазу

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
БР.ПМ-585.00.000 ПЗ										

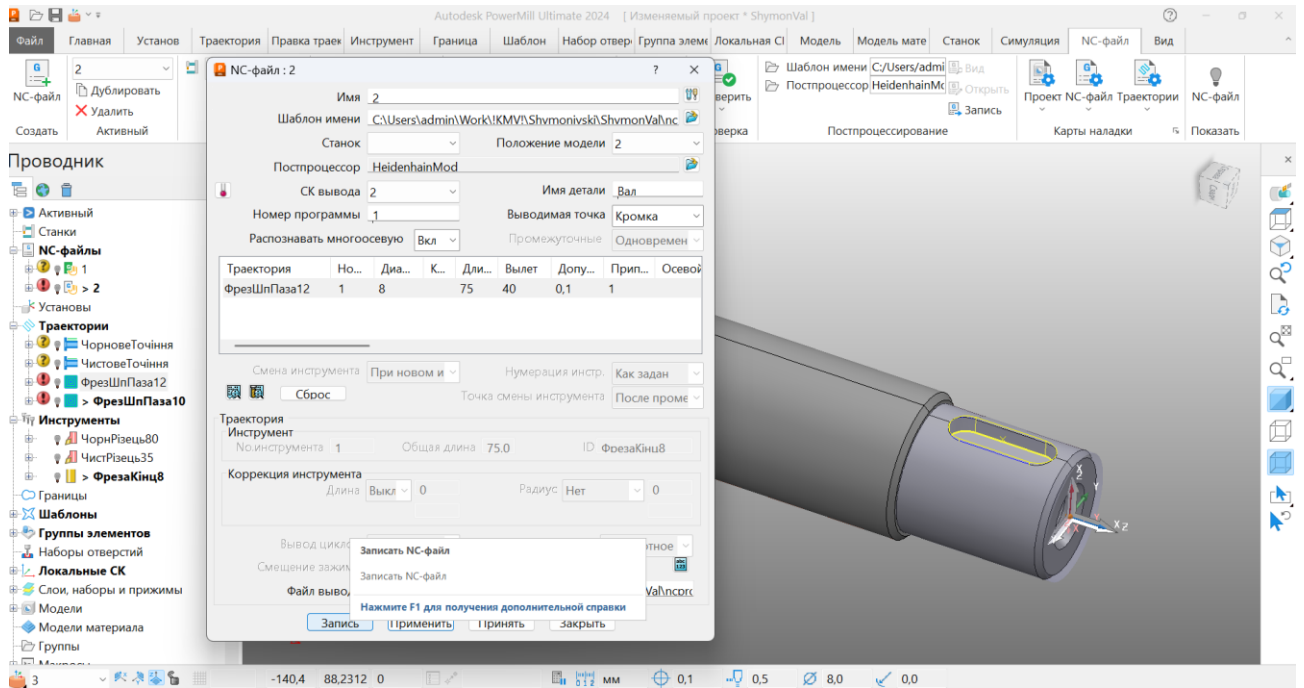


Рисунок 3.30 – Створення NC-файла

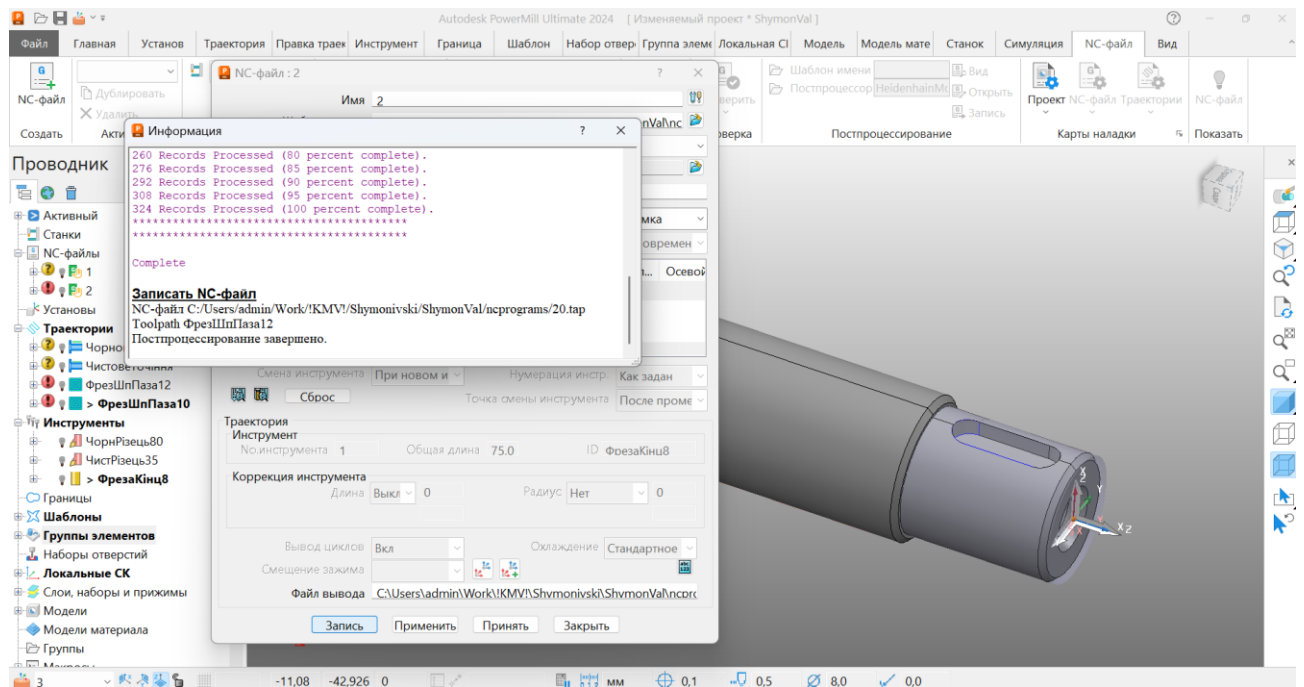


Рисунок 3.31 – Запис NC-файла

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
БР.ПМ-585.00.000 ПЗ										

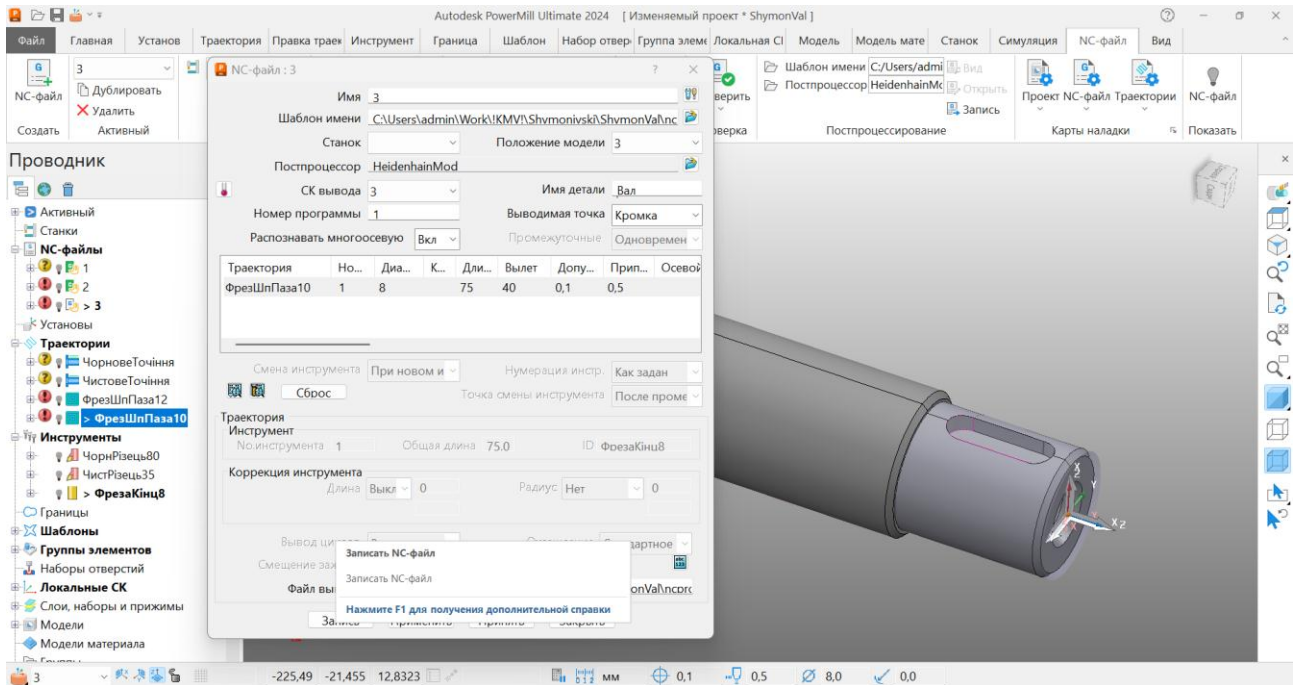


Рисунок 3.32 – Створення NC-файлу

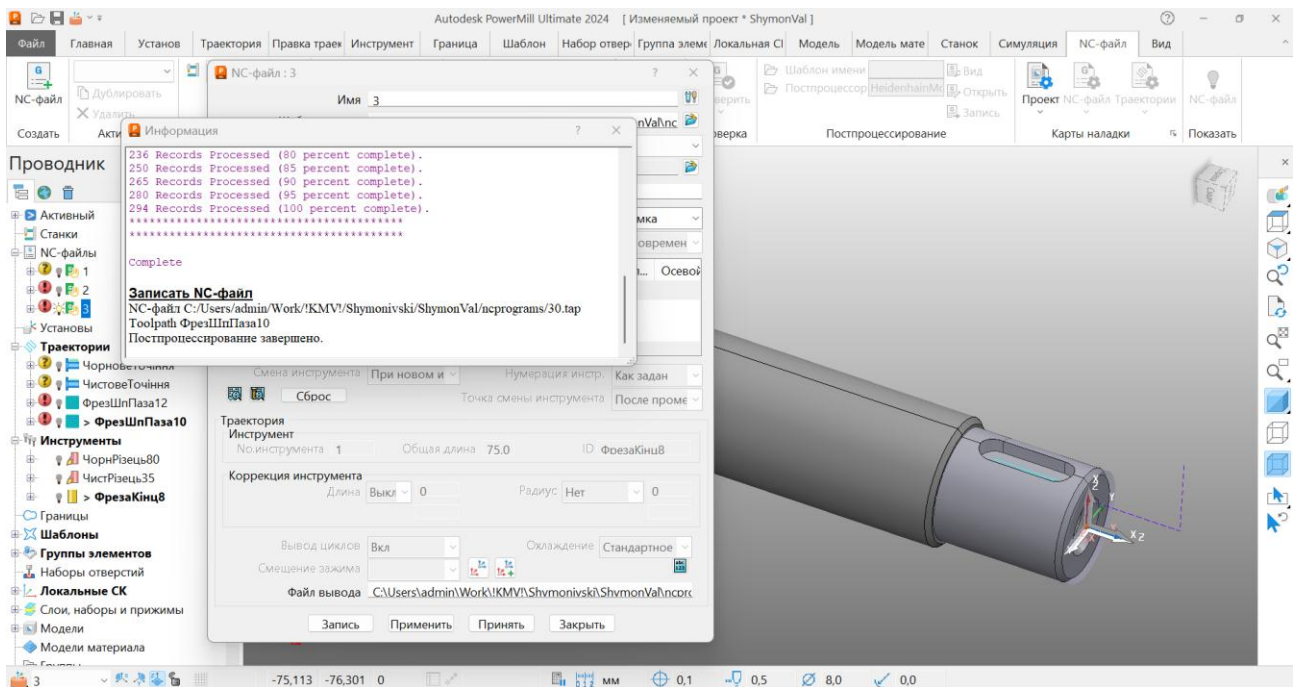


Рисунок 3.33 – Запис NC-файлу

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.ПМ-585.00.000 ПЗ

Висновки

В даній бакалаврській роботі розроблений і обґрунтований технологічний процес виготовлення деталі «Вал СК 05 00 00 01» для умов дрібно-серійного виробництва.

В процесі проектування проведено конструкторсько-технологічний аналіз деталі та базового технологічного процесу, в результаті чого обґрунтовано застосування заготовки з прокату, верстатів з ЧПК, а також застосовано пристрої з механізованим приводом, котрі приведені в графічній частині. Крім цього, в графічній частині приведено графіки, діаграми та схеми до аналізу точності обробки поверхні $\varnothing 55h7$, карти налагодження до токарно-револьверної операції та етапи автоматизованої розробки керуючих програм. Проектований технологічний процес, для котрого пораховані припуски, режими різання та норми часу, приведений в додатку у вигляді комплексу технологічної документації у відповідності до норм ЄСТД.

					<i>БР.ПМ-585.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перелік літературних джерел

1. Панчук В.Г., Карпик Р.Т., Врюкало В.В., Одосій З.М. Бакалаврська робота: методичні вказівки. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2021. -50 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. Кремнєв, В. М. Колеснік, Ф. В. Новіков, В. О. Жовтобрюх. Дніпро : ЛІРА, 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.; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: pdf - 12,8 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 232 с.

					БР.ПМ-585.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

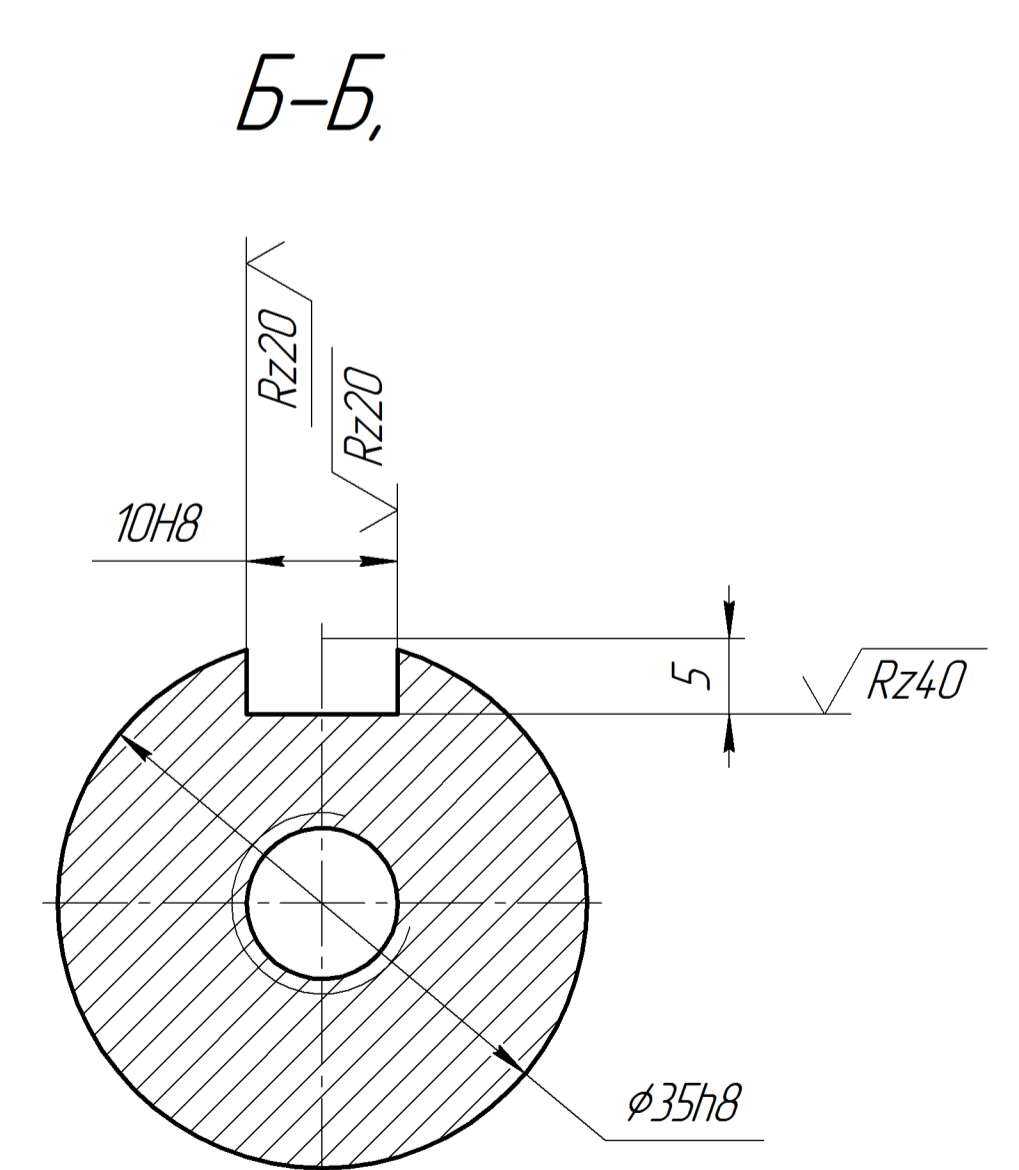
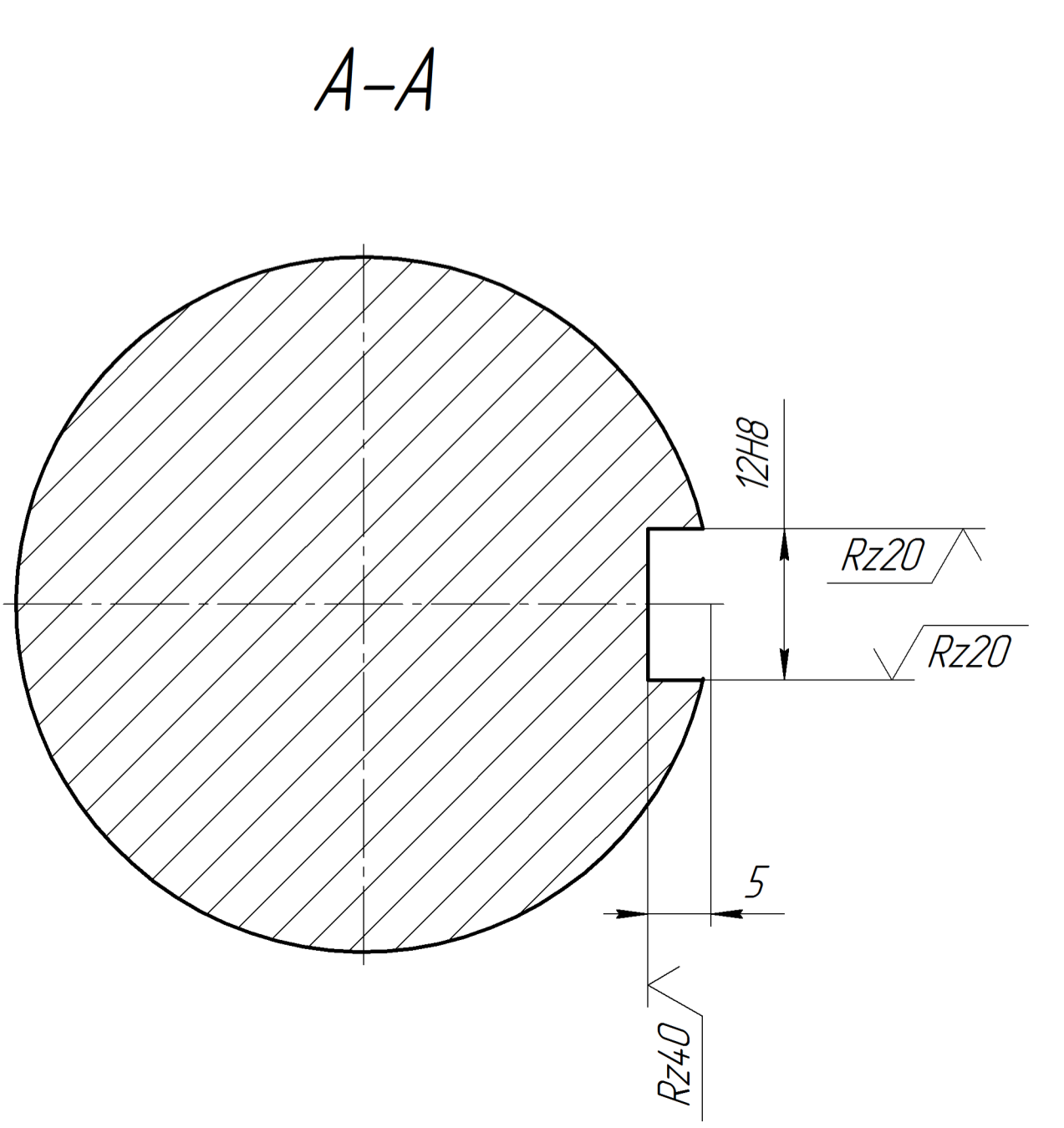
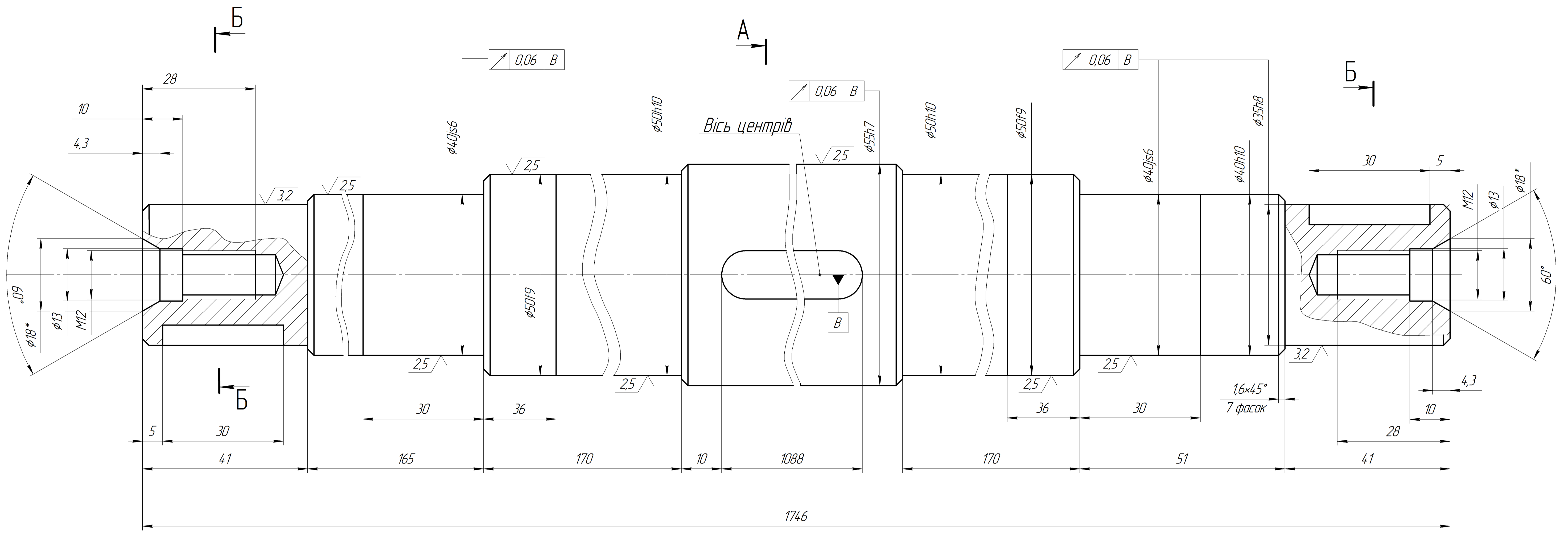
9. Карпик Р. Т. Технологічна оснастка. Методичні вказівки / Р. Т.Карпик, Б. Д. Сторож. – Івано-Франківськ: Факел, 2010. – 80 с.

10. <https://www.secotools.com/>

11. Павленко І.І., Мажара В.А. Роботизовані технологічні комплекси: Навчальний посібник. – Кіровоград: КНТУ, 2010. – 392 с.

					БР.ПМ-585.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додатки



1. * Розміри для довідок
2. H14; h14; $\frac{\pm IT14}{2}$
3. HRC 28...32

				СК 05 00 00 001			
Зм.	Арк.	№ Док.	Підп.	Дата	Лит	Маса	Масштаб
Розроб	Чорнарія				Вал	28	21
Перев	Духович				Аркциш	Аркциш	1
Т.контр.							
Н.контр.					65 ГОСТ 2590-76		
Затв.	Духович				Круг 45 ГОСТ 1050-88		ВКФ "Силует"

ДОДАТОК Б

```
100 ; -----
101 ; NO.| ID      | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 1|ЧОРНРИЗЕЦЬ80| | 0.0 |
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 10 MM
105 ; PROGRAM NAME : 10
106 ; PART NAME    : BAJI
107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-24 - 19:30:13
108 ; PROGRAMMED BY : ADMIN
109 ; POWERMILL CB : 2024019.0
110 ; POST VER     : 2024.0.0.5142
111 ; OPTION FILE  : HEIDENHAINMOD
112 ; OUTPUT WORKPLANE : ГЛОБАЛЬНАЯ СК
113 ;
114 ; -----
115 ; NO.| ID      | DIA.| TIP RAD| LENGTH
116 ; -----
117 ; 1|ЧОРНРИЗЕЦЬ80| | 0.0 |
118 ; -----
119 ;
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 3 MIN 1 SEC
122 ;
123 BLK FORM 0.1 Z X-30.0 Y-30.0 Z-1746.0
124 BLK FORM 0.2 X30.0 Y30.0 Z0.0
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
    Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : ЧОРНОВЕТОЧІННЯ
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    : ЧОРНРИЗЕЦЬ80
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 X200.0 Y0.0 FMAX
145 L Z-70.0 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 X261.498 Z-93.868 R0 FQ3
151 L X257.498 F0.2
152 L Z-1041.049
153 L X260.5
154 L X263.3284 Z-1039.6348
155 L Z-93.868 FQ3
156 L X257.5098
157 L X253.5098 F0.2
158 L Z-475.0895
159 L X253.5397 Z-475.1037
160 L X253.5691 Z-475.1182
161 L X256.7664 Z-476.718
162 L X257.3079 Z-477.1234
163 L X257.498 Z-477.6015
164 L X260.3264 Z-476.1873
165 L Z-93.868 FQ3
166 L X253.5216
167 L X249.5216 F0.2
168 L Z-305.5947
169 L X251.7649 Z-306.7168
170 L X252.3065 Z-307.1222
171 L X252.4968 Z-307.6004
172 L X252.5198 Z-474.8046
173 L X253.0478 Z-474.9184
174 L X253.5098 Z-475.0895
175 L X256.3382 Z-473.6753
176 L X256.5197 FQ3
177 L Z-93.868
178 L X249.5333
179 L X245.5333 F0.2
180 L Z-304.7514
181 L X246.8018 Z-304.7517
182 L X247.758 Z-304.8471
183 L X248.5686 Z-305.118
184 L X249.5216 Z-305.5947
185 L X252.35 Z-304.1805
186 L Z-93.868 FQ3
187 L X245.5451
188 L X241.5451 F0.2
189 L Z-141.6068

190 L X241.7649 Z-141.7167
191 L X242.3065 Z-142.1222
192 L X242.4968 Z-142.6004
193 L X242.5198 Z-304.7506
194 L X245.5333 Z-304.7514
195 L X248.3617 Z-303.3372
196 L Z-93.868 FQ3
197 L X241.5569
198 L X237.5569 F0.2
199 L Z-139.8103
200 L X238.0997 Z-139.9338
201 L X238.5686 Z-140.118
202 L X241.5451 Z-141.6068
203 L X244.3735 Z-140.1926
204 L Z-93.868 FQ3
205 L X237.5686
206 L X233.5686 F0.2
207 L Z-99.118
208 L X236.7649 Z-100.7167
209 L X237.3064 Z-101.122
210 L X237.4968 Z-101.6001
211 L X237.5193 Z-139.8045
212 L X240.3477 Z-138.3903
213 L X200.0 Z-70.0 FQ3
214 ; -----
215 ; END TOOLPATH : ЧОРНОВЕТОЧІННЯ
216 ; -----
217 M09
218 M05
219 L M140 MBMAX FMAX
220 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
221 CYCL DEF 32.1
222 CYCL DEF 32.2
223 M30
224 END PGM 10 MM

100 ; -----
101 ; NO.| ID | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 1|ЧИСТРІЗЕЦЬ35| | 0.0 |
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 11 MM
105 ; PROGRAM NAME : 11
106 ; PART NAME : ВАЛ
107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-24 - 19:30:15
108 ; PROGRAMMED BY : ADMIN

```
109 ; POWERMILL CB : 2024019.0
110 ; POST VER : 2024.0.0.5142
111 ; OPTION FILE : HEIDENHAINMOD
112 ; OUTPUT WORKPLANE : ГЛОБАЛЬНАЯ СК
113 ;
114 ; -----
115 ; NO.| ID | DIA.| TIP RAD| LENGTH
116 ; -----
117 ; 1|ЧИСТРІЗЕЦЬ35| | 0.0 |
118 ; -----
119 ;
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 1 MIN 17 SEC
122 ;
123 BLK FORM 0.1 Z X-30.0 Y-30.0 Z-1746.0
124 BLK FORM 0.2 X30.0 Y30.0 Z0.0
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
    Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : ЧИСТОВЕТОЧІННЯ
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 : ЧИСТРІЗЕЦЬ35
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 X200.0 Y0.0 FMAX
145 L Z-70.0 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 X229.3262 Z-98.4105 R0 FQ3
151 L X232.1541 Z-99.825 F0.2
152 L X235.3504 Z-101.4237
153 L X235.4587 Z-101.5048
154 L X235.4968 Z-101.6004
```

```
155 L X235.5198 Z-140.7505
156 L X236.8015 Z-140.7517
157 L X236.9924 Z-140.7709
158 L X237.1541 Z-140.825
159 L X240.3504 Z-142.4237
160 L X240.4587 Z-142.5048
161 L X240.4968 Z-142.6004
162 L X240.52 Z-305.7501
163 L X246.8008 Z-305.7517
164 L X246.992 Z-305.7708
165 L X247.1541 Z-305.825
166 L X250.3504 Z-307.4237
167 L X250.4587 Z-307.5048
168 L X250.4968 Z-307.6004
169 L X250.5199 Z-475.7505
170 L X251.8018 Z-475.7518
171 L X251.9926 Z-475.7709
172 L X252.1544 Z-475.8251
173 L X255.3517 Z-477.4248
174 L X255.46 Z-477.5059
175 L X255.498 Z-477.6015
176 L Z-1041.049
177 L X256.5333 Z-1042.9808
178 L X200.0 Z-70.0 FQ3
179 ; -----
180 ; END TOOLPATH : ЧИСТОВЕТОЧІННЯ
181 ; -----
182 M09
183 M05
184 L M140 MBMAX FMAX
185 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
186 CYCL DEF 32.1
187 CYCL DEF 32.2
188 M30
189 END PGM 11 MM

100 ; -----
101 ; NO.| ID      | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 1|ФРЕЗАКІНЦ| 8.0 | 0.0  | 75.0
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 20 MM
105 ; PROGRAM NAME : 20
106 ; PART NAME    : БАЛ
107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-24 - 21:53:43
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|ΦPE3AKIHЦ8| 8.0 | 0.0 | 75.0
118 ; -----
119 ;
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 4 MIN 22 SEC
122 ;
123 BLK FORM 0.1 Z X-30.0 Y-1746.0001 Z-30.0
124 BLK FORM 0.2 X30.0 Y-0.0001 Z30.0
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : ΦPE3ЦΠΠΠA3A12
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 : ENDMILL
139 ; TOOL ID : ΦPE3AKIHЦ8
140 ; TOOL DIA : 8.0 LENGTH 75.0
141 ;
142 TOOL CALL 1 Z S1500 DL+0.0 DR+0.0
143 M03
144 L X0.8451 Y-930.0001 FMAX
145 L Z10.0 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 Z26.75 R0 FQ1
151 L Y-392.0001 FQ2
152 CC X-0.1549 Y-392.0001
153 C X-0.862 Y-391.293 DR+
154 L X-1.0788 Y-391.6174

155 L X-1.1549 Y-392.0001
156 L Y-1468.0001
157 CC X-0.1549 Y-1468.0001
158 C X0.8451 Y-1468.0001 DR+
159 L Y-930.0001
160 L Z31.75 FQ3
161 L Z23.5 FQ1
162 L Y-392.0001 FQ2
163 CC X-0.1549 Y-392.0001
164 C X-0.862 Y-391.293 DR+
165 L X-1.0788 Y-391.6174
166 L X-1.1549 Y-392.0001
167 L Y-1468.0001
168 CC X-0.1549 Y-1468.0001
169 C X0.8451 Y-1468.0001 DR+
170 L Y-930.0001
171 L Z10.0 FQ3
172 ; -----
173 ; END TOOLPATH : ФРЕЗШППА3А12
174 ; -----
175 M09
176 M05
177 L M140 MBMAX FMAX
178 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
179 CYCL DEF 32.1
180 CYCL DEF 32.2
181 M30
182 END PGM 20 MM

100 ; -----
101 ; NO.| ID | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 1|ФРЕЗАКИИЦ8| 8.0 | 0.0 | 75.0
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 30 MM
105 ; PROGRAM NAME : 30
106 ; PART NAME : БАЛ
107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-24 - 21:55:31
108 ; PROGRAMMED BY : ADMIN
109 ; POWERMILL CB : 2024019.0
110 ; POST VER : 2024.0.0.5142
111 ; OPTION FILE : HEIDENHAINMOD
112 ; OUTPUT WORKPLANE : 3
113 ;
114 ; -----
115 ; NO.| ID | DIA.| TIP RAD| LENGTH

116 ; -----
117 ; 1|ΦPE3AKIHQ8| 8.0 | 0.0 | 75.0
118 ; -----
119 ;
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 0 MIN 5 SEC
122 ;
123 BLK FORM 0.1 Z X-1744.8405 Y-17.5 Z-17.5
124 BLK FORM 0.2 X1.1595 Y17.5 Z17.5
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
 Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : ΦPE3IIIPIA3A10
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 : ENDMILL
139 ; TOOL ID : ΦPE3AKIHQ8
140 ; TOOL DIA : 8.0 LENGTH 75.0
141 ;
142 TOOL CALL 1 Z S1500 DL+0.0 DR+0.0
143 M03
144 L X30.0 Y0.0 FMAX
145 L Z30.0 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 Z10.0 R0 FQ3
151 L X-9.5007 Y-0.0033
152 L Z13.0 FQ1
153 L X-9.5517 Y0.216 FQ2
154 L X-9.8371 Y0.4733
155 L X-30.0001 Y0.5
156 CC X-30.0001 Y0.0
157 C X-30.0001 Y-0.5 DR+
158 L X-10.0001
159 CC X-9.9974 Y-0.0033
160 C X-9.5007 Y-0.0033 DR+
161 L Z10.0 FQ3

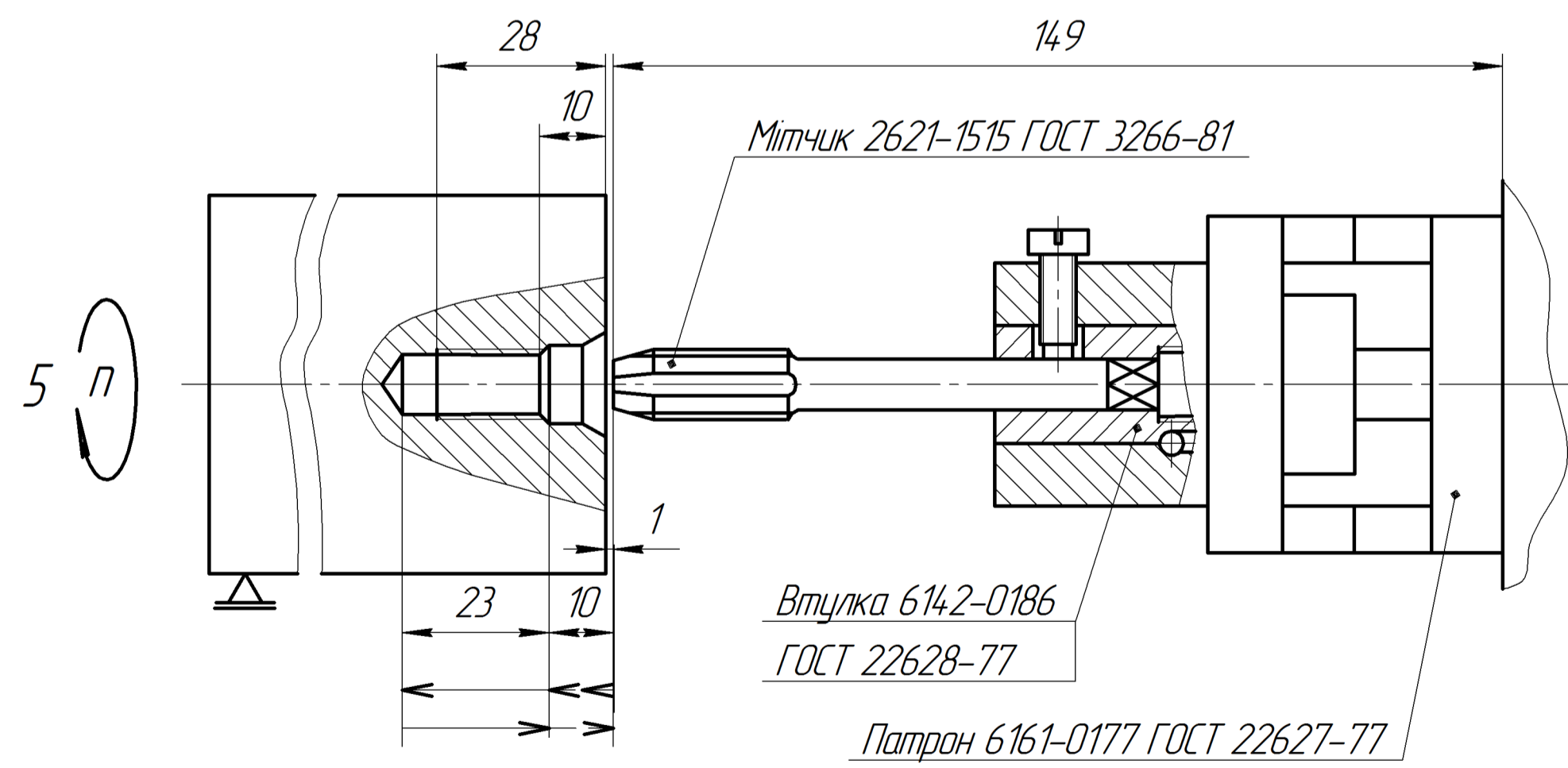
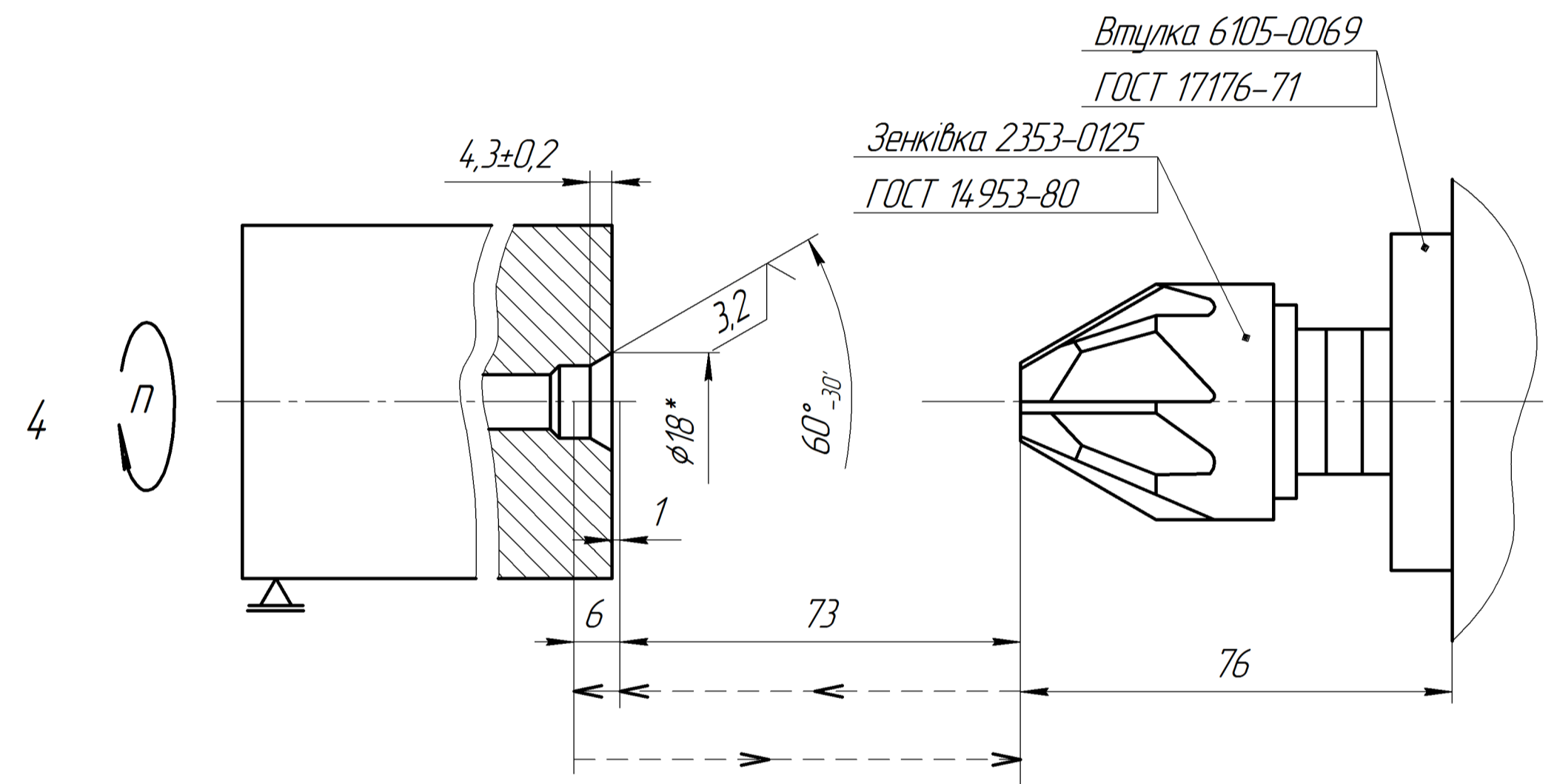
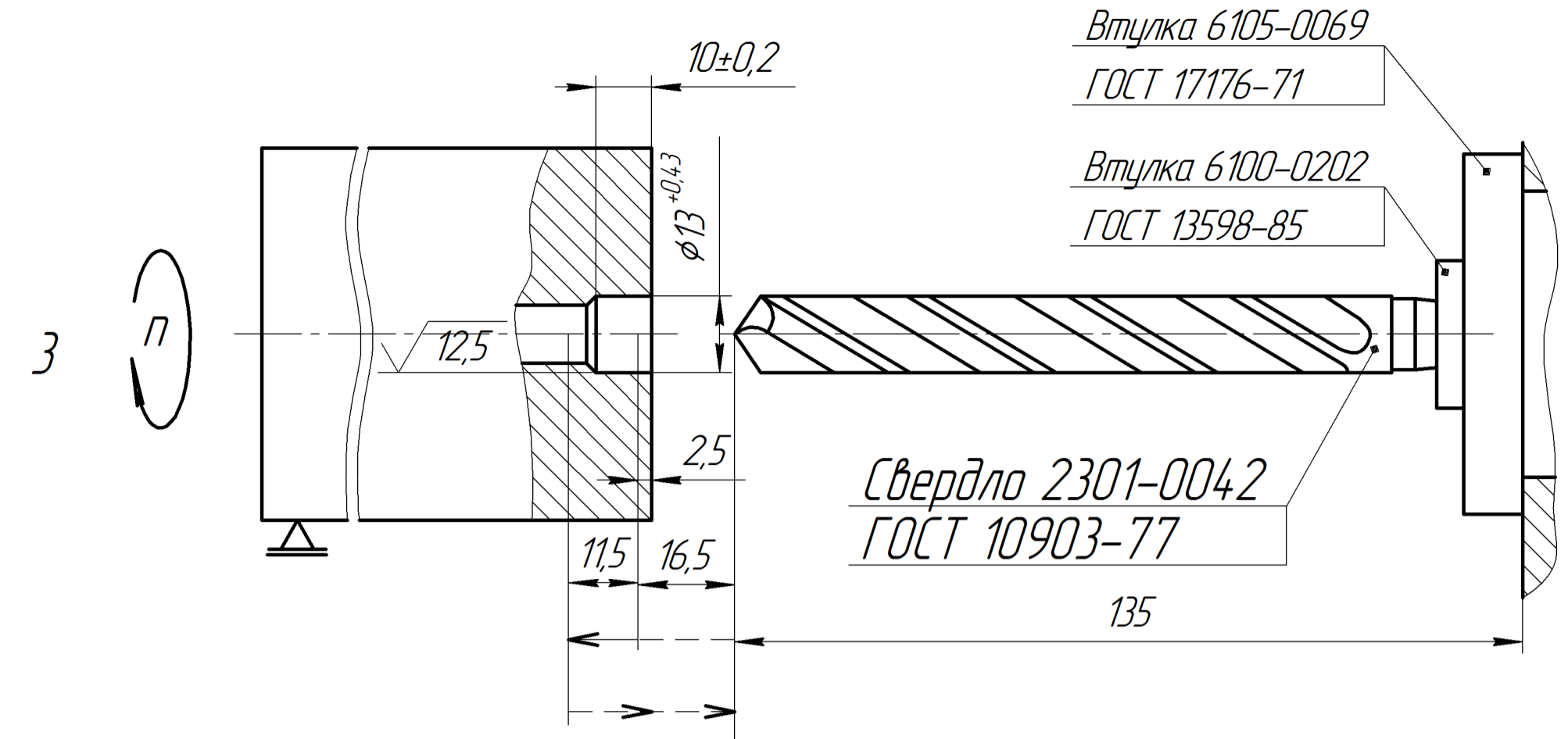
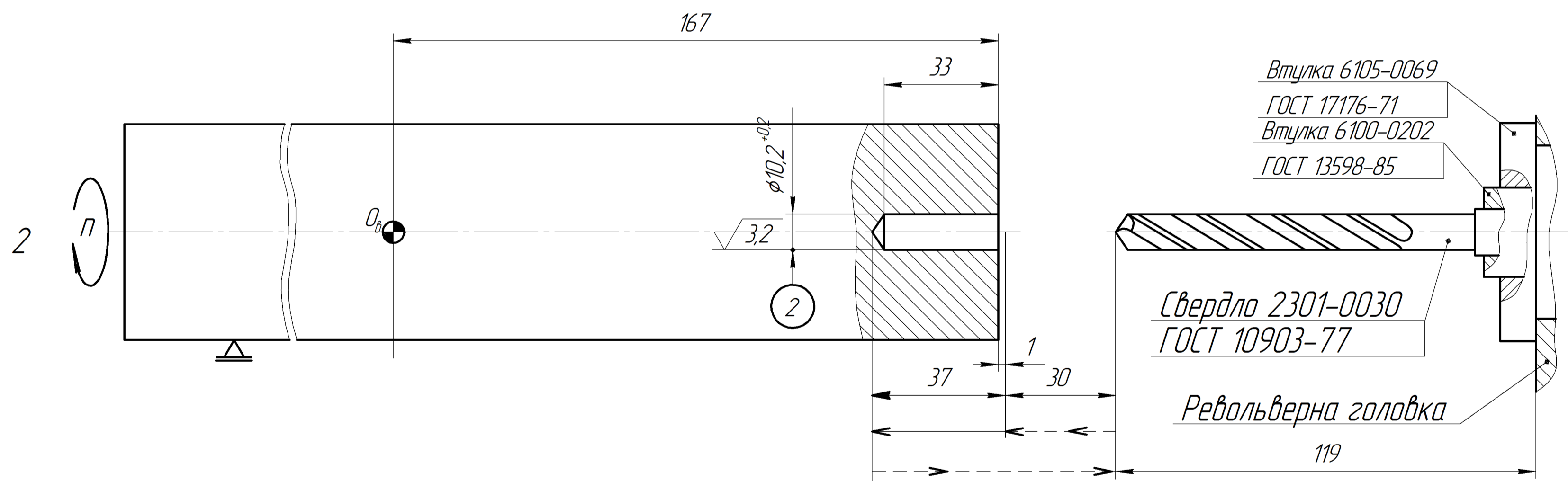
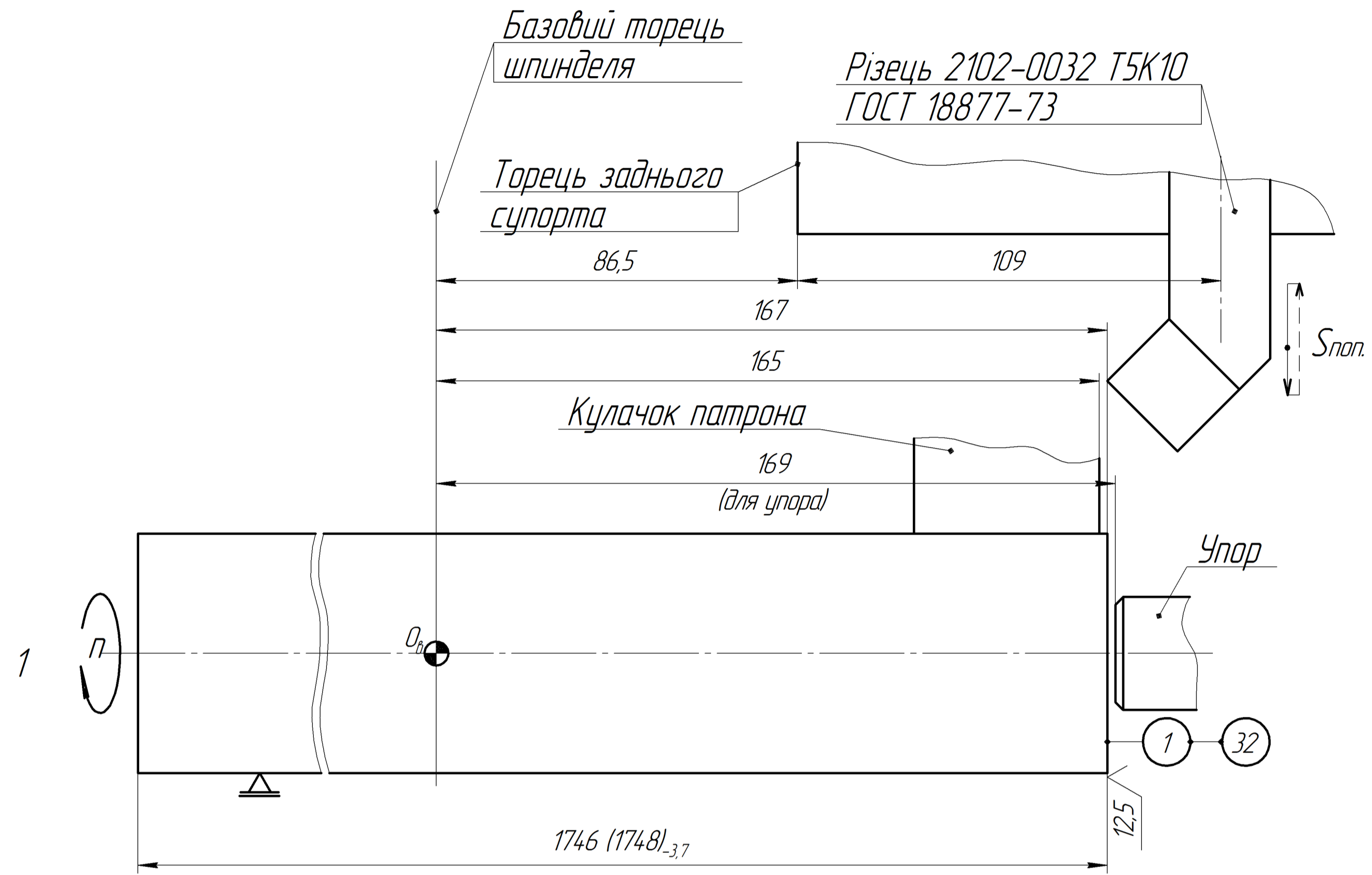
162 L X30.0 Y0.0
163 L Z35.0
164 L Z30.0
165 ; -----
166 ; END TOOLPATH : ФРЕЗШППА3А10
167 ; -----
168 M09
169 M05
170 L M140 MBMAX FMAX
171 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
172 CYCL DEF 32.1
173 CYCL DEF 32.2
174 M30
175 END PGM 30 MM

Дубл.																					
Взамін.																					
Підпис.																					
														2	1						
Розробив	Шимонівський																				
Перевірів	Шуляр																				
Реценз.																					
Н. контр.	Шуляр																				
Назва операції										Найменування, карта матеріалу										№ 4	
035 Контрольна										Сталь 45 ДСТУ 7809:2015											
Обладнання								T_O	T_B									Позначення			
Стіл контролера																					
<i>P</i>	<i>Контролюємі параметри</i>					<i>Код засобів ТО</i>					<i>Найменування засобів ТО</i>					<i>Об'єм і ПК</i>	<i>T_O/T_B</i>				
01	<i>Контролювати діаметри</i>																				
	$\varnothing 35h8(-0.039)$										393120.XXXX					50%					
	$\varnothing 40f9(-0.025/-0.087)$										Скоба СРП 25-50					50%					
	$\varnothing 40js6(\pm 0.008)$										ТУ2-044-366-82					100%					
	$\varnothing 50f9(-0.025/-0.087)$															50%					
	$\varnothing 55h7(-0.030)$										393120.XXXX					100%					
											Скоба СРП 50-75										
											ТУ2-044-366-82										
02	<i>Контролювати радіальне биття</i>																				
	$\varnothing 35h8(-0.039)$					3941XX.XXXX					394130.XXXX					50%					
	$\varnothing 40js6(\pm 0.008)$					Штатив					індикатор 2МИГП					50%					
	$\varnothing 55h7(-0.030)$					магнітний					ГОСТ 9696-82					100%					
						8019-8006															
						(з доробкою)															
OK	Операційна карта технічного контролю																				

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк	Примітка
				<u>Документація</u>		
*			БР.ПМ-585.02.00.000 СК	Складальне креслення		* 2×А1
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	БР.ПМ-585.02.01.000	Стояк	1	
		1	БР.ПМ-585.02.02.000	Плита	1	
				<u>Деталі</u>		
		3	БР.ПМ-585.02.00.001	Гвинт	1	
		4	БР.ПМ-585.02.00.002	Фланець	1	
		5	БР.ПМ-585.02.00.003	Плита	1	
		6	БР.ПМ-585.02.00.004	Корпус	1	
		7	БР.ПМ-585.02.00.005	Важіль	1	
		8	БР.ПМ-585.02.00.006	Призма	1	
		9	БР.ПМ-585.02.00.007	Кнопка	1	
		10	БР.ПМ-585.02.00.008	Втулка	1	
		11	БР.ПМ-585.02.00.009	Палець	1	
		12	БР.ПМ-585.02.00.010	Упор	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		14		Болт М10-6g×35.36.05		
				ГОСТ 7805-70	2	

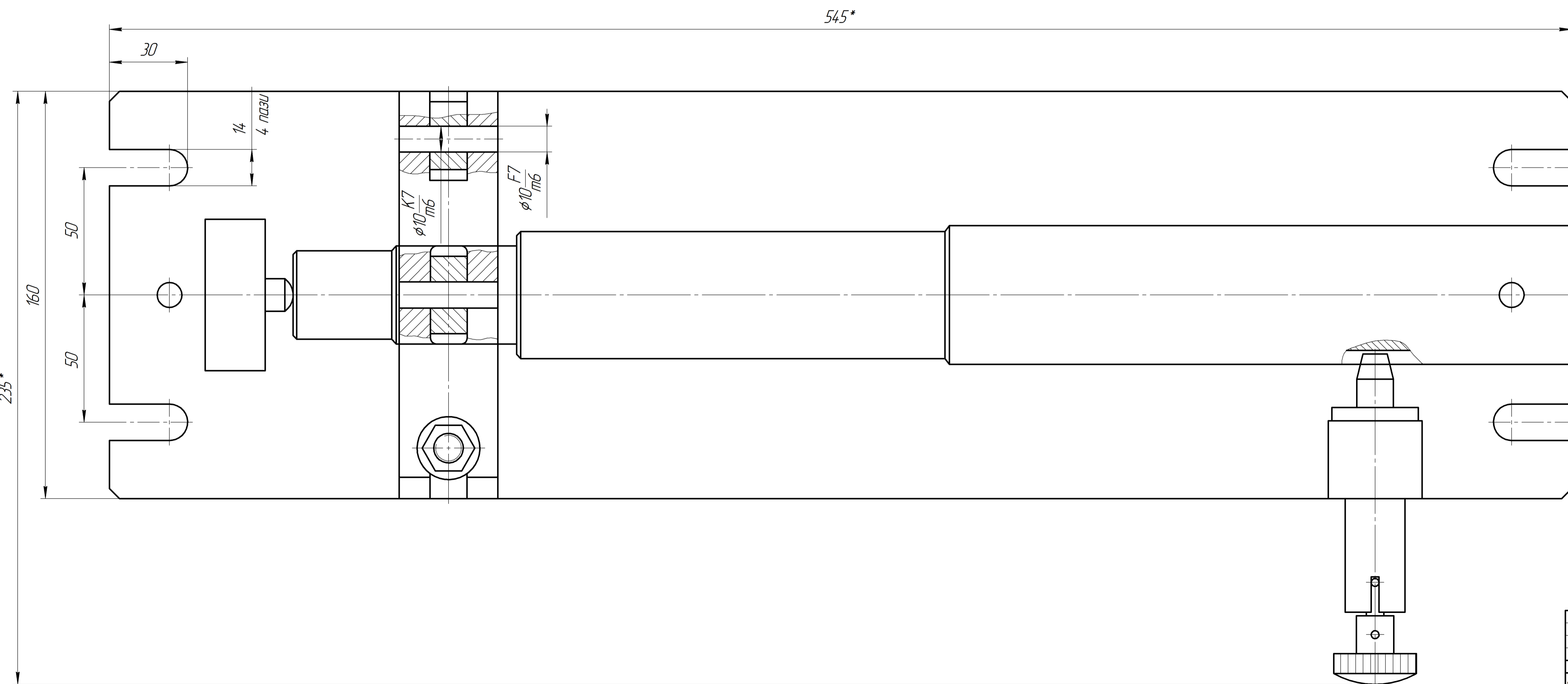
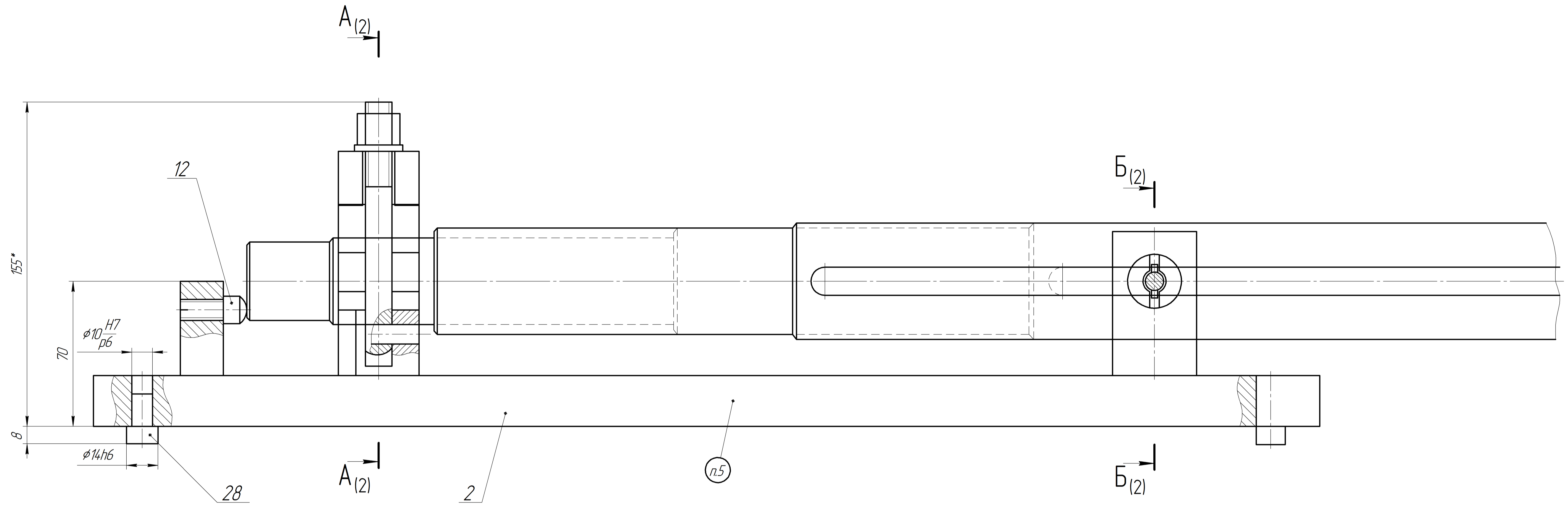
					БР.ПМ-585.02.00.000 ПЗ						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Пристрій фрезерний						
Розроб.	Шимонівський								Літ	Аркуш	Аркушів
Перевір.	Шуляр								н	1	3
Реценз.									ПМ-23-1К ІФНТУНГ		
Н.контр.	Шуляр										
Затв.	Панчук										

Операція 005 – Токарно-револьверна верстат мод. 1365



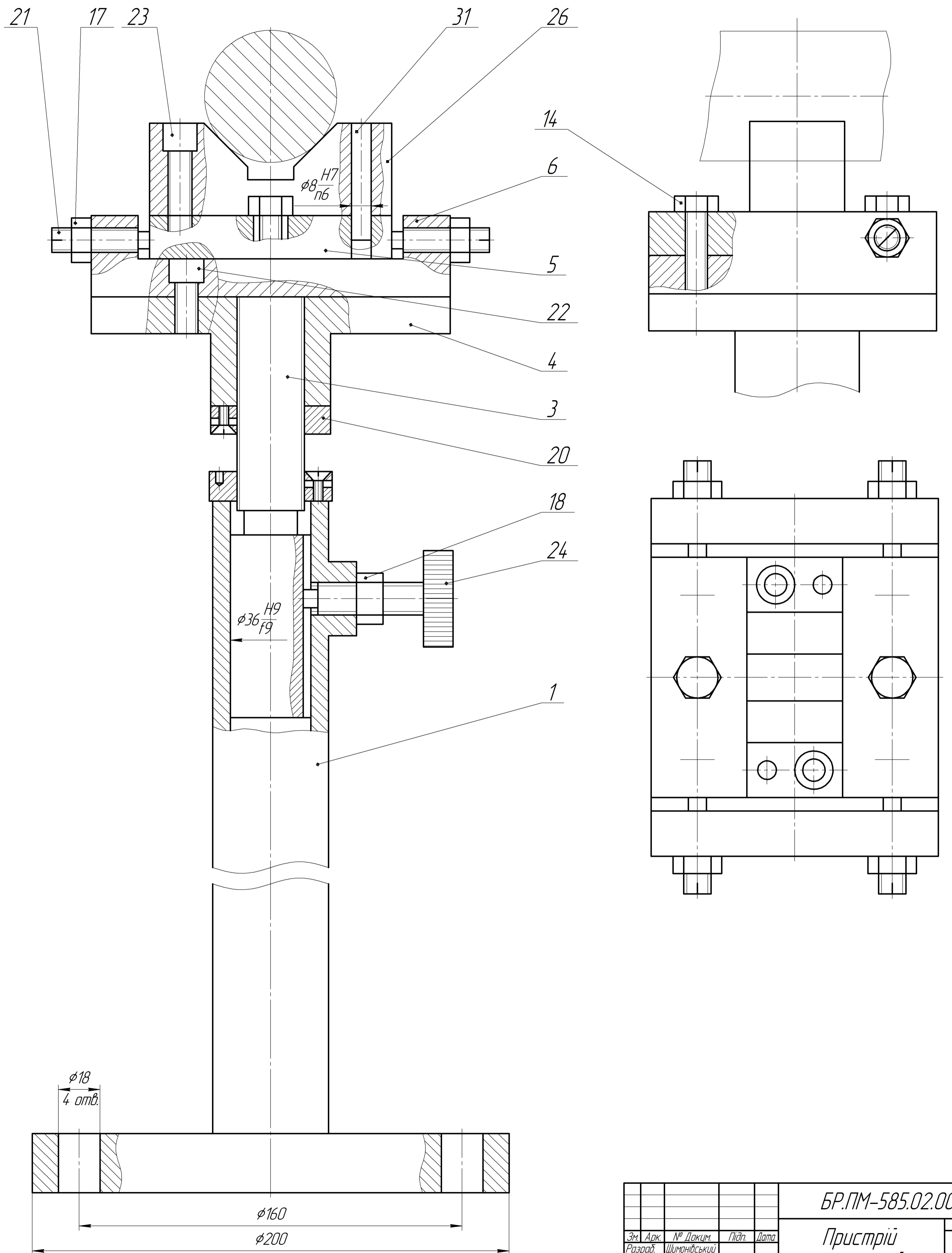
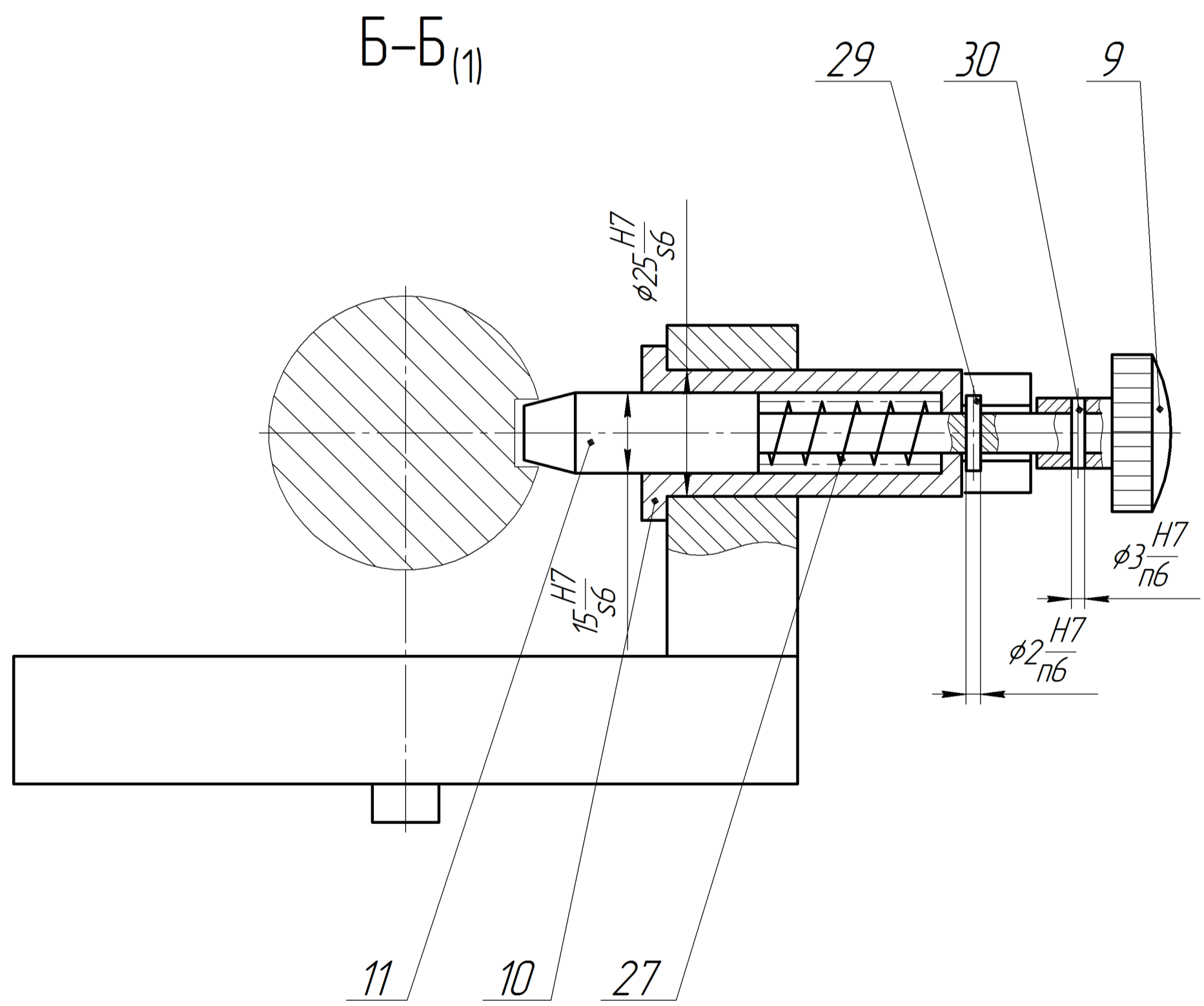
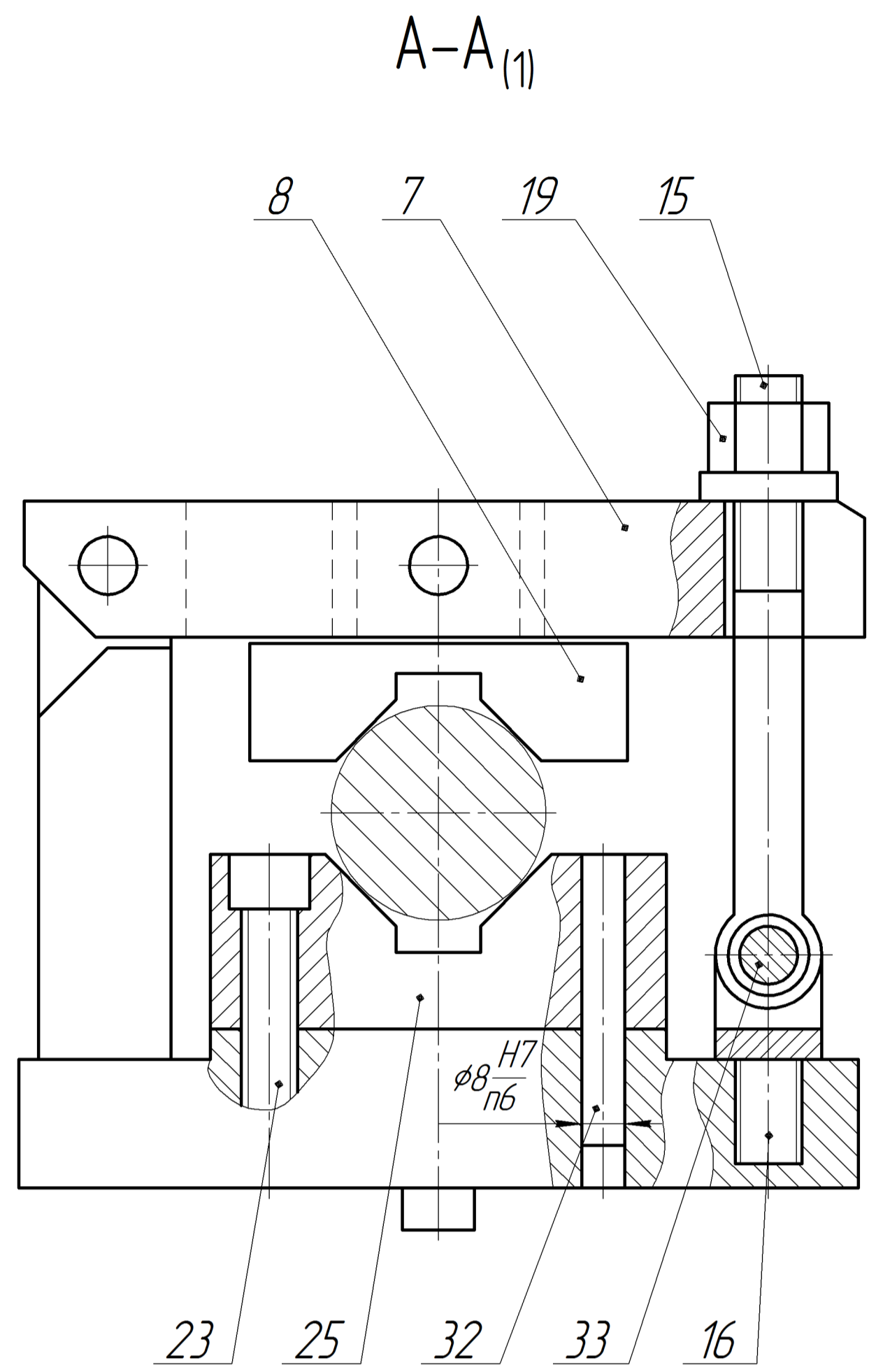
Переходи механічної обробки	№ переходу	Режими різання				T _о , хв
		t, мм	S, мм/об	V, м/хв	n, хв ⁻¹	
Точити торець 1 (32)	1	2,5	0,7	99,9	530	0,178
Свердлими отв. 2	2	5,1	0,12	34,61	1080	0,571
Розсвердлими отв. 3	3	6,5	0,5	21,65	530	0,106
Зенкувати пов. 4	4	7,5	0,09	21,77	385	0,346
Нарізати різьбю 5	5	0,9	1,75	7,09	188	0,461

БР.ПМ-585.01.00.000 СХ					
Зм.	Арх.	№ Док.	Підп.	Дата	Карта налагодження
Разраб.	Шляр	Шляр			
Перев.	Шляр				
Т.контр.	Шляр				
Н.контр.	Шляр				
Затв.	Панчик				Лит. Масса Масштаб
					Н - - -
					Архив Архив 1
					ПМ-23-1К
					ІФНТУНГ



1. * Розміри для довідок.
2. Привід – гвинтовий. При прикладенні зусилля 46 Н на ключі з плечем $L=140$ мм зусилля затиску $Q=5334,6$ Н.
3. Монтаж стояка (поз. 1) з призмою (поз. 26) виконати з наступними координатами відносно правого торця верстату ("0" по осі X) (центри координат на по осях y – вісь центрального пазу стола верстату; z – поверхня стола верстату) для центра призми $x=-700$ мм; $y=0$ мм; $z=+70$ мм.
4. Налаштування пристрою на обробку (тонке) виконати по еталонній деталі (вибраній ВТК).
Допуск паралельності оброблюваної поверхні до основи пристрою 0,05 мм. Допуск паралельності оброблюваної поверхні до осі шпанок (поз. 28) 0,05 мм.
5. Маркувати СК 05 00 00 01; 6P104.

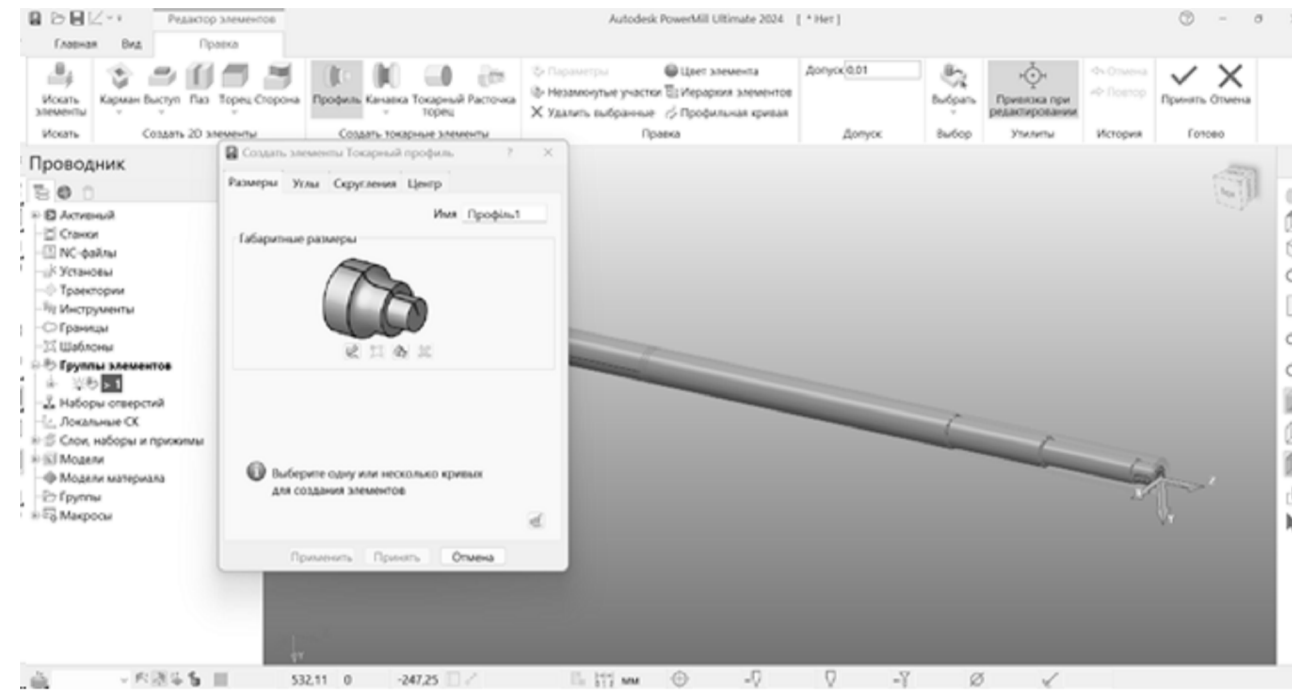
				БР.ПМ-585.02.00.000 СК			
Зм.	Арх.	№ Док.	Підп.	Дата	Лит.	Маса	Масштаб
Разр.	Шляр	Шляр			Н		1:1
Перев.	Шляр				Архив	Архив	1
Т.контр.	Шляр				ПМ-23-1К ІФНТУНГ		
Н.контр.	Шляр						
Затв.	Панчик						



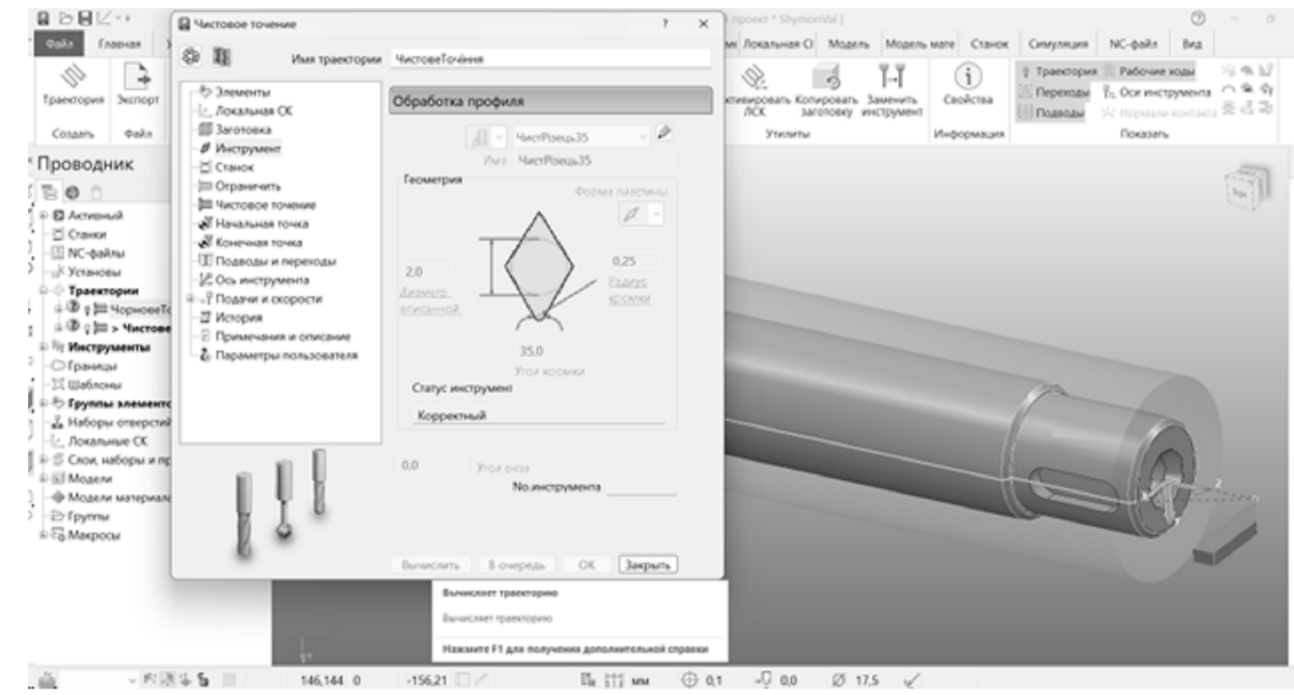
БР.ПМ-585.02.00.000 СК				Лист	Маса	Масштаб
Зм.	Арх.	№ Доким.	Підп.	Дата	Н	1:1
Разраб.	Шилляр					
Перев.	Шилляр					
Т.контр.	Шилляр					
Н.контр.	Шилляр					
Затв.	Панчик					
Пристрій фрезерний				Архив	Архив	1
				ПМ-23-1К ІФНТУНГ		



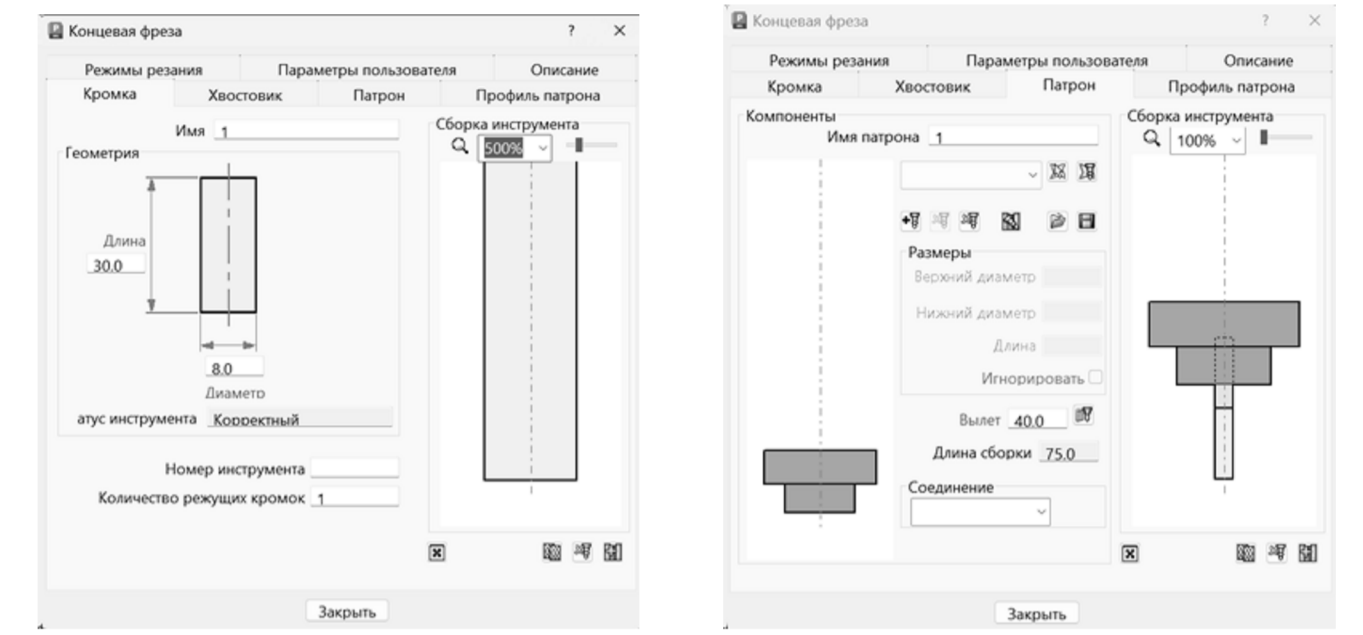
3D-модель деталі



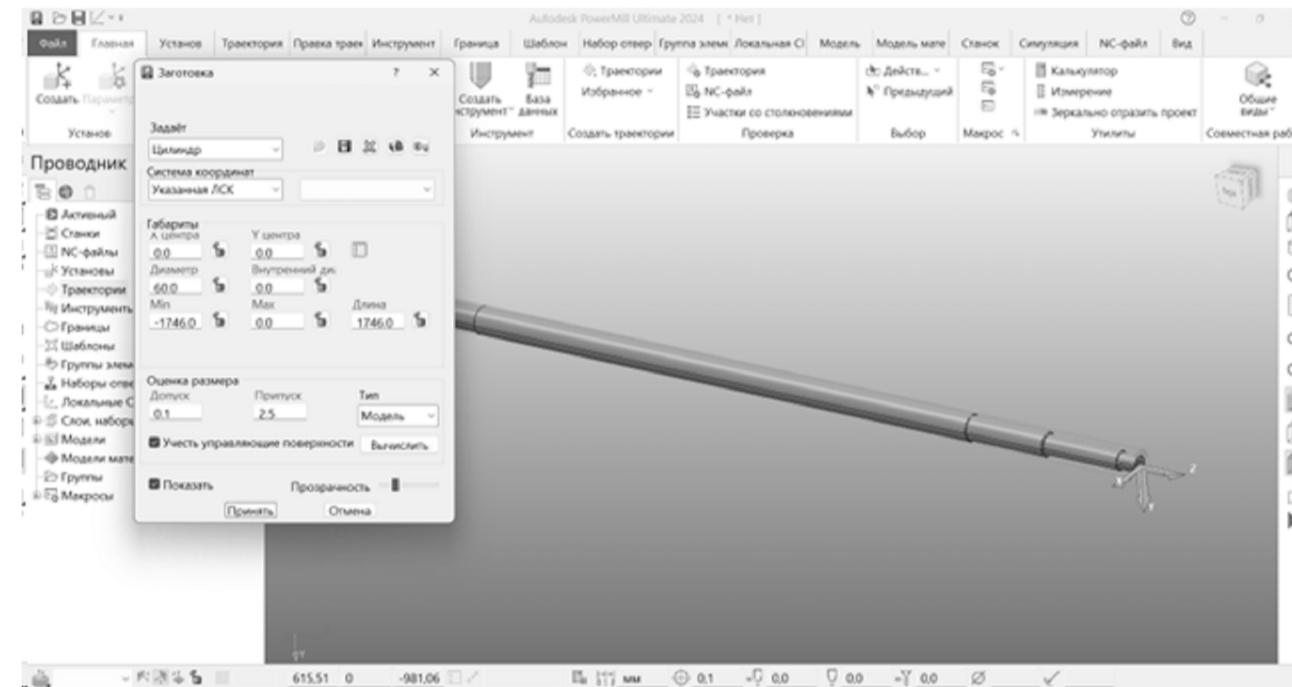
Отримання профілю обертання



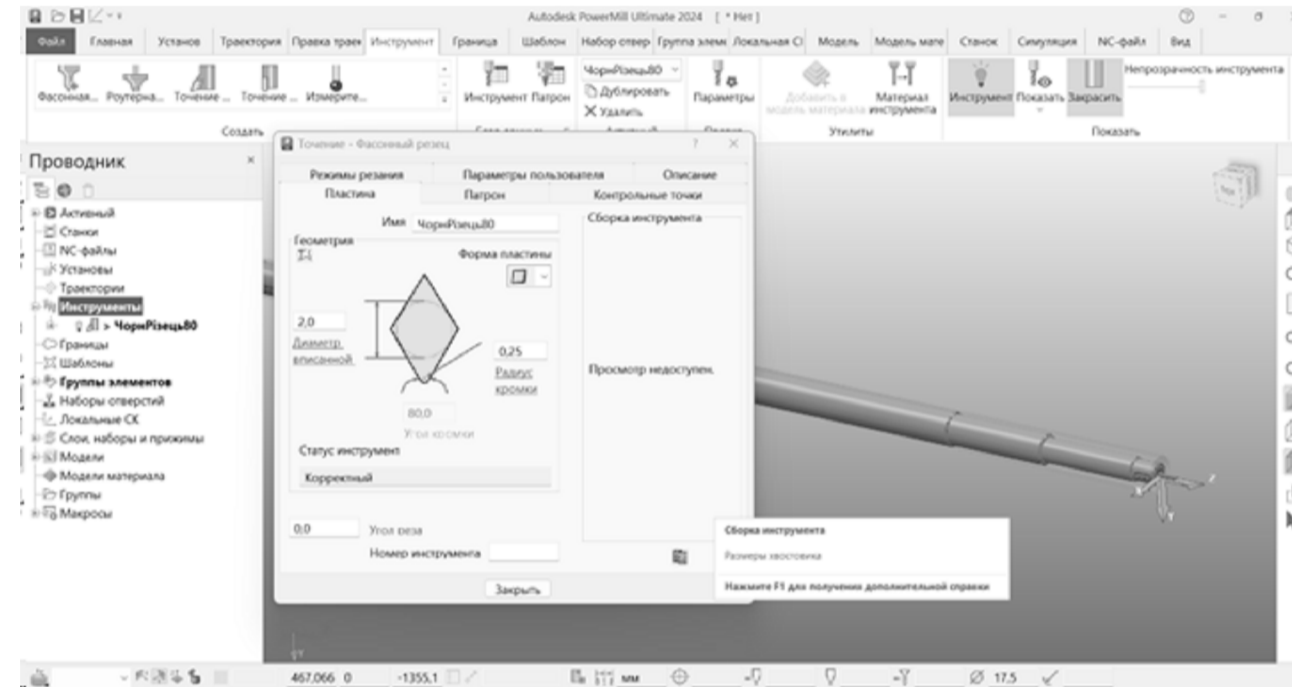
Проектування чистового точіння



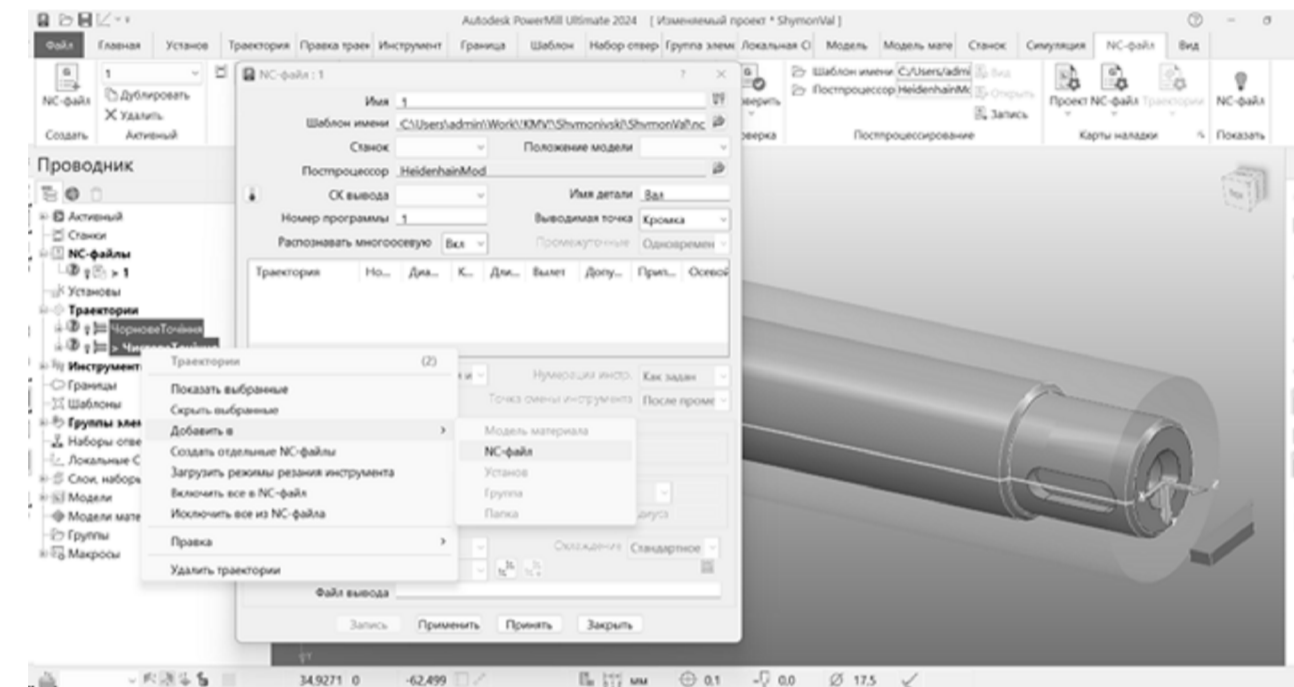
Створення моделі кінцевої фрези



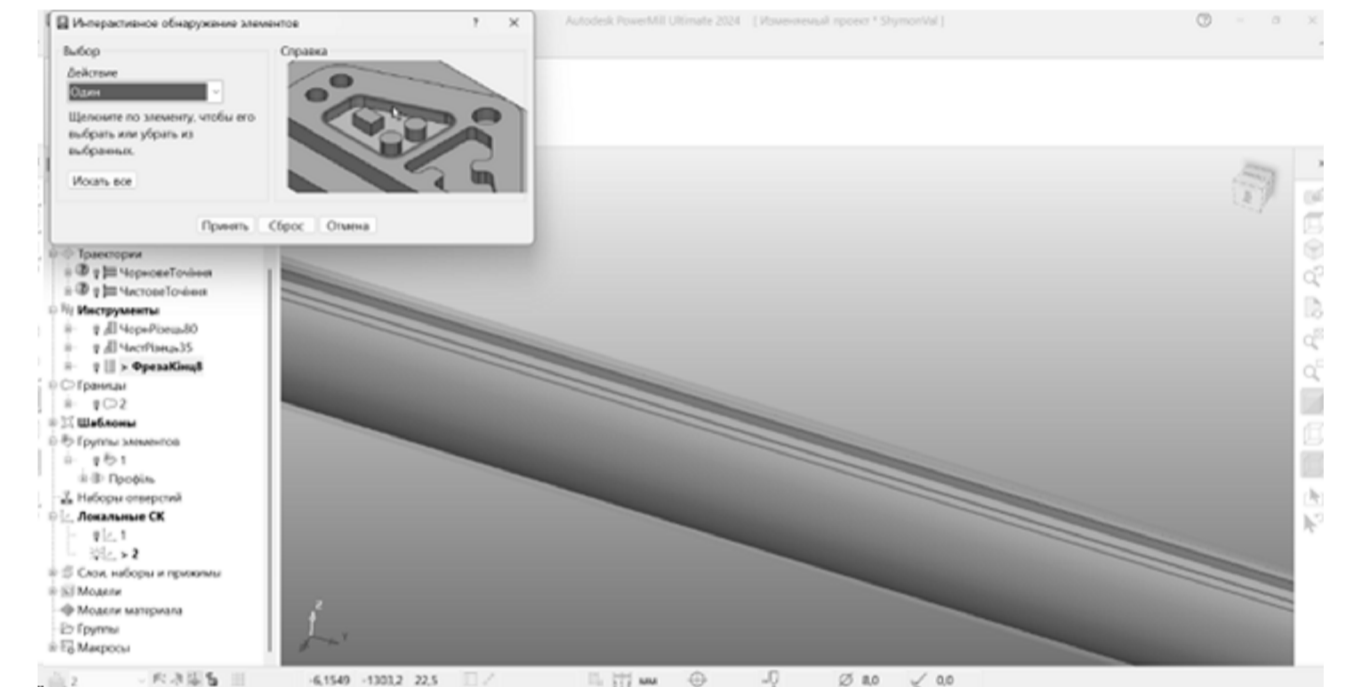
Імпортована модель деталі та заготовка



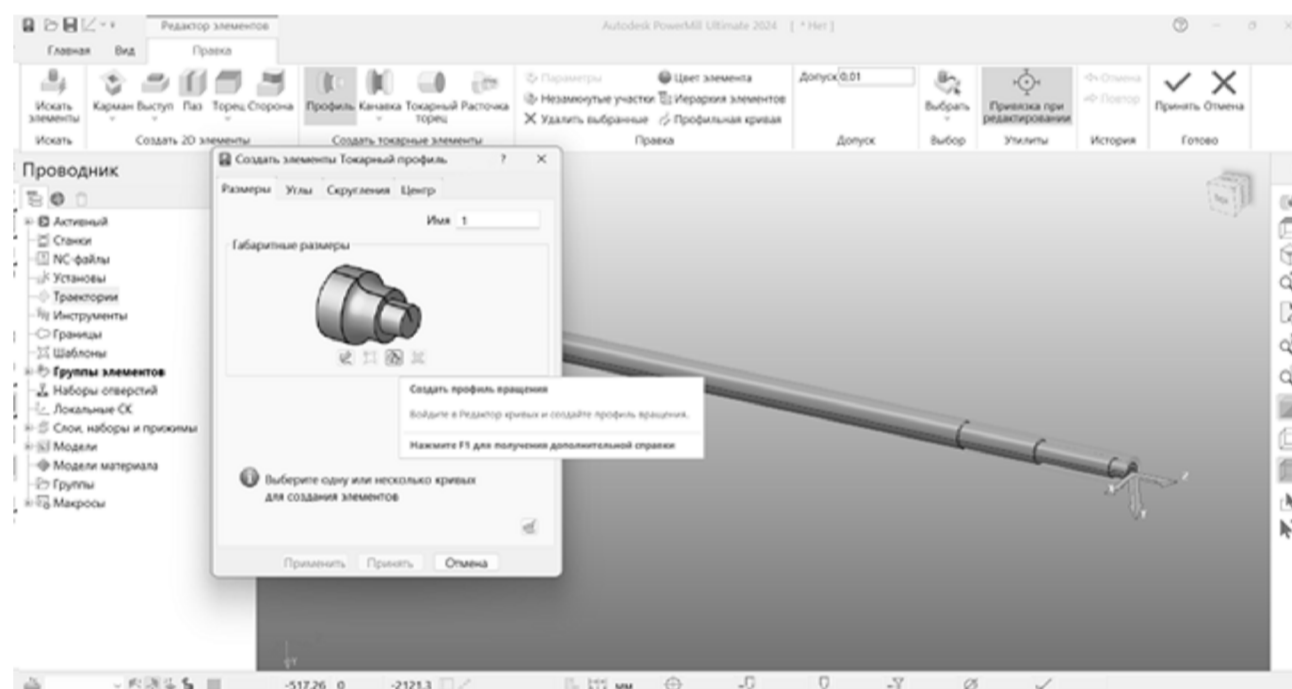
Створення моделі чорнового різця



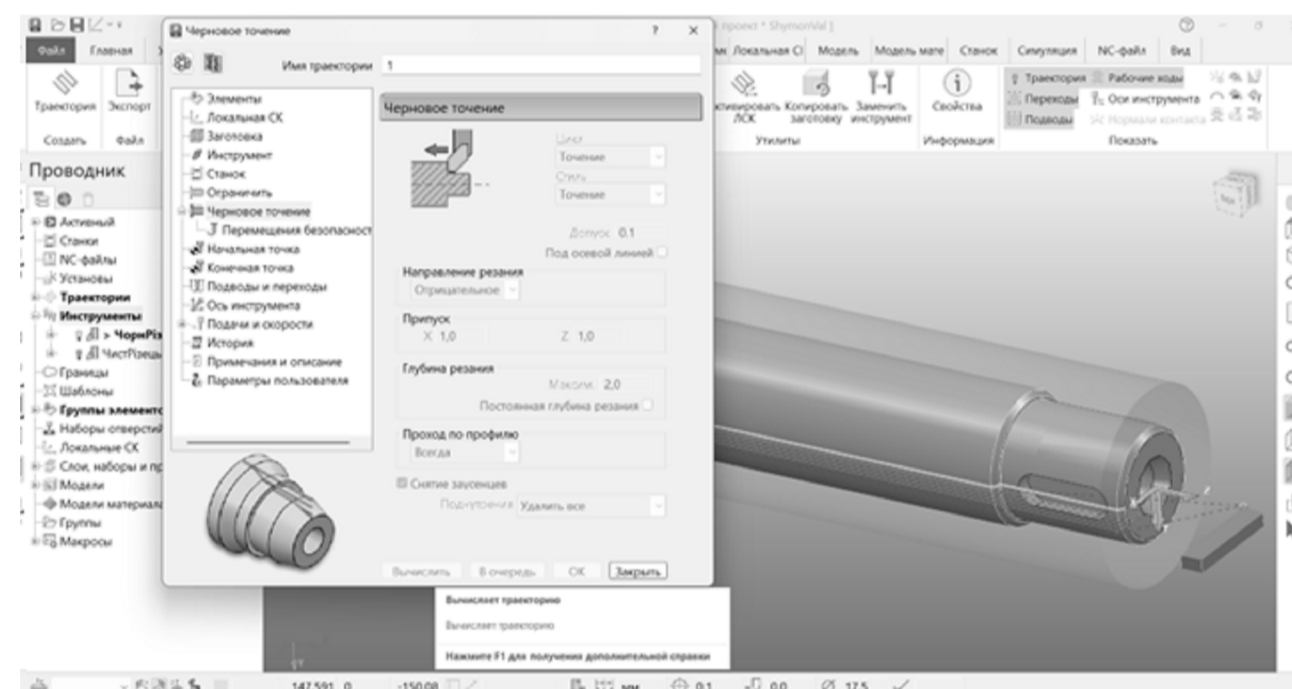
Додавання траєкторій до NC-файла



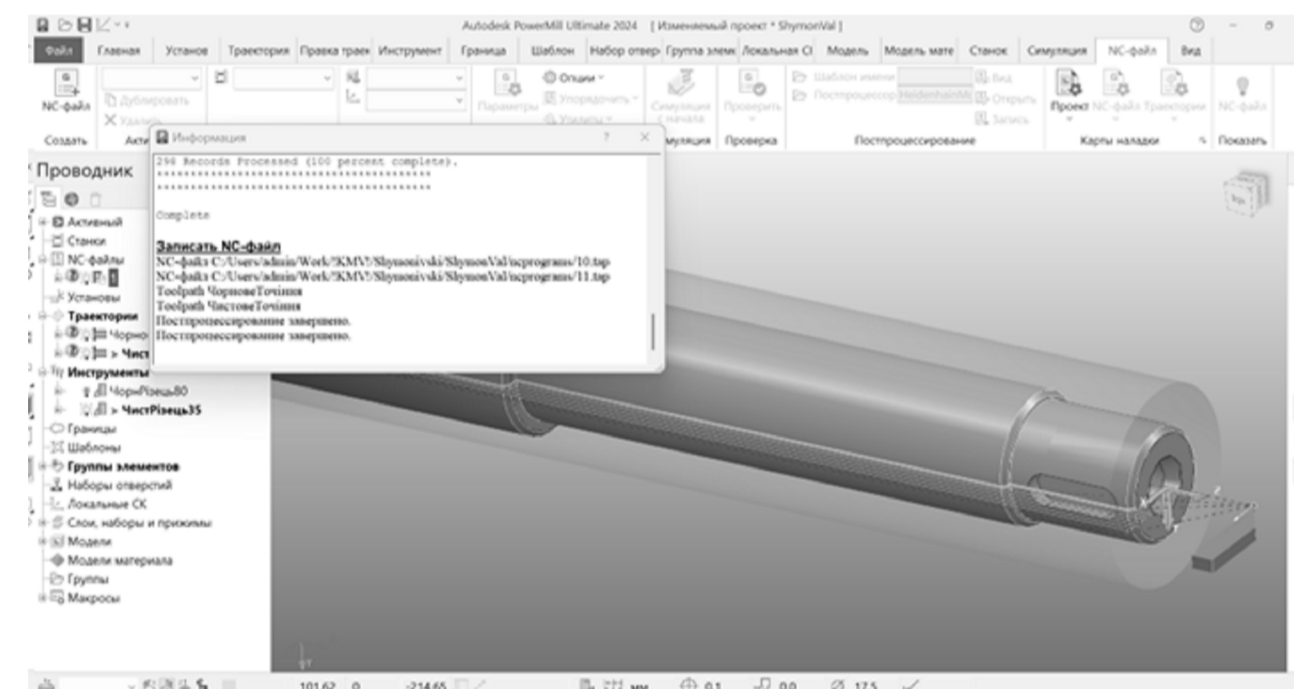
Інтерактивне виявлення елементів



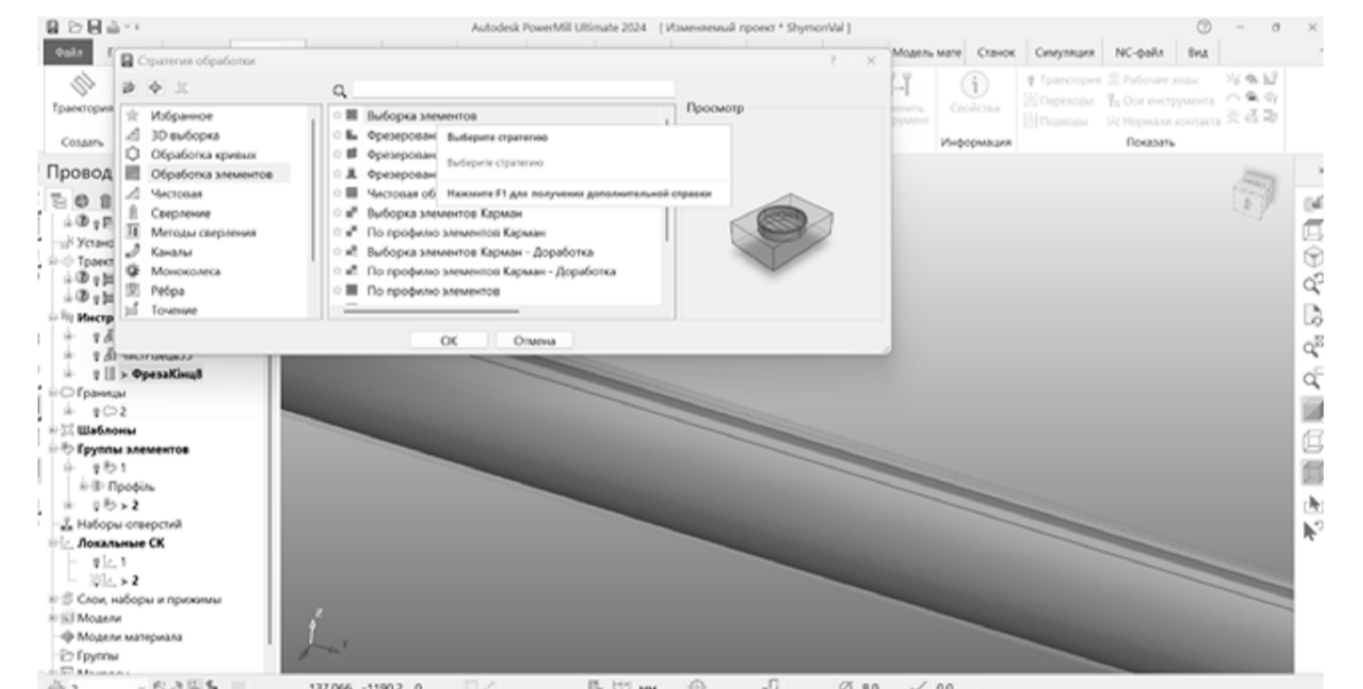
Створення елемента "Токарний профіль"



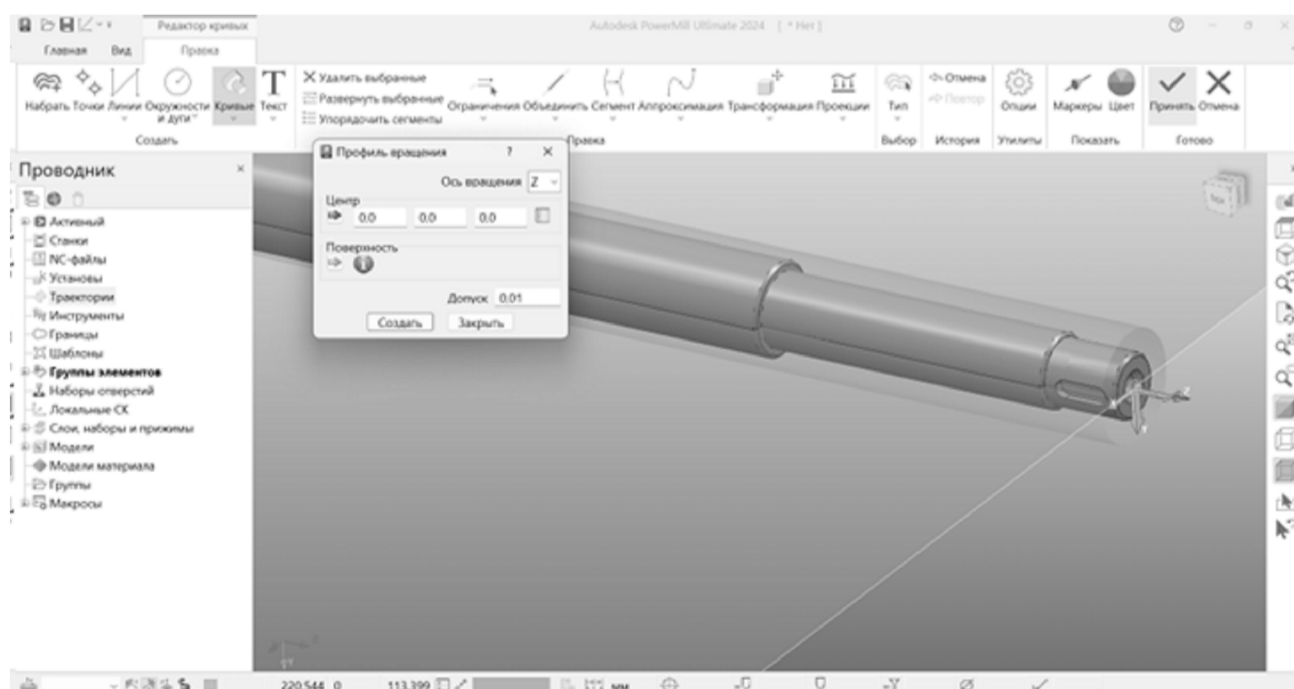
Проектування чорнового точіння



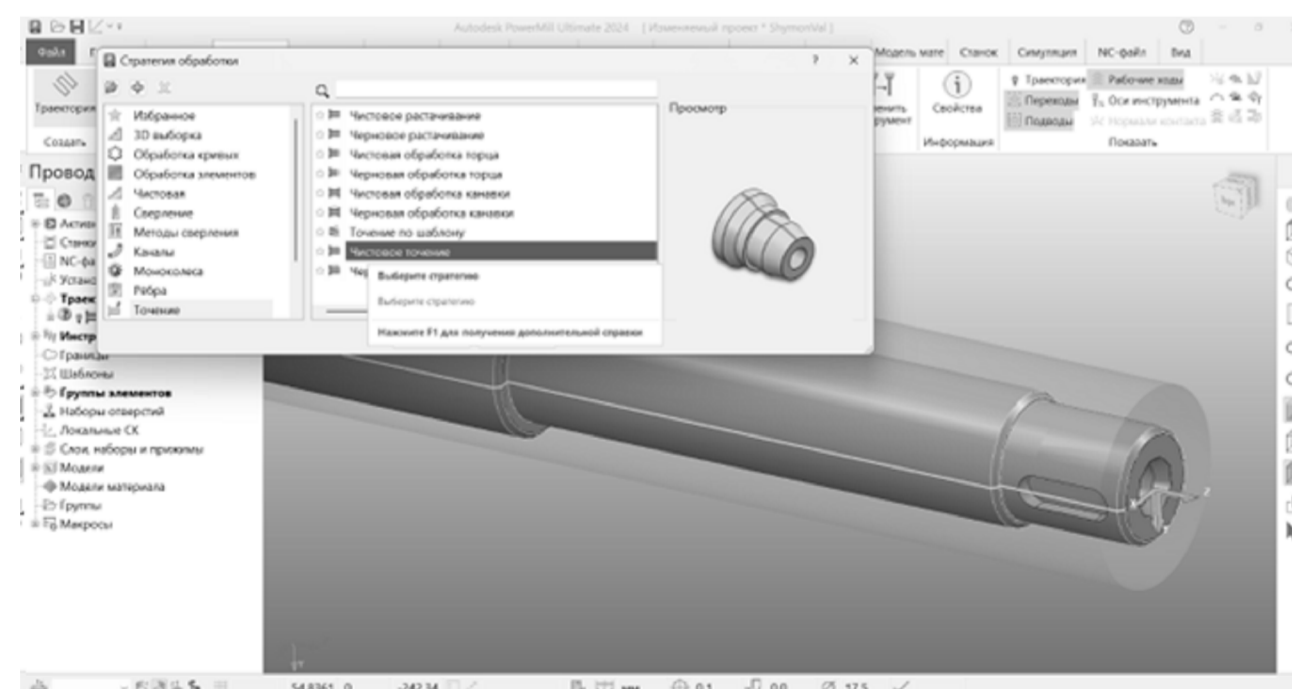
Запис NC-файла



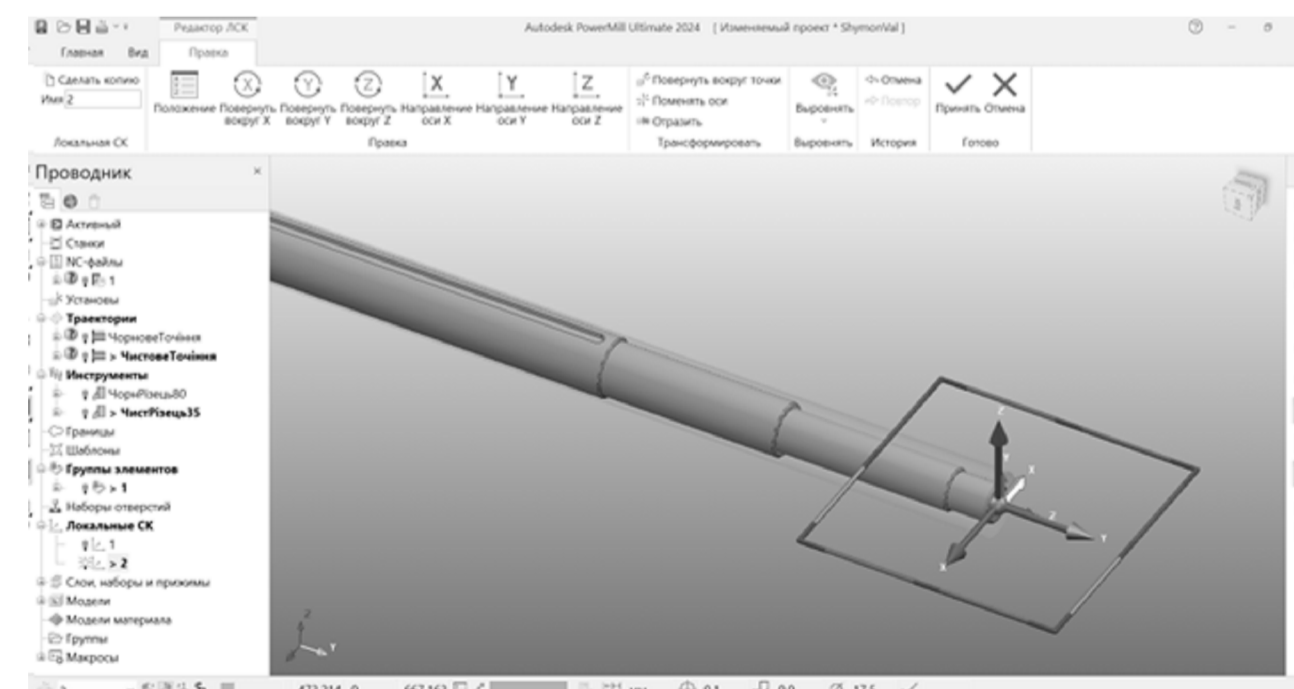
Вибір стратегії обробки



Перетин площиною для отримання контуру

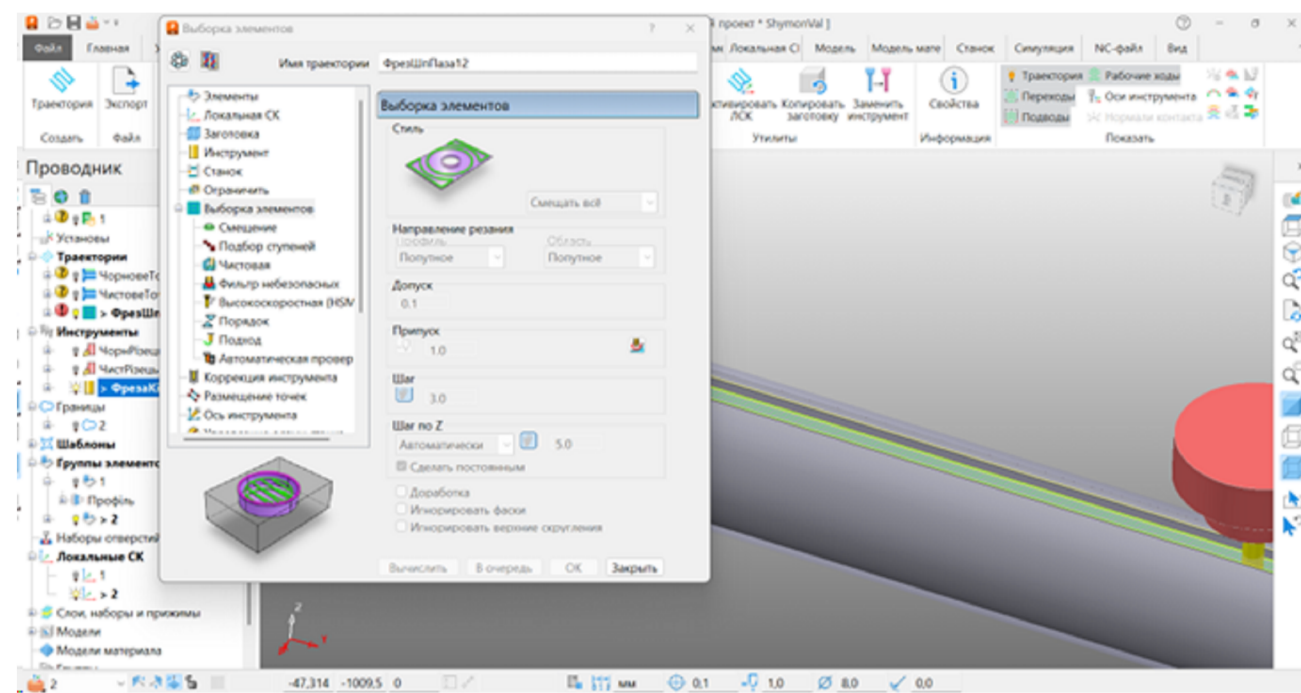


Вибір стратегії обробки

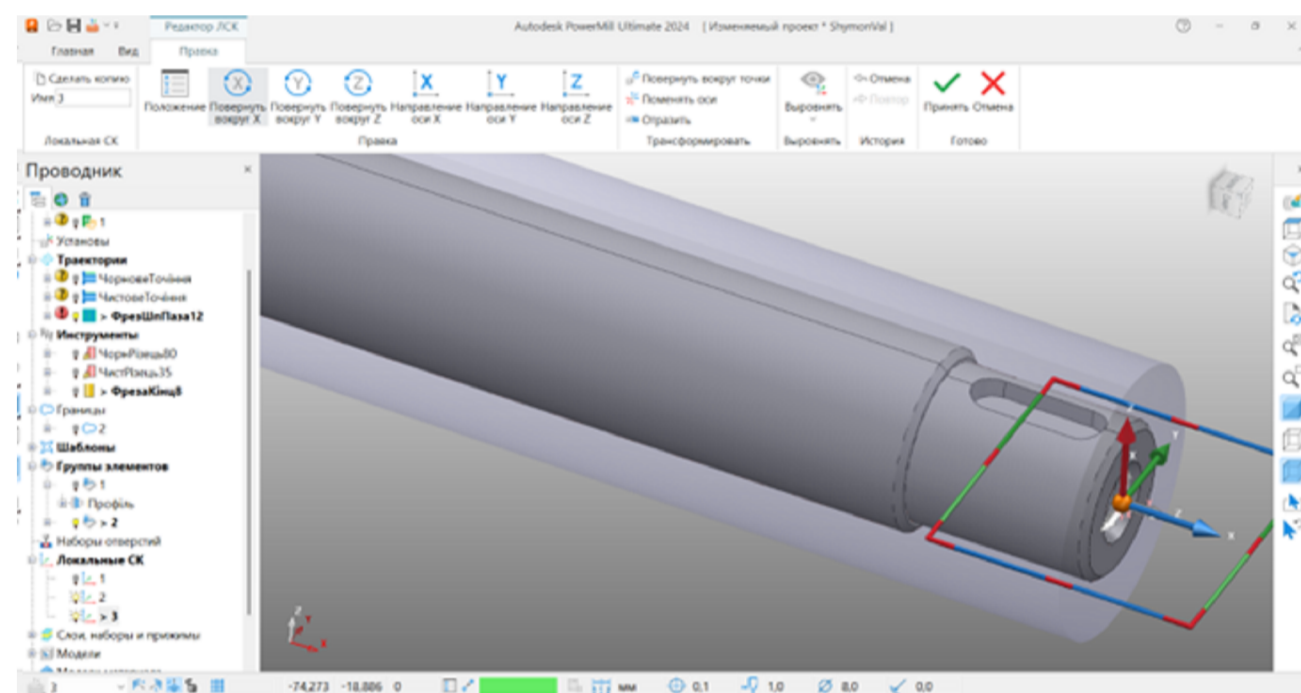


Створення локальної системи координат

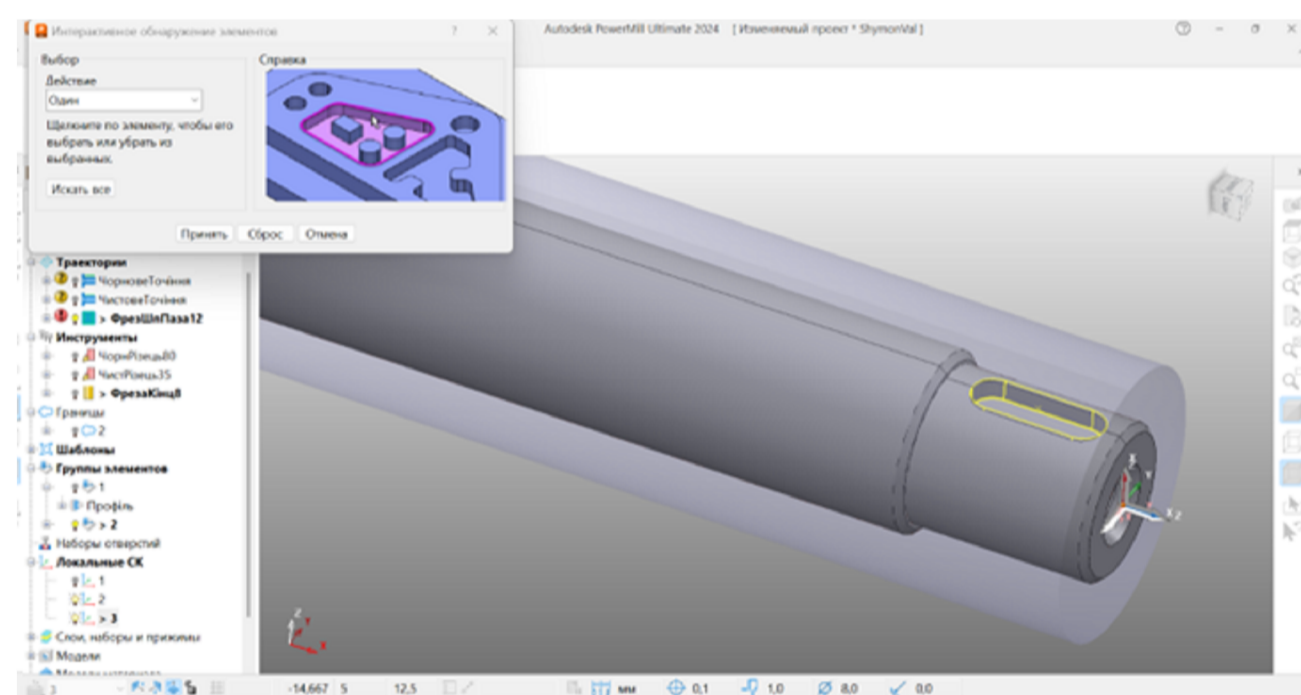
				БР.ПМ-585.04.00.000 СХ				
Зм.	Арх.	№ Докм.	Підп.	Дата	Схеми до керуючої програми з ЧПК	Лит	Маса	Масштаб
Разраб.	Щуляр	Шумицький				Н		-
Т.контр.	Щуляр				Архив	Архив	1	
Н.контр.	Щуляр				ПМ-23-1К ІФНТУНГ			
Затв.	Панчук							



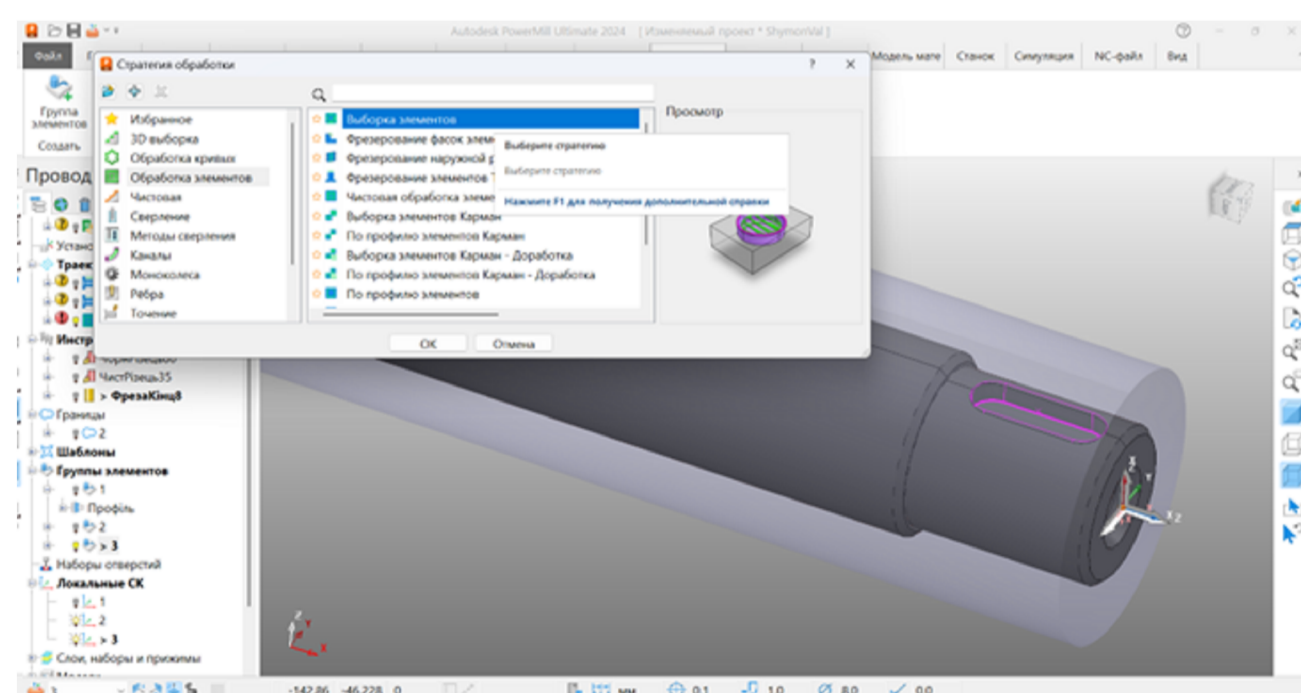
Фрезерування шпонкового пазу



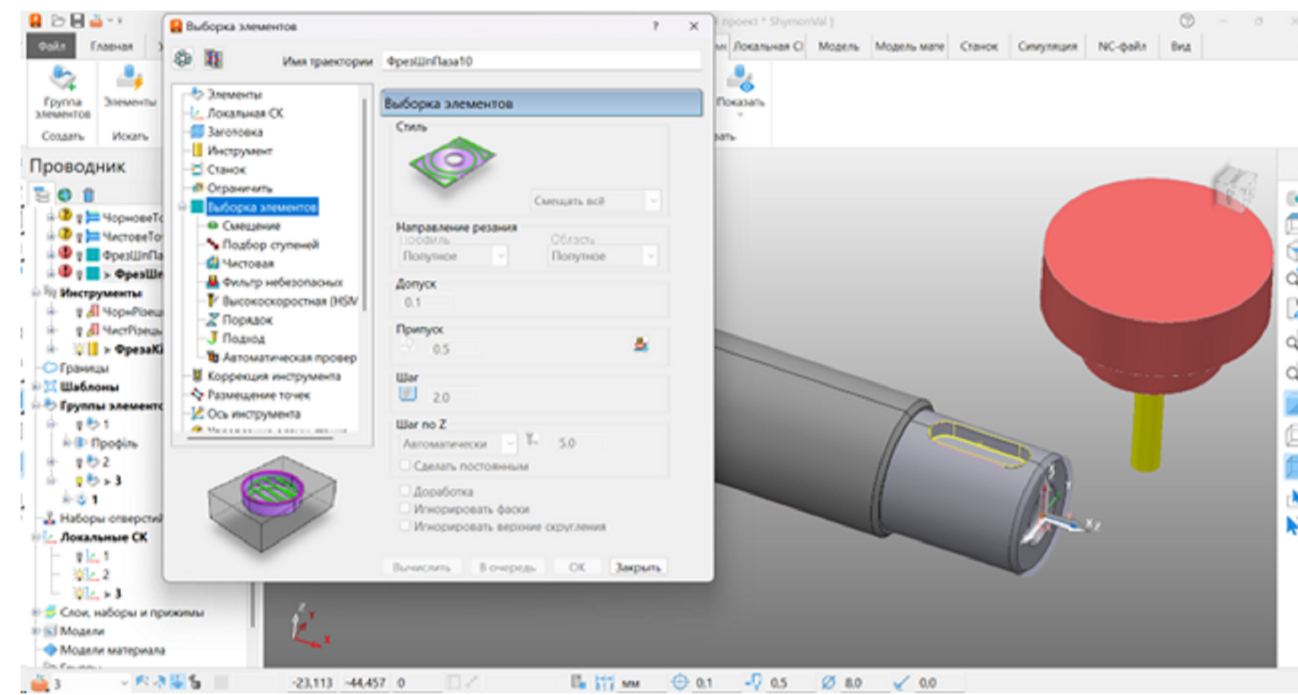
Створення локальної системи координат



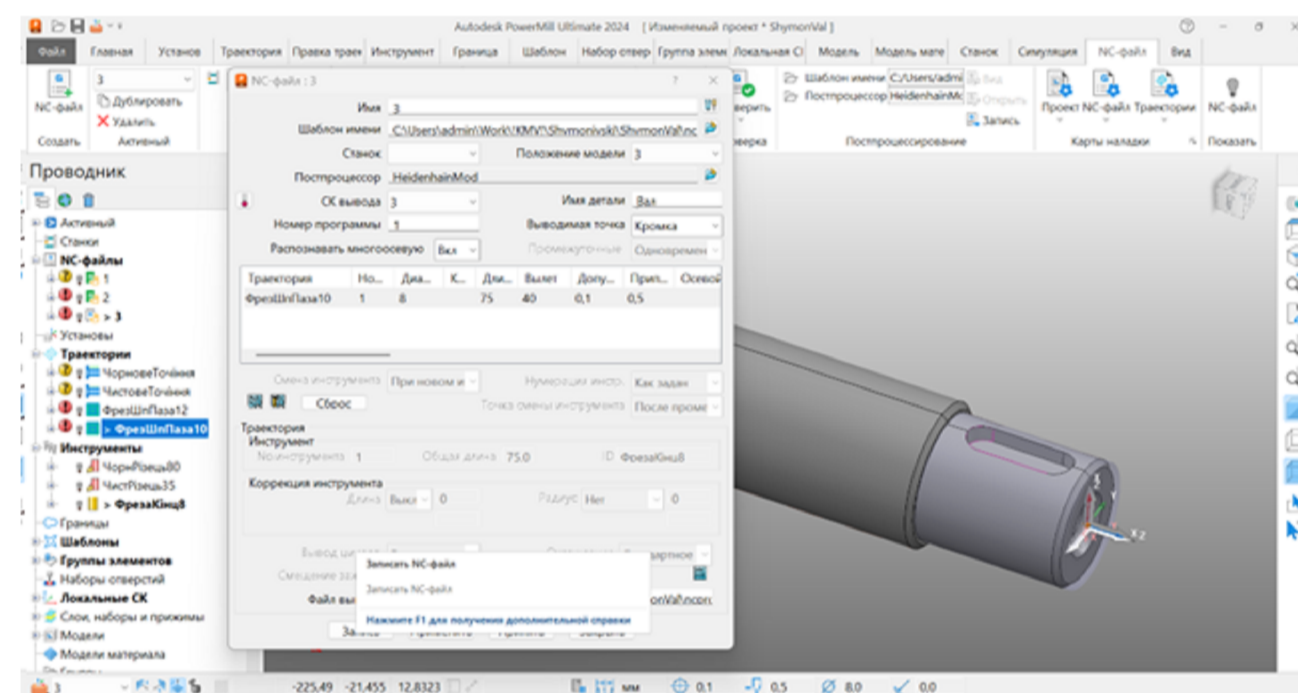
Інтерактивне виявлення шпонкового пазу



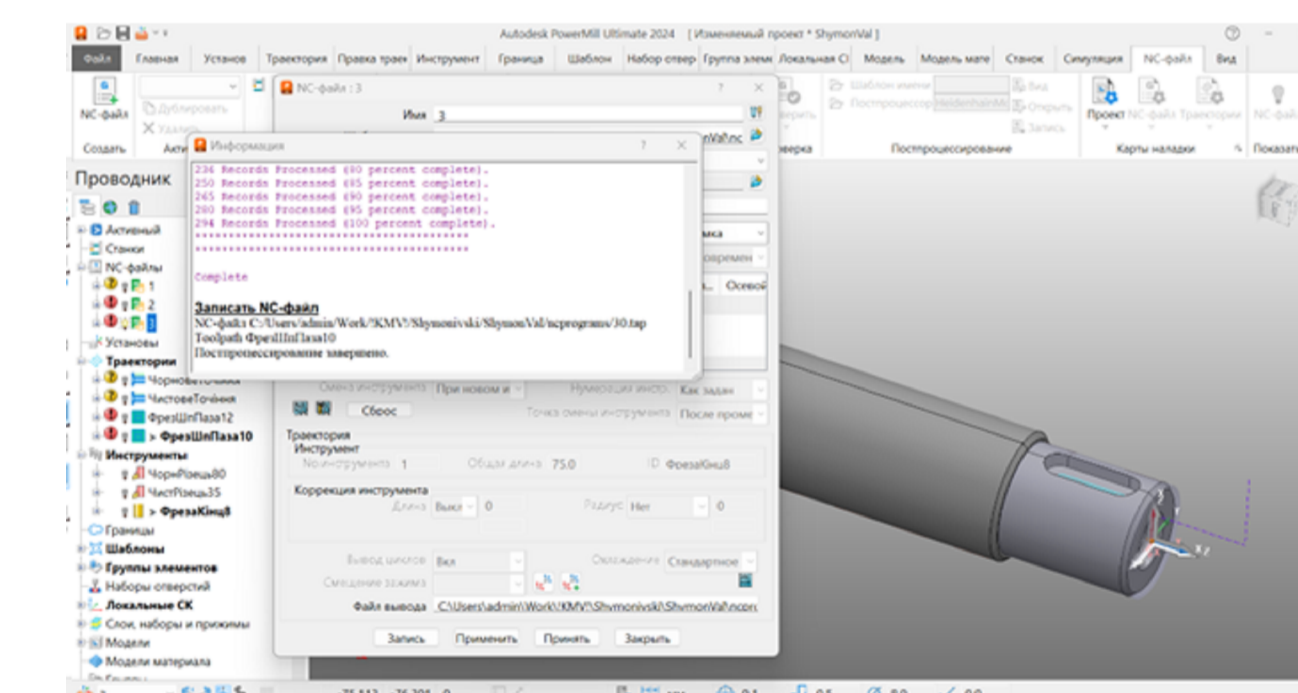
Вибір стратегії обробки



Фрезерування шпонкового пазу



Створення NC-файлу



Запис NC-файлу

```

100 ; -----
101 ; NO.| ID   | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 1|ФРЕЗАКІНЦ|8.0| 0.0 | 75.0
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 20 MM
105 ; PROGRAM NAME : 20
106 ; PART NAME   : БАЛ
107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-24 - 21:53:43
108 ; PROGRAMMED BY : ADMIN
109 ; POWERMILL CB : 2024019.0
110 ; POST VER    : 2024.0.0.5142
111 ; OPTION FILE : HEIDENHAINMOD
112 ; OUTPUT WORKPLANE : 2
114 ; -----
115 ; NO.| ID   | DIA.| TIP RAD| LENGTH
116 ; -----
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 H 4 M 22 S
123 BLK FORM 0.1 Z X-30.0 Y-1746.0001 Z-30.0
124 BLK FORM 0.2 X30.0 Y-0.0001 Z30.0
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
    Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
129 ; START TOOLPATH : ФРЕЗШППАЗА12
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 : ENDMILL
139 ; TOOL ID   : ФРЕЗАКІНЦ8
140 ; TOOL DIA  : 8.0 LENGTH 75.0
142 TOOL CALL 1 Z S1500 DL+0.0 DR+0.0
143 M03
144 L X0.8451 Y-930.0001 FMAX
145 L Z10.0 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 Z26.75 R0 FQ1
151 L Y-392.0001 FQ2
152 CC X-0.1549 Y-392.0001
153 C X-0.862 Y-391.293 DR+
154 L X-1.0788 Y-391.6174
155 L X-1.1549 Y-392.0001
156 L Y-1468.0001
157 CC X-0.1549 Y-1468.0001
158 C X0.8451 Y-1468.0001 DR+
159 L Y-930.0001
160 L Z31.75 FQ3
161 L Z23.5 FQ1
162 L Y-392.0001 FQ2
163 CC X-0.1549 Y-392.0001
164 C X-0.862 Y-391.293 DR+
165 L X-1.0788 Y-391.6174
166 L X-1.1549 Y-392.0001
167 L Y-1468.0001
168 CC X-0.1549 Y-1468.0001
169 C X0.8451 Y-1468.0001 DR+
170 L Y-930.0001
171 L Z10.0 FQ3
173 ; END TOOLPATH : ФРЕЗШППАЗА12
175 M09
176 M05
177 L M140 MBMAX FMAX
178 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
179 CYCL DEF 32.1
180 CYCL DEF 32.2
181 M30
182 END PGM 20 MM
    
```

```

100 ; -----
101 ; NO.| ID   | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 1|ФРЕЗАКІНЦ|8.0| 0.0 | 75.0
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 30 MM
105 ; PROGRAM NAME : 30
106 ; PART NAME   : БАЛ
107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-24 - 21:55:31
108 ; PROGRAMMED BY : ADMIN
109 ; POWERMILL CB : 2024019.0
110 ; POST VER    : 2024.0.0.5142
111 ; OPTION FILE : HEIDENHAINMOD
112 ; OUTPUT WORKPLANE : 3
114 ; -----
115 ; NO.| ID   | DIA.| TIP RAD| LENGTH
116 ; -----
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 H 0 M 5 S
123 BLK FORM 0.1 Z X-1744.8405 Y-17.5 Z-17.5
124 BLK FORM 0.2 X1.1595 Y17.5 Z17.5
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
    Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
129 ; START TOOLPATH : ФРЕЗШППАЗА10
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 : ENDMILL
139 ; TOOL ID   : ФРЕЗАКІНЦ8
140 ; TOOL DIA  : 8.0 LENGTH 75.0
142 TOOL CALL 1 Z S1500 DL+0.0 DR+0.0
143 M03
144 L X30.0 Y0.0 FMAX
145 L Z30.0 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 Z10.0 R0 FQ3
151 L X-9.5007 Y-0.0033
152 L Z13.0 FQ1
153 L X-9.5517 Y0.216 FQ2
154 L X-9.8371 Y0.4733
155 L X-30.0001 Y0.5
156 CC X-30.0001 Y0.0
157 C X-30.0001 Y-0.5 DR+
158 L X-10.0001
159 CC X-9.9974 Y-0.0033
160 C X-9.5007 Y-0.0033 DR+
161 L Z10.0 FQ3
162 L X30.0 Y0.0
163 L Z35.0
164 L Z30.0
166 ; END TOOLPATH : ФРЕЗШППАЗА10
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 30 MM
    
```

BP.ПМ-585.04.00.000 СХ				Лист	Маса	Масштаб
Зм. Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата	Схеми до керуючої програми з ЧПК		
Розроб.	Шимонівський			Н		
Перев.	Шуляк			Архив	Архив	1
Т.контр.	Шуляк			ПМ-23-1К		
Н.контр.	Шуляк			ФНТУНГ		
Затв.	Ланчук					