

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Інститут інженерної механіки та робототехніки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Бургарт Діана Іванівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.91

(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

«Технологія виготовлення деталі «Стакан Ца8.210.240»»

(назва роботи)

Прикладна механіка

(назва освітньої програми)

131- Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

Д.І. Бургарт

(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

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут інженерної механіки та робототехніки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Освітній рівень - бакалавр

Спеціальність 131-Прикладна механіка

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«___» _____ 20__ року

З А В Д А Н Н Я

НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Бургарт Діані Іванівній

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Технологія виготовлення деталі «Стакан Ца8.210.240»»

Керівник роботи: Шуляр Ірина Орестівна, к.т.н., доцент

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

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

2. Строк подання студентом роботи 15 червня 2025 р.

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

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

2. Конструкторська частина

3. Розробка керуючої програми для верстату з ЧПК

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

1. Карта налагодження – 1 лист А1

2. Креслення верстатного пристрою 2 листи А1

3. Керуюча програма для верстату з ЧПК 2 листи А1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Шуляр 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)

Бургарт Д.І.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Шуляр І.О.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної бакалаврської роботи: «Технологія виготовлення деталі “Стакан Ца8.210.240”».

Розрахунково-пояснювальна записка на 117 сторінках і містить: 65 рисунків, 13 таблиць, 11 посилань на літературні джерела, 29 аркушів ф. А4 додатків.

Графічна частина: 5 аркушів формату А1.

Об’єкт дослідження – технологічний процес механічної обробки.

Предмет дослідження - деталь “ Стакан Ца8.210.240”

Мета роботи – розробити технологію виготовлення стакана Ца8.210.240 котра забезпечить його виготовлення заданих розмірів і точності, та з мінімальними затратами, а також відповідно розробленому технологічному маршруту сконструювати спеціальний верстатний пристрій для базування і закріплення деталі на свердлильній операції, скласти керуючу програму для верстатів з ЧПК.

Для досягнення поставленої задачі проведено аналіз конструкції деталі, її призначення, вибрано, відповідно заданому типу виробництва, оптимальний спосіб отримання заготовки (штампуванням) та по рекомендаціях технічної літератури розроблено проектний маршрут механічної обробки. В конструкторській частині для закріплення деталі на вертикально-свердлильній операції (065) розроблено спеціальний верстатний пристрій. В 3 розділі розроблено керуючу програму для верстату з ЧПК. В додатках наведена уся необхідна технологічна документація.

Результати роботи можуть бути використані в машинобудівній галузі.

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

Студент: Бургарт Д.І.

SUMMARY

of the qualification bachelor's thesis: "Technology of manufacturing the part "Cup Ца8.210.240".

Calculation and explanatory note on 117 pages and contains: 65 figures, 13 tables, 11 references to literary sources, 29 sheets of f. A4 appendices.

Graphic part: 5 sheets of A1 format.

The object of the study is the technological process of mechanical processing.

The subject of the study is the part "Cup Ца8.210.240"

The purpose of the work is to develop a technology for manufacturing the cup Ца8.210.240 which will ensure its manufacture of the specified dimensions and accuracy, and with minimal costs, as well as to design a special machine tool device for basing and fixing the part on the drilling operation, to create a control program for CNC machines.

To achieve the task, an analysis of the design of the part, its purpose, was carried out, the optimal method of obtaining the workpiece (stamping) was selected in accordance with the given type of production, and a design route for mechanical processing was developed based on the recommendations of technical literature. In the design part, a special machine tool device was developed for fixing the part on the vertical drilling operation (065). In section 3, a control program for the CNC machine tool was developed. All necessary technological documentation is given in the appendices.

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

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

Student: Burgart D.I.

Зміст

Вступ

- 1 Технологічна частина_____
- 1.1 Опис призначення та конструкції деталі_____
- 1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі_____
- 1.3 Визначення програми випуску та кількості деталей у партії_____
- 1.4 Аналіз базового технологічного процесу і запропоновані зміни для покращення технології виготовлення_____
- 1.4.1 Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки_____
- 1.4.2 Опис та аналіз базового технологічного процесу_____
- 1.4.3 Технічне обґрунтування вибору проектного варіанту маршруту механічної обробки _____
- 1.5 Розробка операційної технології_____
- 1.5.1 Розрахунок припусків на механічну обробку і визначення технологічних розмірів_____
- 1.5.2 Розрахунок режимів різання і уточнення моделей верстатів _____
- 1.5.3 Розрахунки, пов'язані з підготовкою карти наладки_____
- 1.5.4 Нормування технологічного процесу_____
- 1.6 Техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу_____
- 2 Конструкторська частина_____
- 2.1 Опис, призначення, будови і роботи пристрою_____
- 2.2 Інженерні розрахунки для підтвердження працездатності пристрою_____
- 2.3 Розрахунок рівня уніфікації пристрою_____
- 3 Розроблення керуючої програми для верстата з ЧПК _____
- Висновки _____
- Список використаних джерел _____
- Додатки _____

					БР.ПМ-036.00.000 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Бургарт Д.І.			Дипломний проект Пояснювальна записка	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>		Шуляр І.О.						
<i>Реценз.</i>		.						
<i>Н. Контр.</i>		Шуляр І.О.						
<i>Затверд.</i>		Панчук В.Г..						
						ІФНТУНГ ПМ-21-1		

ВСТУП

Темпи економічного розвитку в значній мірі залежать від машинобудування, в ньому матеріалізуються нові науково-технічні ідеї, утворюються нові засоби виробництва, системи машин, які визначають прогрес в інших галузях народною господарства. Тут закладаються основи широкого виходу на принципово нові ресурсозберігаючі технології, підвищення продуктивності праці і якості продукції.

Основними задачами в машинобудуванні являються перехід на зовсім нові безвідходні технології, перехід машинобудування як галузі на ринкові рейки, виробництво конкурентноздатної на світовому ринку лічильної техніки, приладо- та електронної продукції. Велике значення має поновлення парку обладнання, активної частини виробничих основних фондів. Необхідно скоротити час розробки і освоєння нових виробів, нової техніки, підвищувати в економічнооправдованих границях одиничні потужності машин і обладнання знизити затрати на виробництво в розрахунку на одиницю його продуктивності.

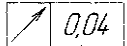
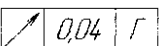
Використання: прогресивних високопродуктивних методів обробки забезпечують високу точність і якість поверхонь деталей; методів зміцнення робочих поверхонь, які покращують ресурс роботи деталей і машин в цілому: ефективне використання металооброблюючих верстатів, іншої нової техніки і застосування прогресивних форм організації виробничих процесів - все це направлено на вирішення головних завдань підвищення ефективності виробництва і якості продукції.

В наш час ринкові відносини підсилюють тенденцію випуску високоефективних машин і устаткування, оснащених роботизованими приладами та мікропроцесорами. В сучасних технологічних процесах передбачається: концентрація операцій з використанням багатомісних пристроїв, застосування каліброваного і високопродуктивного різального інструменту, використання багатошпindelних головок, виключення ручних робіт, застосування групової обробки, використання заготовок, які б максимально наближалися по формі до готового виробу, механізація і автоматизація збірних робіт, здійснення поточного контролю за якістю продукції.

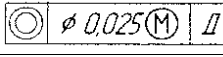
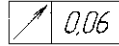
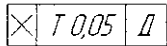
										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

Таблиця 1.1 - Характеристика поверхонь деталі - „Стакан Ца8.210.240”

№ групи пов.	Конфігурація та службове призначення	Розміри	Квалітет точності допуск, мм.	Степінь точності форми і розміщення їх допуску	Шорсткість Ra, мкм
1	2	3	4	5	6
1	Горець, допоміжна конструкторська база	Ø250 220	IT14 IT14	В межах допуску на розмір	12,5
2	Внутрішня циліндрична поверхня, допоміжна конструкторська база	Ø110 30	IT9 IT14	В межах допуску на розмір	1,25
3-6	Площина, вільна поверхня	145 180	IT14 IT14	В межах допуску на розмір	12,5
7	Внутрішня циліндрична поверхня, вільна поверхня	Ø105 115	IT14 IT14	В межах допуску на розмір	12,5
8	Горець, вільна поверхня	Ø280 50	IT14 IT14	В межах допуску на розмір	12,5
9-10	Лиска, вільна поверхня	260 10	IT14 IT14	В межах допуску на розмір	12,5
11	Горець, основна конструкторська база	Ø280 160	IT14 IT14		12,5
12	Горець, допоміжна конструкторська база	Ø110 50	IT9 IT14		12,5
13	Зовнішня циліндрична поверхня, основна конструкторська база	Ø130 50	IT9 IT14	В межах допуску на розмір	1,25
14	Фаска, вільна поверхня	1x45°	IT14	В межах допуску на розмір	12,5
15	Горець, вільна поверхня	Ø130 220	IT14 IT14	В межах допуску на розмір	12,5
16	Фаска, вільна поверхня	1x45°	IT14	В межах допуску на розмір	12,5
17	Зовнішня циліндрична поверхня, вільна база	Ø 250 145	IT14 IT14	В межах допуску на розмір	12,5
18-25	Внутрішня циліндрична поверхня, допоміжна конструкторська база	Ø 22 10	IT14 IT14	В межах допуску на розмір	12,5
26	Зовнішня циліндрична поверхня, вільна поверхня	Ø280 10	IT14	В межах допуску на розмір	12,5
27-32	Внутрішня різьбова поверхня, допоміжна конструкторська база	M20 28	6H IT14	В межах допуску на розмір	12,5
33-34	Внутрішня різьбова поверхня, допоміжна конструкторська база	M20 10	6H IT14	В межах допуску на розмір	12,5

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6
35-36	Фаска, вільна поверхня	2,5×45°	IT14	Вмежах допуску на розмір	12,5
37-38	Внутрішня циліндрична поверхня, допоміжна конструкторська база	Ø 45 15	IT9 IT14		1,25
39	Внутрішня циліндрична поверхня, вільна поверхня	Ø 46 90	IT14 IT14	В межах допуску на розмір	12,5
40-41	Фаска, вільна поверхня	2,5×45°	IT14	В межах допуску на розмір	12,5
42-43	Фаска, вільна поверхня	Ø47,3×20°	IT14	В межах допуску на розмір	1,25
44-45	Горець, допоміжна конструкторська база	Ø 65	IT14	В межах допуску на розмір	12,5
46-47	Внутрішня канавка, вільна поверхня	Ø 65 4	IT14	В межах допуску на розмір	12,5
48-49	Внутрішня різьбова поверхня, допоміжна конструкторська база	M64×2 30	6H IT14	Вмежах допуску на розмір	12,5
50-51	Канавка, допоміжна конструкторська база	Ø124,4 4,7	IT9 IT13		2,5
52	Внутрішня різьбова поверхня, допоміжна конструкторська база	M20×1,5			12,5
53	Фаска. Вільна поверхня	Ø12,5×45°	IT14	В межах допуску на розмір	12,5
54	Внутрішня циліндрична поверхня, допоміжна конструкторська база	Ø 12,5 4	IT14 IT14	В межах допуску на розмір	1,25
55	Фаска. Вільна поверхня	Ø 3,8×60°	IT14	В межах допуску на розмір	1,25
56	Канавка. Вільна поверхня	Ø 114 2,8	(^{+0,46}) IT14	В межах допуску на розмір	12,5
57	Внутрішня циліндрична поверхня, допоміжна конструкторська база	Ø 110 50	IT9 IT14	В межах допуску на розмір	1,25
58	Фаска. Вільна поверхня	Ø 113,4 20°	IT14 ±0,1°	В межах допуску на розмір	1,25
59	Горець, вільна поверхня	Ø 105 160	IT14 IT14	В межах допуску на розмір	12,5
60	Внутрішня циліндрична поверхня, вільна поверхня	Ø 100 10	IT14 IT14	В межах допуску на розмір	12,5
61	Внутрішня циліндрична поверхня, вільна поверхня	Ø 105 130	IT14 IT14	В межах допуску на розмір	12,5

1.2 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Аналіз технологічності стакану Ца8.210.240 розглянемо по декількох параметрах.

Технологічність конструкції деталі по параметру технологічність виготовлення заготовки забезпечується вибором такого матеріалу і методу отримання заготовки при якій досягається оптимальні витрати ресурсів на виготовлення деталі, її експлуатацію по заданих показниках якості, об'єму випуску і умов виконання робіт.

Для деталей виготовлених із сталі 40Х з конфігурацією наближеною до деталей типу фланців в умовах середньосерійного виробництва найбільш доцільним є метод виготовлення заготовки - гарячою штампуванням в закритих штампах на ГКМ.

Згідно ГОСТ 7505-89 - сталь 40Х відноситься до першої групи матеріалів (з масовою часткою вуглецю від 0,35% до 0,65%) і відповідно задовільно піддається гарячому штампуванню.

В загальному технологічність деталі стакану Ца8.210.240 за можливістю виготовлення заготовки є задовільною.

Оцінимо точність деталі по середній точності її поверхонь.

Технологічність конструкції деталі по параметру 'точність' забезпечується вибором такої точності поверхонь, при якій досягається оптимальні витрати ресурсів на виготовлення, експлуатацію для заданих показників якості, об'єму випуску і умов виконання робіт.

Оцінимо точність даної деталі по середній точності її поверхонь. Дані заносимо в таблицю 1.2

Таблиця 1.2 – Точність поверхонь деталей

Ti	ni	Ti·ni
6	9	54
7	1	7
9	5	45
13	2	26
14	44	616
	$\Sigma ni = 61$	$\Sigma Ti \cdot ni = 748$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

Середня точність поверхонь

$$T_{cp} = \frac{\sum T_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{748}{61} = 12,3$$

Таким чином, середня точність $T_{cp} = 12,3$ поверхонь деталі є низькою, тобто більшість поверхонь можливо обробити продуктивними методами на верстатах із звичайною точністю.

Найвищу точність мають різьбові поверхні М12х1,5-6g, М20-6Н, проте дана точність досягається продуктивним методом обробки різьби мітчиком на верстаті із звичайною точністю.

Також високу точність має внутрішня циліндрична поверхня Ø110Н7. Задану точність можна досягнути тонким точінням.

Достатньо високу точність мають отвори Ø45Н9, Ø110Н9 та зовнішня циліндрична поверхня Ø130h9, які також можна досягнути при точінні.

В загальному можна зробити висновок, що деталь по параметру точність є технологічною.

Оцінимо технологічність деталі по середній шорсткості її поверхонь.

Технологічність конструкції деталі по параметру 'шорсткість' забезпечується вибором такої шорсткості поверхонь при якій досягається оптимальні витрати ресурсів на виготовлення, експлуатацію для заданих показників якості, об'єму випуску і умов виконання робіт.

При аналізі технологічності поверхні по параметру "шорсткість" визначаємо середню шорсткість поверхні по середньому класу шорсткості. Дані заносимо в таблицю 1.3

Таблиця 1.3 - Шорсткість поверхонь деталей

Ш_i	n_i	$\text{Ш}_i \cdot n_i$
8(Ra 0,63)	1	8
7(Ra 1,25)	10	70
6 (Ra 2,5)	3	18
4 (Rz 40)	47	188
	$\Sigma=61$	$\Sigma=284$

Арк.

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Середня шорсткість становить:

$$Ш_{cp} = \frac{\sum Ш_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{284}{61} = 4,7$$

Таким чином, середня шорсткість поверхонь деталі є низькою $Ш_{cp} = 4,7$ (Rz 40-20), відповідно більшість поверхонь можна обробляти продуктивними методами на верстатах із звичайною точністю і жорсткістю.

В загальному можна зробити висновок, що деталь по параметру шорсткість є технологічною.

Всі оброблювані поверхні по показниках забезпечення точності взаємного розташування і шорсткості не представляють технологічних труднощів.

Досягнення потрібної точності і якості окремих поверхонь досягається наступним чином:

- допуск радіального биття 0,04 поверхні 13 і торцевого биття 0,04 поверхонь 11 і 12 відносно поверхні 57, а також радіального биття 0,06 впадин канавок 50-51 відносно поверхні 13 забезпечується обробкою цих поверхонь з однієї установки;
- допуск відхилення від співвісності 0,025 отвору 37-38 відносно бази Д забезпечується обробкою цих поверхонь з однієї установки;
- допуск відхилення від перехрещення осей 0,05 отвору 52-55 відносно бази Д забезпечується обробкою цих поверхонь з однієї установки на багатоцільовому верстаті з поворотом стола даного верстату;

В загальному можна зробити висновок, що деталь є достатньо технологічною для обробки і не викликає особливих складності при її базуванні, підводу та відводу інструменту. Не повинно виникати складностей при обробці і отриманні точних поверхонь. Деталь є достатньо жорстка для високопродуктивної обробки та дозволяє використовувати широку гамму стандартних різальних інструментів.

					БР.ПМ-036.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 ВИЗНАЧЕННЯ ПРОГРАМИ ВИПУСКУ ДЕТАЛЕЙ І КІЛЬКІСТЬ ДЕТАЛЕЙ В ПАРТІЇ

Так, як в завданні на проектування нам наперед задано тип виробництва, то визначимо програму випуску деталей. Для цього скористаємося даними існуючого технологічного проекту. Для зручності дані зведемо до таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 - Трудомісткість операцій

№ і назва операції	Тшт, хв	№ і назва операції	Тшт, хв
1	2	3	4
020 Токарна	12,06	045Фрезерна	9,46
035 Токарна	10,12	060 Гор.-розточна	32,85

Середній штучний час :

$$T_{шт.сер} = \frac{\sum T_{шт}}{n}$$

де, $\sum T_{шт}$ - сумарний штучний час по всіх операціях, хв;

n - число операцій, шт.

$$T_{шт.сер} = \frac{12,06 + 10,12 + 9,46 + 32,85}{4} = 16,13 \text{ (хв.)}$$

Такт випуску деталей : $t_s = K_3 \cdot T_{шт.сер}$

де, K_3 - коефіцієнт закріплення операцій.

У відповідності з ГОСТ 14.004-83 для серійного виробництва коефіцієнт закріплення операцій становить $10 < K_3 \leq 20$. Так, як у нас середньосерійне виробництво то приймаємо $K_3=15$.

Річна програма випуску деталей :

$$N = \frac{F_d \cdot 60}{t_s}$$

де, F_d - дійсний річний фонд робочого часу устаткування, год

$$F_d = F_H \cdot k$$

де, $F_H = 4100$ - номінальний річний фонд часу при двозмінній роботі обладнання, год

$k = 0,95$ - коефіцієнт втрат часу для металорізальних верстатів.

Знайходимо річну програму випуску деталей :

					БР.ПМ-036.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N = \frac{F_n \cdot k \cdot 60}{K_s \cdot T_{шт.сер}} = \frac{4100 \cdot 0,95 \cdot 60}{10 \cdot 16,13} = 1448$$

Заокруглимо отримане значення річної програми випуску деталей і приймаємо $N = 1400$ (шт.).

Деталі виготовляють, як правило певними партіями. Тож знайдемо розрахункову кількість деталей в партії :

$$n_o = \frac{N \cdot a}{F}$$

де, а - періодичність запуску виробів, (рекомендується приймати 3, 6, 12, 24 днів), прийmemo $a=12$ (днів);

$F = 250$ - число робочих днів в році.

$$n_o = \frac{1400 \cdot 12}{250} \approx 67 \text{ (шт.)}$$

Тепер визначимо розрахункове число змін на обробку партії деталей за формулою :

$$C = \frac{T_{шт.сер} \cdot n_o}{480 \cdot 0,8}$$

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

0,8 - нормативний коефіцієнт завантаження верстатів у серійному виробництві.

Тож розрахункова кількість змін буде дорівнювати : $C = \frac{16,13 \cdot 67}{480 \cdot 0,8} = 2,81$ (зміни)

Приймаємо $C_{пр} = 3$ (зміни).

Тепер відповідно з прийнятою кількістю змін роботи уточнюємо

$$n_{пр} = \frac{C_{пр} \cdot 480 \cdot 0,8}{T_{шт.сер}} = \frac{3 \cdot 480 \cdot 0,8}{16,13} \approx 71$$

Кількість деталей в партії повинна бути кратна річній програмі випуску, тож приймаємо партію деталей $n_{пр}=70$ (шт). Тож виходячи з прийнятої партії деталей можемо зробити висновок, що для обробки річної програми у виробництво необхідно запустити 20 партій у рік.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

1.4 АНАЛІЗ БАЗОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ І ЗАПРОПОНОВАНІ ЗМІНИ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ

1.4.1 Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки

Вихідні дані:

деталь: Стакан Ца8.210.240, $m = 34,34$ кг;

матеріал: сталь 40Х ДСТУ 7806:2015, $\rho = 7830$ кг/м³;

тип виробництва: середньосерійний.

В базовому технологічному процесі для виготовлення деталі „Стакан Ца8.210.240" використовуються заготовки отримані вільним куванням із круглого сортового прокату розмірами $\text{Ø}200 \times 390$.

Проводимо розрахунок техніко-економічних показників даного методу виготовлення заготовки.

Маса заготовки:

$$m_{\text{заг}} = V_{\text{заг}} \cdot \rho, \text{ де}$$

$$\rho = 7,83 \cdot 10^{-6} \text{ кг/мм}^3 - \text{ густина матеріалу};$$

$V_{\text{заг}}$ - об'єм заготовки;

$$V_{\text{заг}} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot l_3 = \frac{3,14 \cdot 200^2}{4} \cdot 390 = 12246000 \text{ мм}^3.$$

$$\text{Отже: } m_{\text{заг}} = 12246000 \cdot 7,83 \cdot 10^{-6} = 95,88 \text{ кг}$$

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{вм}} = \frac{m_0}{m_{\text{заг}}} = \frac{34,34}{95,88} = 0,35$$

Коефіцієнт використання матеріалу низький.

Згідно типу виробництва (середньосерійний), в проектному техпроцесі можна розглянути ще такий метод як штампування. Штампування підвищує механічні властивості матеріалу, які часто регламентуються технічними вимогами на виготовлення деталі.

Заготовка яка виготовляється на кривошипному гарячештампувальному пресі в закритому штампі згідно ГОСТ 7505-89.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

Вихідні дані:

матеріал - сталь 40Х

маса деталі - 34,34 кг.

Визначаємо клас точності штамповки. Клас точності Т3 [2, ст. 28]

Встановлюємо групу сталі. Сталь 40Х відноситься до групи М2[2,СТ. 8].

Визначаємо степінь складності штамповки. Спочатку орієнтовно визначаємо величинумаси заготовки

$$G_{роз} = G_{дет} \cdot k;$$

Для квадратних, прямокутних, багатогранних фланців

$$k = 1.5 [2, ст. 31]$$

Таким чином

$$G_{роз} = G_{дет} \cdot k = 34,34 \cdot 1.5 = 51,51 \text{ кг};$$

Знаходимо масу фігури, яка описує заготовку. Це циліндр. Для приблизних розрахунків розміри заготовки знаходимо через коефіцієнт збільшення 1,05.

Таким чином

$$V_{заг} = \frac{\pi(D \cdot 1.05)^2}{4} \cdot l \cdot 1.05 =$$
$$= \frac{3.14 \cdot (280 \cdot 1.05)^2}{4} \cdot 220 \cdot 1.05 = 15673872 \text{ мм}^3$$

$$G = V \cdot \rho = 15673872 \cdot 7,83 \cdot 10^{-6} = 122,72 \text{ кг};$$

Знаходимо відношення маси заготовки до маси фігури

$$C = \frac{G_{роз}}{G_{фіг}} = \frac{51,51}{122,72} = 0,32$$

По знайдених співвідношеннях знаходимо степінь складності штамповки.

Степінь складності штамповки С3[2,ст. 30]

Визначаємо вихідний індекс заготовки. Для даного випадку вихідний індекс 16[2, ст. 10]

Визначаємо припуски і ковальські напуски

а) Знаходимо основні припуски на діаметральні розміри [2, ст. 12-13]

Ø280(Ra 12,5) - 2,6мм;

Ø130(Ra 1,25) - 3,0мм;

Арк.

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Ø110(Ra 1,25)-3,0мм;

Ø105(Ra 12,5) - 2,6мм;

Ø100 (Ra 12,5) - 2,4мм;

б) Знаходимо припуски на лінійні розміри [2, ст. 12-13]

260(Ra 12,5) - 2,6мм;

220(Ra 12,5) - 2,4мм;

180(Ra 12,5)-2,4мм;

160(Ra 12,5)-2,2мм;

145(Ra 12,5) - 2,2мм;

50(Ra 12,5)-2,0мм;

30(Ra 12,5)- 1,9мм.

Знаходимо додаткові припуски:

зміщення по поверхні штампа 0,5 мм [2, ст. 14];

відхилення від площинності - 0,5 мм [2,ст. 14];

Знаходимо штампувальні нахили:

на зовнішні поверхні - 5° [2,ст. 26];

на внутрішні поверхні - 7° [2,ст. 26];

Знаходимо мінімальну величину радіусів заокруглень

$r = 7\text{мм}$; [2,ст. 15]

Знаходимо розміри штамповки, мм

$\text{Ø}280+(2,6+0,5)\cdot 2=286,2$ приймаємо $\text{Ø}286,5$;

$\text{Ø}130+(3,0+0,5)\cdot 2=137$ приймаємо $\text{Ø}137$;

$\text{Ø}110-(3,0+0,5)\cdot 2=103$ приймаємо $\text{Ø}103$;

$\text{Ø}105-(2,6+0,5)\cdot 2=98,8$ приймаємо $\text{Ø}98,5$;

$\text{Ø}100+(2,4+0,5)\cdot 2=94,2$ приймаємо $\text{Ø}94$;

$260+(2,6+0,5)\cdot 2=266,2$ приймаємо 266,5;

$220+(2,4+0,5)\cdot 2=225,8$ приймаємо 226;

$180+(2,4+0,5)\cdot 2=185,8$ приймаємо 186;

$160+(2,6+0,5)-(2,2+0,5)=160,4$ приймаємо 160,5;

$145+(2,6+0,5)-(2,2+0,5)=145,4$ приймаємо 145,5;

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-036.00.000 ПЗ					

$50+(2,6+0,5)-(2,0+0,5)=50,6$ приймаємо 51;

$30+(2,6+0,5)-(1,9+0,5)=30,7$ приймаємо 31;

Допустима величина остаточного облою - 1,4мм [2, ст. 21];

Допустиме відхилення від площинності - 1,0 мм [2, ст. 23];

Допустиме відхилення від концентричності пробитого отвору відносно зовнішнього контуру поковки - 1,5мм [2, ст. 23]

Допустима величина зміщення рознімання штампу - 1,2 мм [2, ст. 20]

Знаходимо допуски на розміри [2, ст. 17]

	$266,5^{+3,3}_{-1,7}$
$\varnothing 286,5^{+3,3}_{-1,7}$	$226^{+3,0}_{-1,5}$
$\varnothing 137^{+3,0}_{-1,5}$	$186^{+3,0}_{-1,5}$
$\varnothing 103^{+2,7}_{-1,3}$	$160,5 \pm 2$
$\varnothing 98,5^{+1,2}_{-2,4}$	$145,5 \pm 2$
$\varnothing 94^{+1,2}_{-2,4}$	$51 \pm 1,8$
	$31 \pm 1,6$

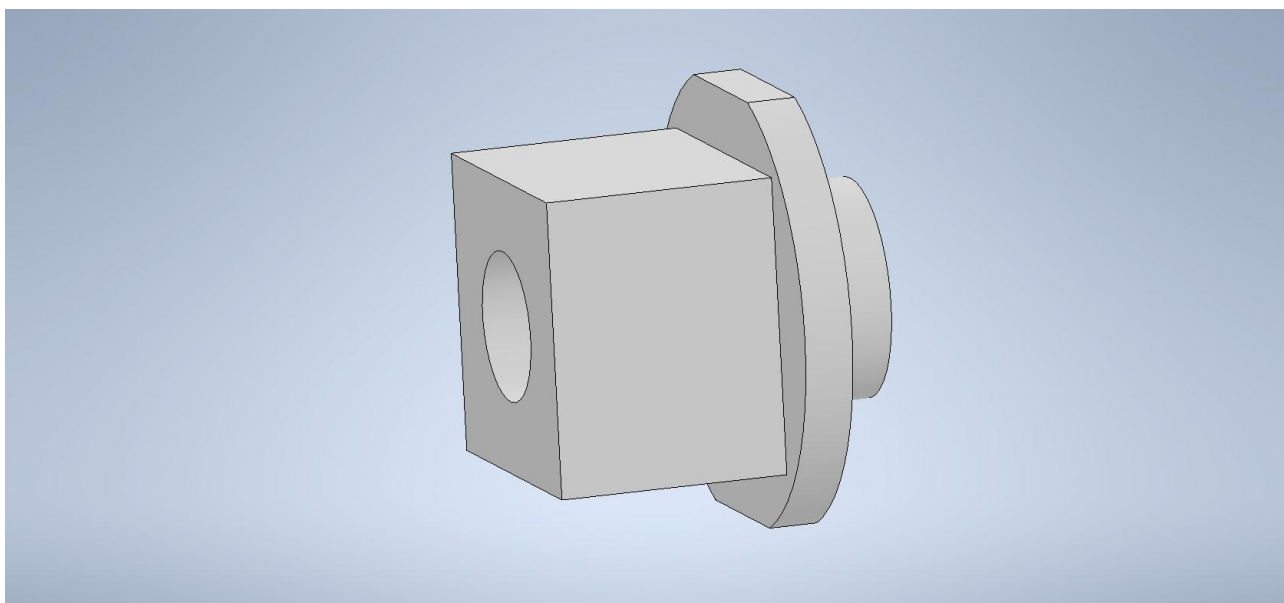


Рисунок 1.1 - Твердотільна модель штамповки

					БР.ПМ-036.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо масу заготовки:

Маса заготовки визначена при допомозі ЕОМ в системі "Autodesk Inventor".

Отже маса штампованої заготовки становить $m_{з.г.} = 55,63 \text{ кг}$

Знаходимо коефіцієнт використання матеріалу

$$K_{ВМ} = \frac{m_{дет}}{m_{з.г.}} = \frac{34,34}{55,63} = 0,62$$

В технологічному процесі приймаємо спосіб отримання заготовки методом штампування, яка забезпечує більш високий коефіцієнт використання металу, можливість застосування верстатів з ЧПК на всіх операціях, зменшує витрати на механічну обробку.

Таблиця 1.5 - Порівняння методів отримання заготовки

Параметри, які характеризують заготовку	Методи отримання заготовки	
	Поковка	Штамповка
Маса заготовки, кг	95,88	55,63
КВМ	0,36	0,62

Як видно з таблиці 1.5 заготовка отримана методом штампування має форму наближену до форми деталі, меншу масу та вищий коефіцієнт використання матеріалу. Проте штамповка матиме трохи вищу собівартість, що понесе значні витрати при випуску виробів, але перевагою є нищі затрати на механічну обробку та відповідно зменшення виробничих площ. Зваживши всі за і проти, я все ж таки вибираю метод отримання заготовки - штампуванням. До того ж досягається значна економія металу при використанні проектного методу отримання заготовки.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

1.4.2 Опис та аналіз базового технологічного процесу

Існуючий на підприємстві ВАТ ІФАЗ технологічний процес виготовлення деталі „Стакан Ца8.210.240” описаний в таблиці 1.6

Таблиця 1.6 - Опис базового технологічного процесу виготовлення стакану

№ П/П	Назва та зміст операції	Тип і модель верстата	Характеристика пристрою	Схема базування
1	2	3	4	5
005	Відрізна 1. Відрізати круг Ø200; L=390-1,5 2. Зачистити гострі кромки 3. Маркувати позначення креслення і марку матеріалу ударним способом	РКА25		
010	Кування 1. Кувати заготовку			
015	Дробоструменева очистка 1. Очистити заготовку від окалини і ржавчини	ТМВ 1000		
020	Токарна А) Установити деталь і закріпити 1. Обробити деталь згідно ескізу за 2 установки	16К20	4-х кулачковий патрон	Рисунок 1.1
025	Слюсарна 1. Маркувати позначення креслення і марку матеріалу			
030	Термічна Термообробити деталь згідно тех. вимог креслення			
035	Токарна А) Установити деталь і закріпити 1. Обробити деталь згідно ескізу (Ø100, на всю довжину деталі) 2. Ø110H9 і фаску Ø113,4×20°, полірувати Ø110 H9 і фаску) 3. Ø105 на довжину 160 Б) Переустановити деталь 4. Обробити Ø110 H7 на довжину 50, полірувати 5. Ø130h9 на довжину 50 6. 2 зовнішні і 2 внутрішні канавки	16К20	4-ох кулачковий патрон	Рисунок 1.2

Арк.

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Продовження таблиці 1.6

1	2	3	4	5
040	Контроль ВТК 1. Перевірити розміри поверхонь після токарної обробки. Биття торців прийняти на верстаті			
045	Розміточна 1. Розмітити і кернити фрезерування (р-ри 180, р-р. 260) згідно креслення.			
050	Фрезерна А) Установити деталь і закріпити 1. Фрезерувати деталь в р-р. 260 _{-1,0} , 180 _{-1,0} за 4 установки;	6Р13	Лещата	Рисунок 1.3
055	Слюсарна 1. Зачистити завусенці 2. Маркувати позначення креслення і марку матеріалу			
060	Контрольна 1.Контролювати розміри поверхонь деталі після фрезерування 2.Перевірити маркування деталі.			
065	Горизонтально-розточна А) Установити деталь. Вивірити. Закріпити. 1. Свердлити: 8 отв. Ø22; 2 отв. Ø17,4 під різьбу М20-6Н; 6 отв. Ø17,4 під різьбу М20-6Н з поворотом стола на 180°; Б) Переустановити деталь на стіл верстату торцем зі сторони фрезерованого квадрата. Вивірити. Закріпити. 1.Обробити отв. Ø45Н9; Ø46; М64х2- 6Н; елементи виноски IV згідно креслення. Обробити отв. Ø10,5 під різьбу М12х1,5-6g і елементи виноски II з поворотом стола на 90°.	2М615	УЗП	Рисунок 1.4
070	Слюсарна 1. Нарізати різьбу М20-6Н в отворі згідно креслення. 2. Зачистити завусенці.			

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

Арк.

Продовження таблиці 1.6

1	2	3	4	5
075	Гальванічна 1. Покрити вузол згідно тех. вимог на кресленні			
080	Контроль ВТК 1. Перевірити деталь на відповідність розмірам* на кресленні після покриття.			

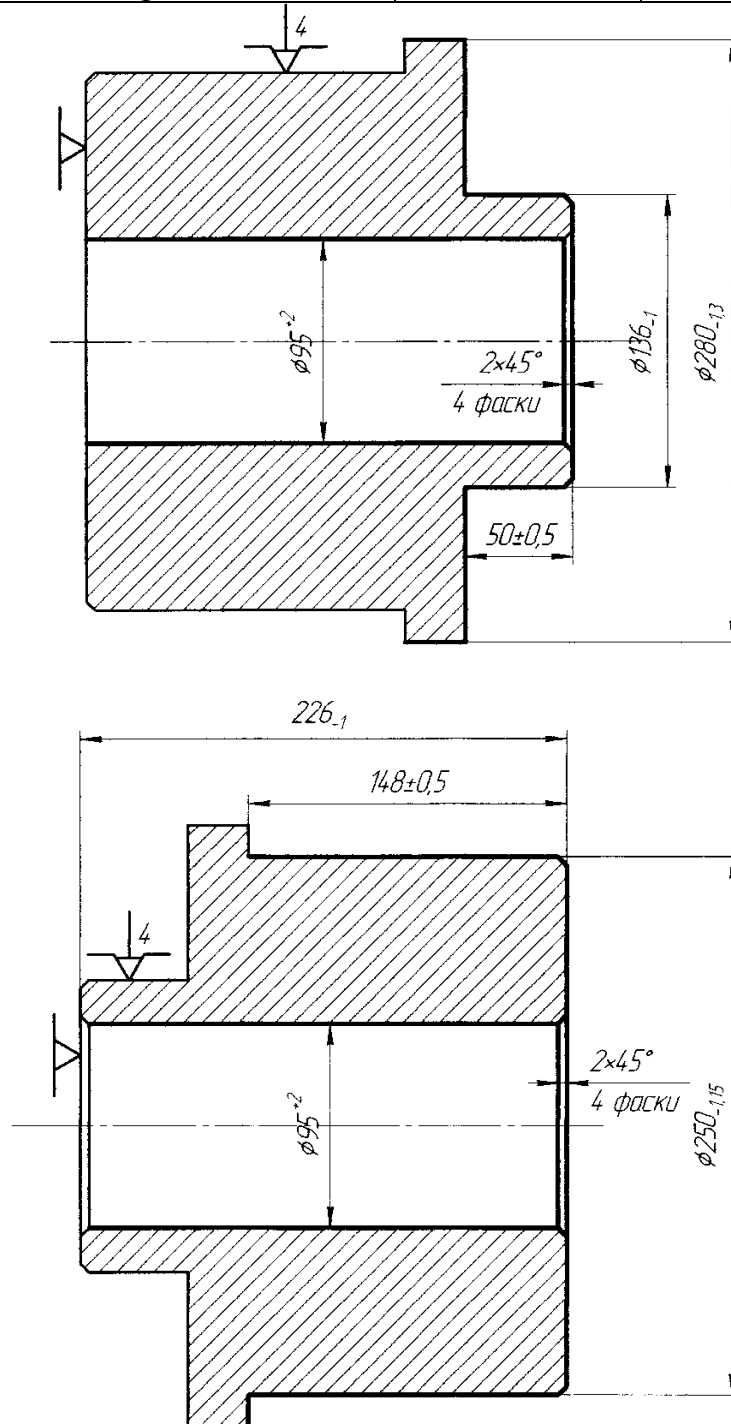


Рисунок 1.1

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-036.00.000 ПЗ					

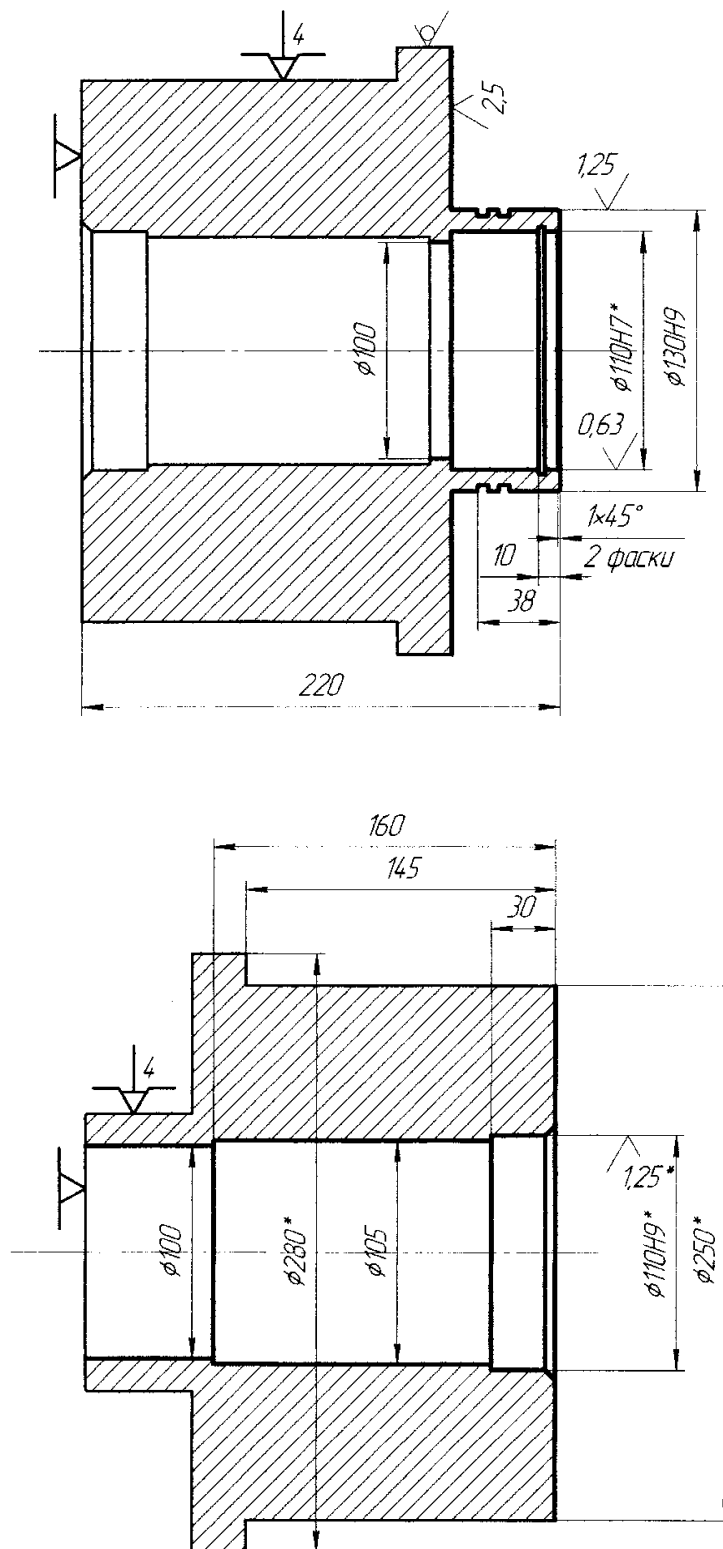


Рисунок 1.2

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

Арк.

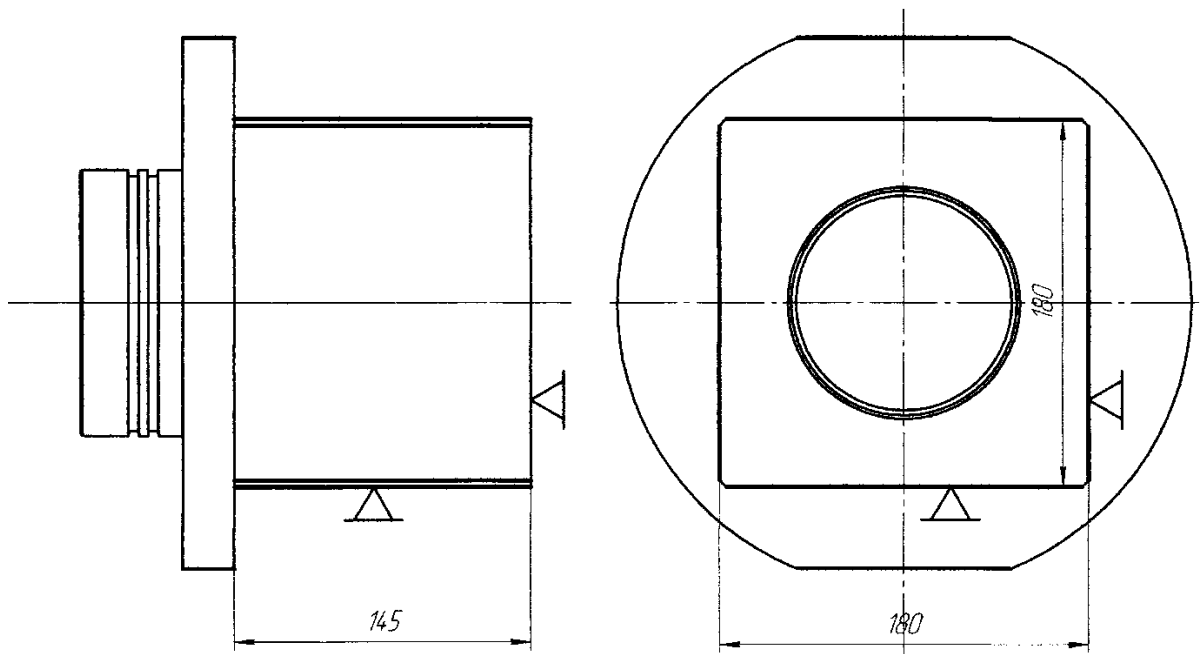


Рисунок 1.3

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

Арк.

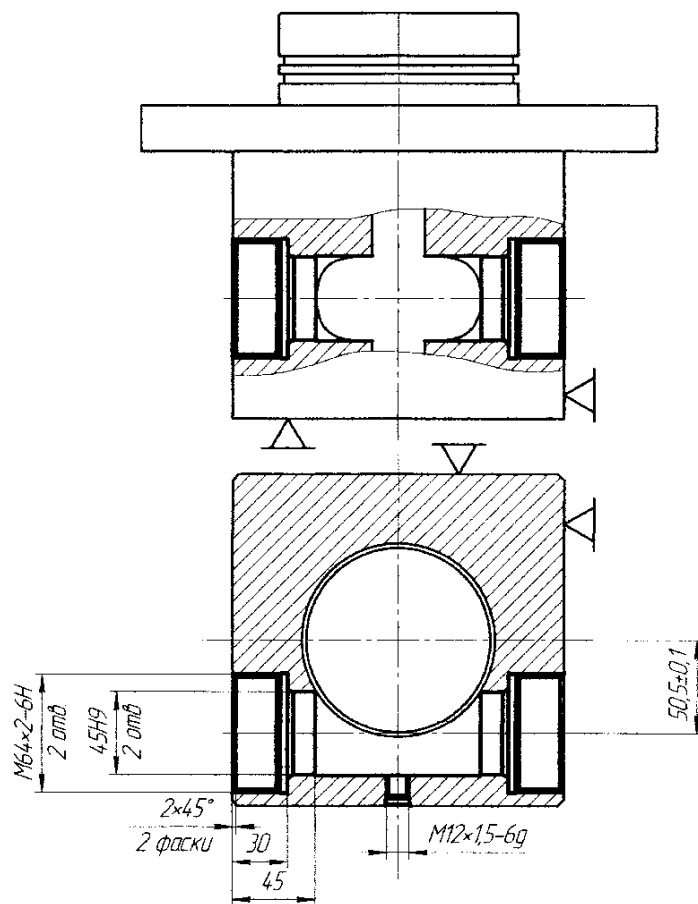
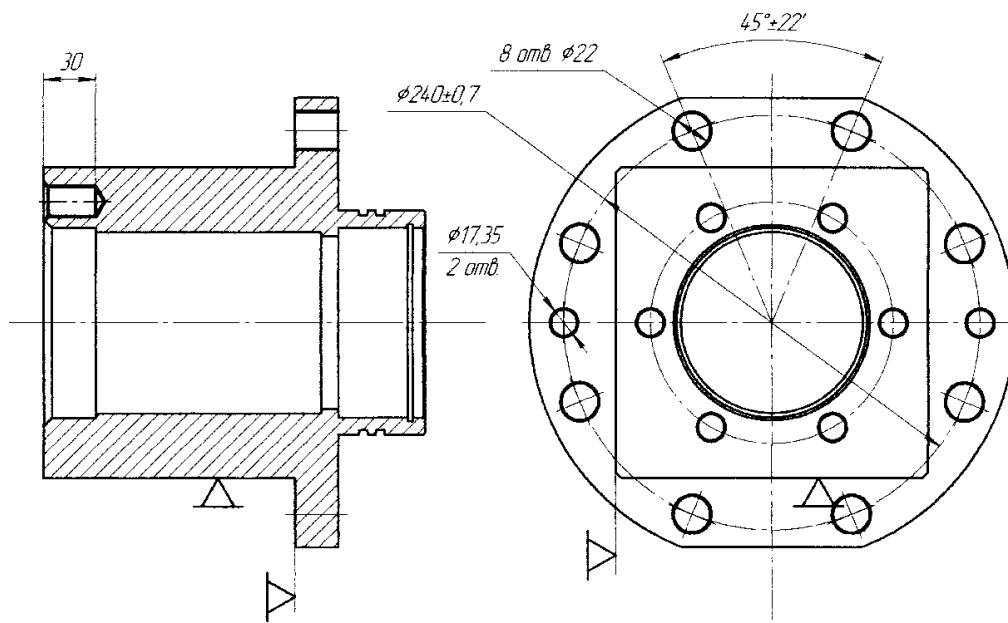


Рисунок 1.4

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

Арк.

Згідно базового технологічного процесу заготовка для виготовлення стакана отримується вільним куванням із круглого сортового прокату розмірами Ø200×390. Даний метод для виготовлення заготовки деталі є недоцільним.

Креслення деталі відповідає технічним вимогам.

При розгляді базового технологічного процесу в першу чергу звертаємо увагу на малий ступінь автоматизації виробництва. Це впливає на час виготовлення подушки, що в свою чергу впливає на вартість виробу. Використання обладнання, для виготовлення стакана, по параметру точності, потужності, складності керування підбрано вірно. Проте велика кількість переналадки обладнання веде до зменшення продуктивності виготовлення деталі.

В базовому технологічному процесі використовуються пристрої із малою ступеню механізації, що веде до збільшення допоміжного часу на виготовлення деталі. Дані пристрої забезпечують отримання необхідних параметрів точності при виконанні технологічних операцій.

В даному техпроцесі не дотримується принцип постійності баз. Також, не виконується принцип суміщення баз. Проте при цьому досягається потрібна точність обробки та точність взаємного розташування поверхонь деталі. Вибір чистових та чорнових баз був виконано раціонально.

Послідовність досягнення точності стакана була запропонована технологічно правильна. Проте послідовність обробки деталі вимагає постійного переустановлення заготовки, використання великої кількості верстатів і оснастки, що впливає на точність, вартість деталі і зменшує продуктивність обробки.

З врахуванням цих недоліків я пропоную наступні зміни техпроцесу:

- із вибором штампованої заготовки зменшується маса заготовки, а відповідно припуски на механічну обробку, що призводить до зменшення трудомісткості.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

- операції 045, 060, об'єднати в одну, виконавши їх на свердлильно-фрезерно-розточному верстаті мод. 2204ВМФ4 із застосуванням спеціального пристрою.

- змінити схему базування при свердлінні отворів використавши за базу центральний отвір, що відкине потребу в розмітці отворів і вивірці заготовки.

Це значно скоротить кількість верстатів, пристроїв для закріплення заготовки на кожній з об'єднаних операціях, що в свою чергу зменшить кількість встановлення деталі і налагодження верстатів. Отже дані зміни скоротять час на виготовлення деталі, а отже і вартість виготовлення стакану.

Таблиця 1.7 - Запропонований варіант маршруту механічної обробки деталі „Стакан Ца8.210.240”

№ п/п	Назва та зміст операції	Тип і модель верстата	Характеристика пристрою	Схема базування
1	2	3	4	5
005	Відрізна 1.Відрізати круг 2.Зачистити гострі кромки 3.Маркувати позначення креслення і марку матеріалу ударним способом			
010	Штампування 1) Штампувати заготовку	ГКМ		
015	Дробоструменева 1) Очистити заготовку від окалини і ржавчини			
020	Токарна з ЧПК А) Установити деталь і закріпити 1. Точити торець. 15 2. Точити пов.26 3. Точити пов.13 4. Розточити пов.60 5. Розточити пов.57 Б) Переустановити деталь і закріпити 6. Точити торець 1 7. Точити пов.17 8. Розточити поверхню 61 9. Торець 59 10. Торець 8	16К20Ф3С5	4-х кулачковий патрон	Рисунок 1.6

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

Продовження таблиці 1.7

1	2	3	4	5
045	Свердлильно-фрезерно-розточна А) Установити деталь і закріпити 1.Фрезерувати пов.9-10 2.Фрезерувати пов.3-6 3.Свердлити отвір39 5.Розсвердлити отвір39 6.Розточити напівчисто отвір 37 7.Розточити начисто отвір 37 8.Розточити отвір 39 9.Розточити отвір під різьбу 48 10.Точити канавку 46 11.Точити фаску 42 12.Точити фаску 40 13.Нарізати різьбу 48 14.Розточити напівчисто отв. 38 15.Розточити начисто отвір 38 16.Розточити отвір 39 17.Розточити отвір 49 18.Точити канавку 47 19.Точити фаску 43 20.Точити фаску 41 21.Нарізати різьбу 48 22.Свердлити отвір 52 23.Зенкувати 53, 54, 55 24.Нарізати різьбу 52	2204ВМФ4	Пристрій спеціальний	Рисунок1.8
050	Слюсарна 1. Зачистити завусенці 2. Маркувати позначення креслення і марку матеріалу			
055	Контрольна 1)Контролювати розміри поверхонь деталі після фрезерування 2)Перевірити маркування деталі.			
060	Координатно-свердлильна з ЧПК А) Установити деталь і закріпити. 1.Свердлитиотв. 18-25 2.Свердлити отв. 33-34 3.Зенкувати фаску 35-36 4.Нарізати різьбу 33-34	2Д132МФ2	Пристрій спеціальний	Рисунок1.9

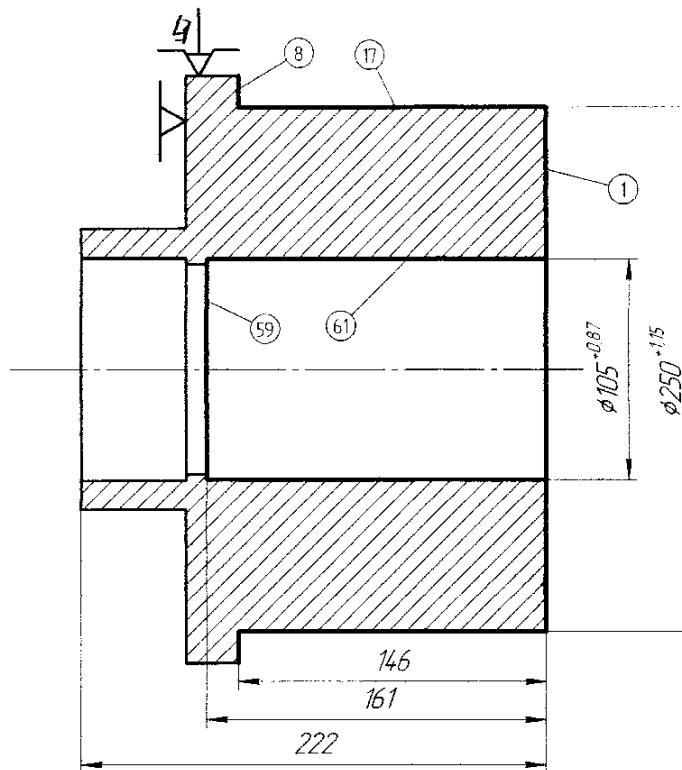
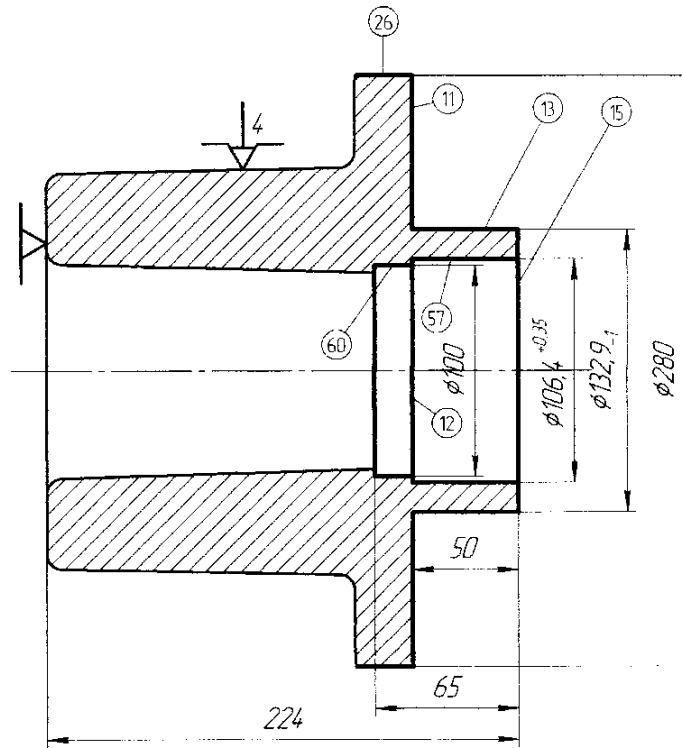


Рисунок 1.6

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

Арк.

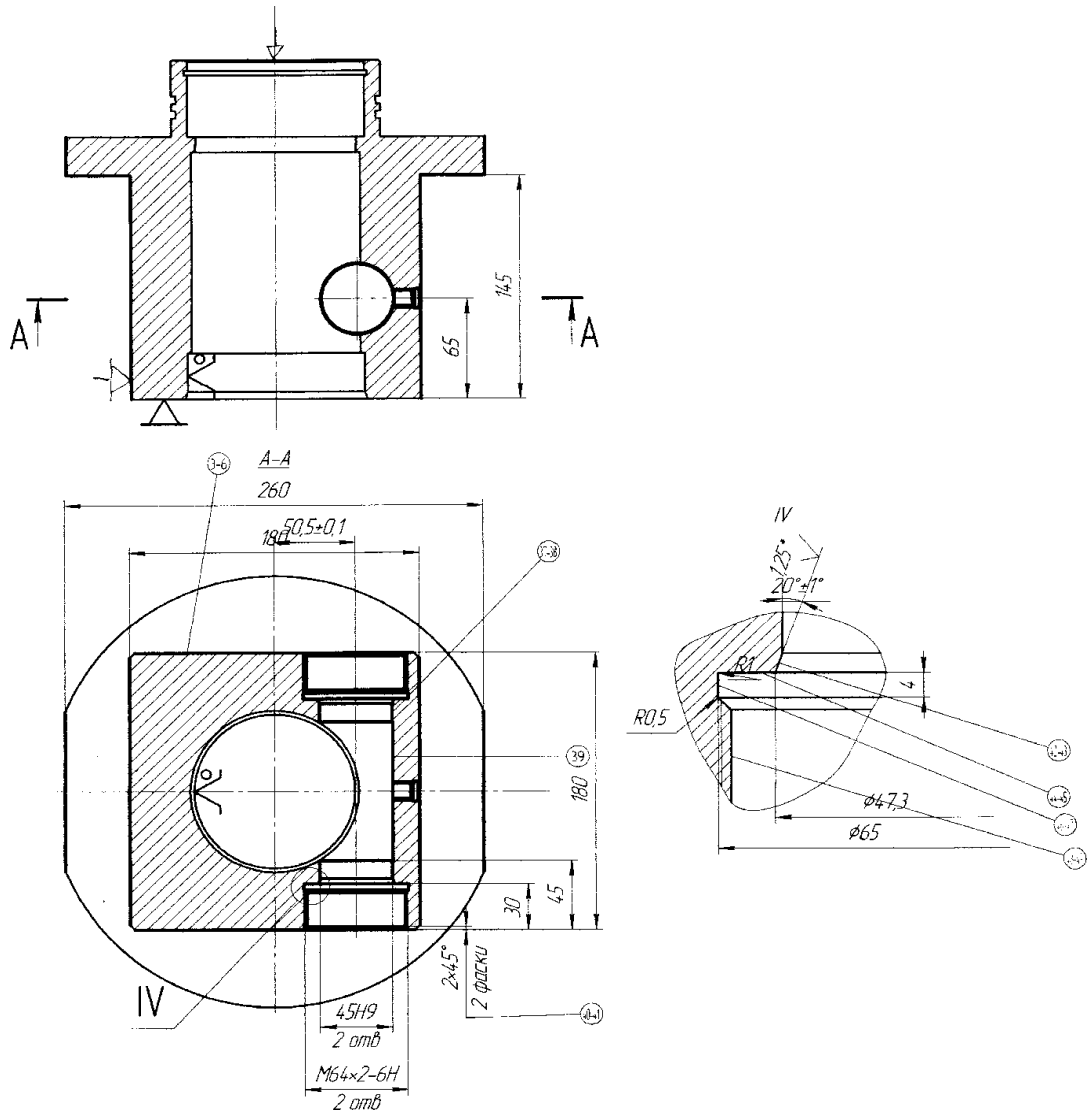


Рисунок 1.8

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

Арк.

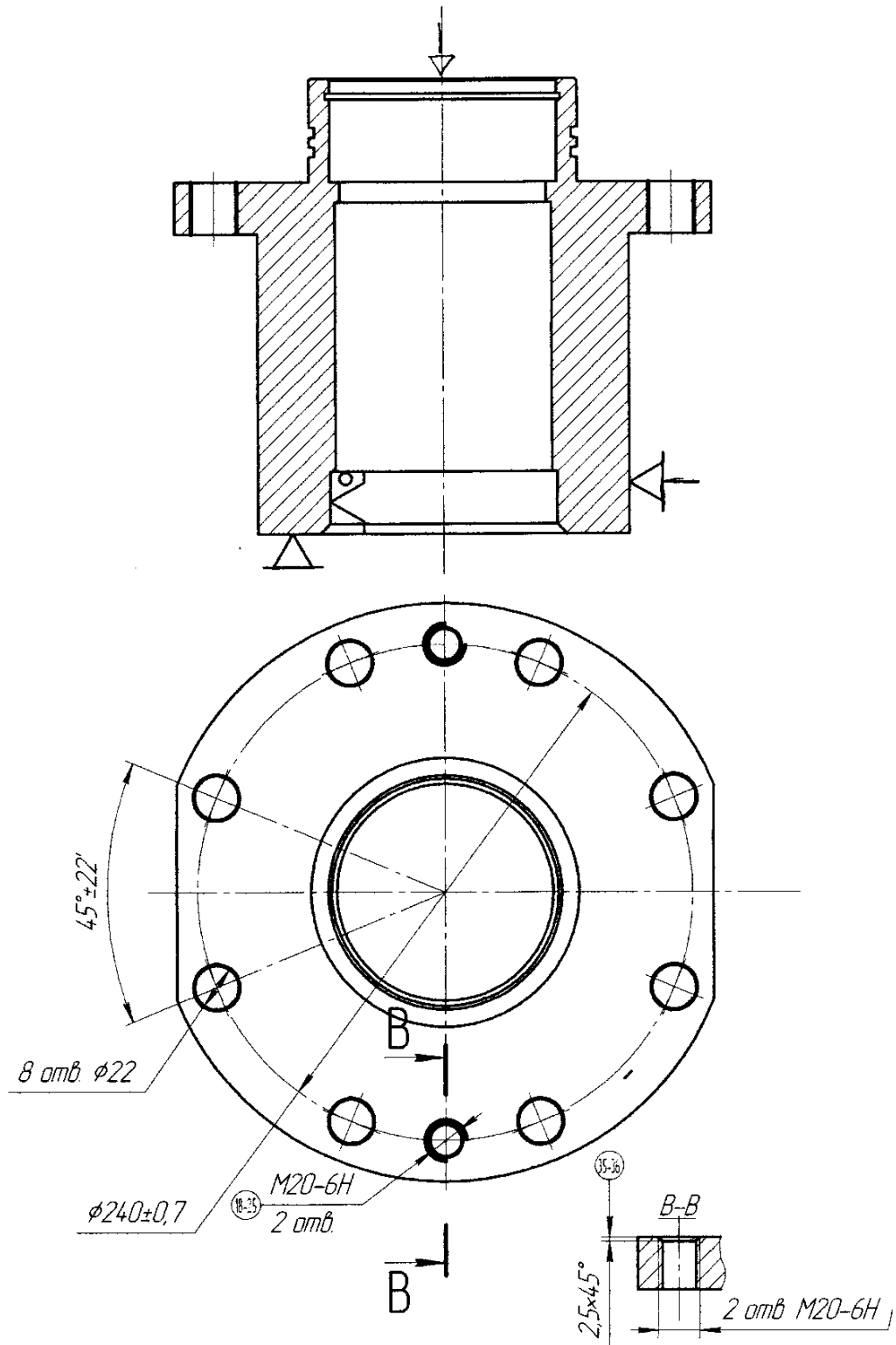


Рисунок 1.9

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

Арк.

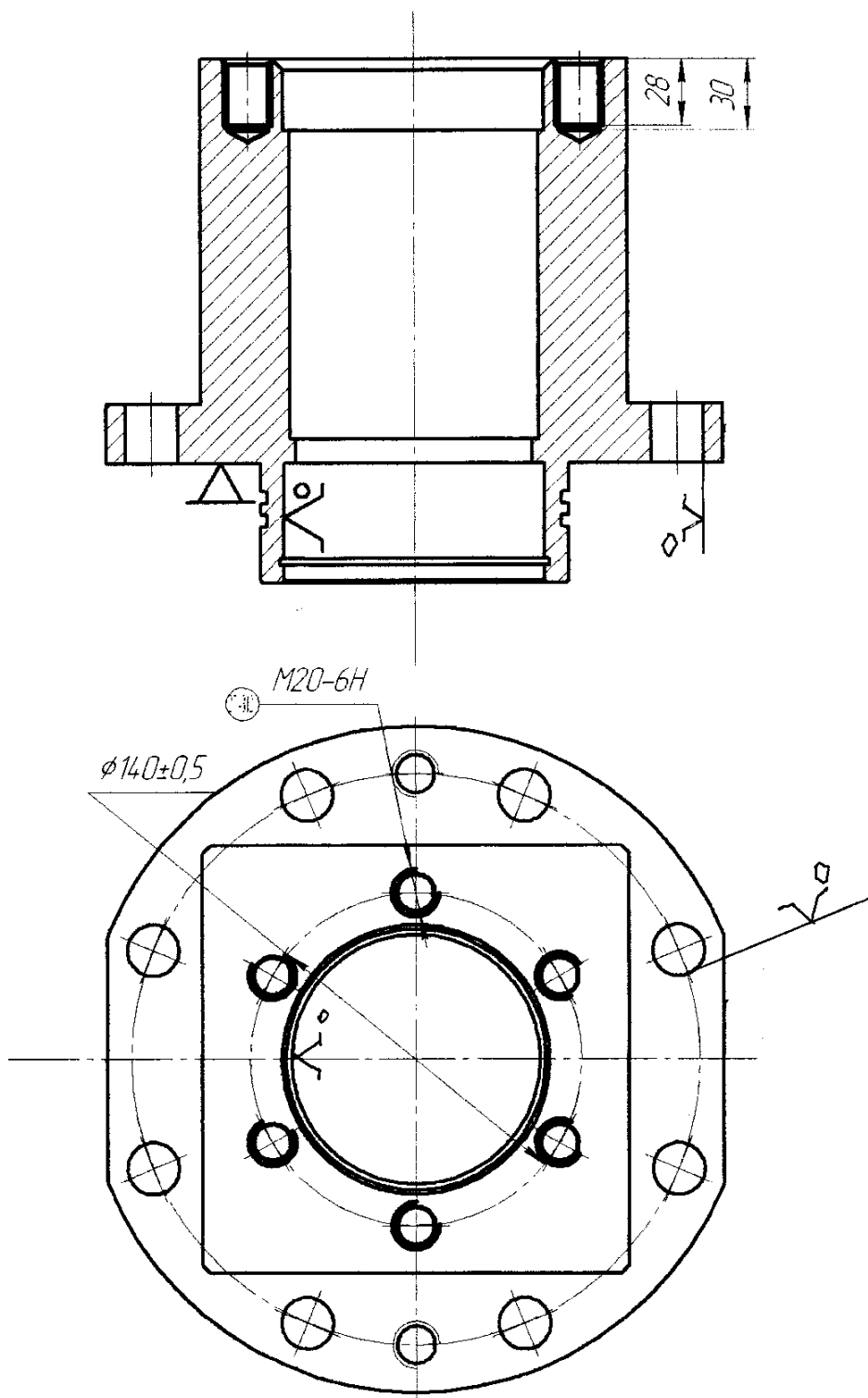


Рисунок 1.10

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

Арк.

1.5 РОЗРОБКА ОПЕРАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

1.5.1 Розрахунок припусків на механічну обробку і визначення технологічних розмірів

Розрахунок припусків на механічну обробку поверхні Ø110H7

Технологічний маршрут обробки поверхні Ø110H7(^{+0,35}) складається із чотирьох переходів: чорнового напівчистового, чистового і тонкого розточування.

При обробці внутрішніх поверхонь обертання назначають симетричний припуск $2Z \min = 2 \cdot (R_{z-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon^2})$,

де R_{z-1} - висота мікро нерівностей на попередньому переході;

h_{i-1} - глибина дефектного шару, отриманому на попередньому переході;

Δ_{i-1} - сумарне значення просторових відхилень взаємозв'язаних поверхонь при даному методі установки;

ε^2 - похибка установки заготовки на даному переході.

Для заготовки $R_z=320$ мкм і $h=350$ мкм т. 12, с. 186 [3]

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{\text{см}}^2 + \Delta_{\text{зкс}}^2}$$

$$\Delta_{\text{см}} = 1200 \text{ мкм т. 18, с. 187 [3]}$$

$$\Delta_{\text{зкс}} = 2800 \text{ мкм т. 17, с. 186 [3]}$$

$$\Delta = \sqrt{1200^2 + 2800^2} = 3046 \text{ мкм}$$

Для чорнового розточування: $R_z=250$ мкм; $h=240$ мкм. табл. 24, с. 187 [3]

$$\Delta = K_y \cdot \Delta = 0,06 \cdot 3046 = 182 \text{ мкм}, \varepsilon_z = 1500 \text{ мкм.}$$

Для напівчистового розточування: $R_z=125$ мкм; $h=120$ мкм. табл. 24, с. 188 [3]

$$\Delta = K_y \cdot \Delta = 0,05 \cdot 3046 = 152 \text{ мкм}, \varepsilon_z = 1000 \text{ мкм.}$$

Для чистового розточування: $R_z=40$ мкм; $h=40$ мкм. табл. 24, с. 188 [3]

$$\Delta = K_y \cdot \Delta = 0,04 \cdot 3046 = 121 \text{ мкм}, \varepsilon_z = 60 \text{ мкм.}$$

Для тонкого розточування: $R_z=5$ мкм; $h=5$ мкм. табл. 24, с. 188 [3]

$$\Delta = K_y \cdot \Delta = 0,03 \cdot 3046 = 91 \text{ мкм}, \varepsilon_z = 30 \text{ мкм.}$$

Арк.

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Всі дані заносимо в таблицю 8 і на їх основі проводимо розрахунок мінімальних значень між операційних припусків. Мінімальний припуск під розточування:

$$\text{Чорнове: } 2Z_{\min} = 2 \cdot (320 + 350 + \sqrt{3046^2 + 1500^2}) = 8130 \text{ мкм}$$

$$\text{Напівчистове: } 2Z_{\min} = 2 \cdot (250 + 240 + \sqrt{182^2 + 1000^2}) = 2522 \text{ мкм}$$

$$\text{Чистове точіння: } 2Z_{\min} = 2 \cdot (125 + 120 + \sqrt{152^2 + 600^2}) = 486 \text{ мкм}$$

$$\text{Тонке: } 2Z_{\min} = 2 \cdot (40 + 40 + \sqrt{152^2 + 600^2}) = 269 \text{ мкм}$$

$$\text{Розраховуємо розмір для n-1 переходу: } D_{p_{i-1}} = D_{\max} - 2Z_{\min},$$

де D_{\max} - розмір на кресленні.

$$\text{Чистове розточування } D_{\max} = 110,035 - 0,269 = 109,766 \text{ мм};$$

$$\text{Напівчистове розточування } D_{\max} = 109,766 - 0,486 = 109,280 \text{ мм};$$

$$\text{Чорнове розточування } D_{\max} = 109,280 - 2,522 = 106,758 \text{ мм};$$

$$\text{Заготовка } D_{\max} = 106,758 - 8,130 = 98,626 \text{ мм};$$

Значення допусків для кожного переходу приймаємо по табличних у відповідності з класом точності того чи іншого виду обробки.

$$\text{Таким чином, найменший граничний розмір для: } D_{\min_i} = D_{\max_i} - TD_i,$$

$$\text{Чистове розточування } D_{\min} = 109,766 - 0,054 = 109,712 \text{ мм};$$

$$\text{Напівчистове розточування } D_{\min} = 109,280 - 0,140 = 109,140 \text{ мм};$$

$$\text{Чорнове розточування } D_{\min} = 106,758 - 0,350 = 106,408 \text{ мм};$$

$$\text{Заготовка } D_{\min} = 98,626 - 3,5 = 95,126 \text{ мм}.$$

Максимальне значення (Z_{\max}^{sp}), відповідно рівні різниці найменших граничних розмірів попереднього та кінцевого розміру.

Граничні значення припусків:

$$\text{Тонке розточування: } 2Z_{\max} = 110,0 - 109,712 = 0,288 \text{ мм} = 288 \text{ мкм}$$

$$\text{Чистове розточування: } 2Z_{\max} = 109,712 - 109,14 = 0,572 \text{ мм} = 572 \text{ мкм}$$

$$\text{Напівчистове розточування: } 2Z_{\max} = 109,14 - 106,408 = 2,732 \text{ мм} = 2732 \text{ мкм}$$

$$\text{Чорнове розточування: } 2Z_{\max} = 106,408 - 95,126 = 11,282 \text{ мм} = 11282 \text{ мкм}$$

Загальні значення припусків $Z_{c_{\min}}$ і $Z_{c_{\max}}$ визначаємо по формулі:

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

$$2Z_{c_{\min}} = \Sigma 2Z_{\min} = 8130 + 2522 + 486 + 269 = 11407$$

$$2Z_{c_{\max}} = \Sigma 2Z_{\max} = 11289 + 2732 + 572 + 288 = 14872$$

Виконуємо перевірку правильності розрахунків:

$$2Z_{c_{\max}} - 2Z_{c_{\min}} = T_{d33a} - T_{d1};$$

$$14872 - 11407 = 3500 - 35$$

$$3465 = 3465$$

Таблиця 1.8 - Зведена таблиця розрахунку припусків на поверхню Ø110Н7

Технологічні переходи	Елементи припуску				Розрахунковий припуск, мкм	Розрахунковий розмір	Допуск, мкм.	Граничний розмір, мм.		Граничне значення припусків, мкм.	
	R_z	h	Δ	ϵ				$2z_{MIN}$	d_p	δ	d_{\min}
Заготовка	320	350	3046	—		98,628	3500	95,128	98,628		
Розточування:											
чорнове	250	240	182	1500	8130	106,758	350	106,408	106,758	8130	11280
напівчистове	125	120	152	1000	2522	109,280	140	109,14	109,280	2522	2732
чистове	40	40	121	60	486	109,766	54	109,712	109,766	486	572
тонке	5	5	91	30	269	110,035	35	110,0	110,035	269	288

					БР.ПМ-036.00.000 ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

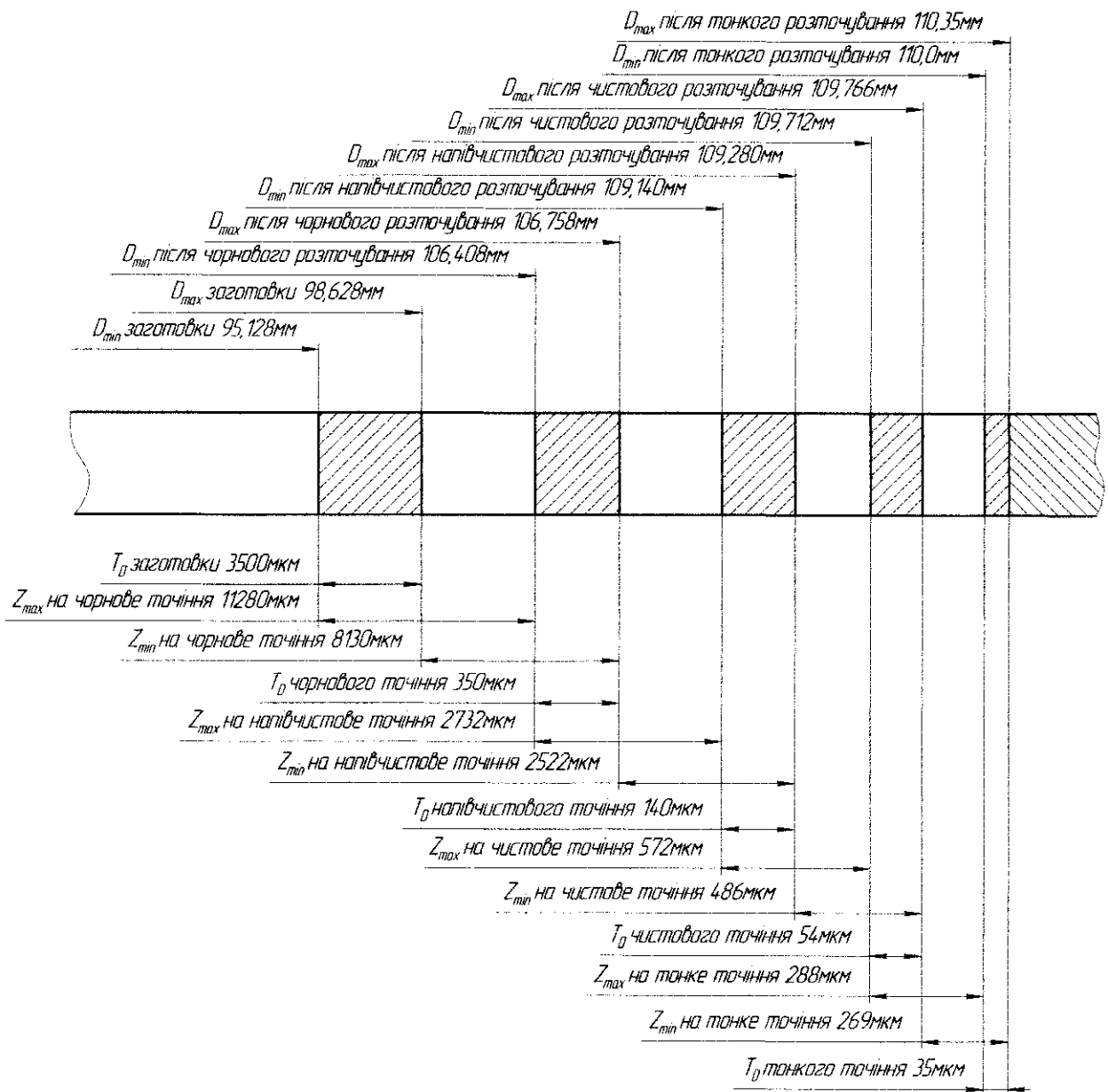


Рисунок 1.12 – Схема графічного розміщення припусків і допусків на обробку поверхні $\varnothing 110H7$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-036.00.000 ПЗ					

Таблиця 1.9 – Припуски і допуски на оброблювані поверхні

№	Пере- ходи обробки	Ква- літет IT	До- пуск T, мкм	Розміри, мм		Припуски, мкм		Опера- ційний розмір
				Min	Max	Min	Max	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\varnothing 110H9^{(+0,087)}$								
1	Загото- вка	17	3500	102	105,5	-	-	$\varnothing 102^{(+3,5)}$
2	Розточу- вання чорнове	14	870	108	108,87	3370	6000	$\varnothing 108^{(+0,870)}$
3	Розточу- вання напів- чистове	12	350	109,3	109,65	780	1300	$\varnothing 109,3^{(+0,350)}$
4	Розточу- вання чистове	9	87	110	110,087	437	700	$\varnothing 110^{(+0,087)}$
Сума						4587	8000	
Перевірка $8000-4587=3500-87$ $3413=3413$								
$\varnothing 45H9^{(+0,062)}$								
1	Свердлін ня	14	620	25	25,620	-	-	$\varnothing 25^{(+0,62)}$
2	Розсвер- длювання	12	250	43	43,250	17630	18000	$\varnothing 43^{(+0,25)}$
3	Розточу- вання напів- чистове	11	160	44,7	44,860	1610	1700	$\varnothing 44,7^{(+0,16)}$
4	Розточу- вання чистове	9	62	45	45,062	202	300	$\varnothing 45^{(+0,062)}$
Сума						19442	20000	
Перевірка $20000-19442=620-62$ $558=558$								

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

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

Арк.

1.5.2 Розрахунок режимів різання і уточнення моделей верстатів

Визначення розрахунковим методом режимів різання для фрезерування

Вихідні дані:

Верстат - свердлильно-фрезерно-розточний мод. 2204ВМФ4.

Деталь - стакан Ца8.210.240.

Інструмент - фреза торцева із вставними зубами, оснащеними пластинками з твердого сплаву. Фреза 2214-0157 Т15К6 ГОСТ 9473-71. Діаметр фрези $D=200\text{mm}$, кількість зубів $z=20$.

Оброблювальний матеріал - Сталь 40Х ДСТУ 7806:2015, $\sigma_{sp}=750\text{ МПа}$,

Режими різання:

1) глибина різання $t=Z_{\max}=3\text{ мм}$,

де Z_{\max} - максимальний припуск на обробку.

2) подача на один зуб фрези для чорнового фрезерування сталі твердим сплавом Т15К6 $S_z = 0,09 \div 0,18\text{ мм/зуб}$ при потужності верстата від 5 до 10 кВт [4] с. 283, табл. 33. Приймаємо $S_z = 0,1\text{ мм/зуб}$.

3) назначаємо період стійкості фрези

Для торцевих фрез пластинками із твердого сплаву в діапазоні діаметрів 90-110 мм $T = 240\text{ хв.}$ [4] с. 290, табл. 40

Швидкість головного руху різання:

$$V = \frac{C_v \cdot D^{q_v} \cdot K_v}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot S^{y_v} \cdot B^{l_v} \cdot z^{p_v}}$$

де C_v - коефіцієнт, $C_v = 332$;

$m = 0,2$; $x_v = 0,1$; $y_v = 0,4$; $u_v = 0,2$; $p_v = 0$; $q_v = 0,2$ - показники степенів; [4] с. 286, табл. 39

K_v - загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, який визначається за формулою:

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

де k_{mv} - коефіцієнт що враховує якість оброблюваного матеріалу

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

$$K_r = 0,85, n_v = 0,9, \sigma_B = 1000 \text{ МПа}$$

$$K_{Mv} = 0,85 \cdot \left(\frac{750}{1000} \right)^{0,9} = 0,66 [4], \text{ с.261, табл.1-2}$$

K_{uv} - коефіцієнт на матеріал інструменту; $k_{uv} = 1 [4]$ с. 263, табл. 6

k_{nv} - коефіцієнт на етап поверхні заготовки; $k_{nv} = 0,8 [4]$ с. 263, табл. 5

$$V = \frac{332 \cdot 200^{0,2}}{240^{0,2} \cdot 3^{0,1} \cdot 0,1^{0,4} \cdot 160^{0,2} \cdot 20^0} \cdot 0,8 \cdot 0,66 \cdot 1 = 137,8 \text{ (м/хв)}$$

Визначаємо число обертів шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d};$$

$$n = \frac{1000 \cdot 137,8}{3,14 \cdot 200} = 220 \text{ (хв}^{-1}\text{)}.$$

Приймаємо по паспорту верстата: $n_o = 200 \text{ хв}^{-1}$

Визначаємо дійсну швидкість різання:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n_o}{1000} = \frac{3,14 \cdot 200 \cdot 200}{1000} = 126 \text{ м/хв}$$

Швидкість руху подачі:

$$S_{xв} = S_z \cdot z \cdot n_o = 0,1 \cdot 20 \cdot 200 = 400 \text{ мм/хв}.$$

Головна складова сили різання P_z визначається по формулі:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_{pz} \cdot t^{x_{pz}} \cdot S_z^{y_{pz}} \cdot B^{u_p} \cdot z \cdot K_{pz}}{D^{q_p} \cdot n^{w_p}},$$

де B - ширина обробки, $B = 160 \text{ мм}$.

Для заданих умов обробки:

$$C_{pz} = 825; x_{pz} = 1,0; y_{pz} = 0,75; q_{pz} = 1,3; w_p = 0,2; u_p = 1,1;$$

4 [4] с. 291, табл. 41

Визначаємо поправочний коефіцієнт на силу різання k_{mp_z} - поправочний коефіцієнт на якість оброблюваного матеріалу

$$k_{mp_z} = \left(\frac{\sigma_a}{750} \right)^{n_p};$$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

$$K_p = \left(\frac{1000}{750} \right)^{0,75} = 1,24$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 82,5 \cdot 3,0^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 160^{1,1} \cdot 20}{200^{1,3} \cdot 200^{0,2}} \cdot 1,24 = 1006 \text{ Н};$$

Потужність затрачена на різання:

$$N_{\text{різ}} = \frac{P_z \cdot V}{102 \cdot 60};$$

$$N_{\text{різ}} = \frac{1006 \cdot 137,8}{1020 \cdot 60} = 2,26 \text{ кВт}.$$

Перевіряємо достатність потужності приводу верстата при умові $N_{\text{різ}} \leq N$.

Для даного верстата потужність електродвигуна $N_{\text{ед.дв}} = 6,3 \text{ кВт}$, $\text{ккд} = 0,8$.

$$N = N_{\text{ед.дв}} \cdot \text{ккд} = 6,3 \cdot 0,8 = 5,04 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{різ}} \leq N$$

$$2,26 < 5,04$$

тобто обробка можлива.

Визначаємо машинний час:

$$T_0 = \frac{l_0 + l_1 + l_2 + l_3}{S_{\text{хв}}} \cdot i,$$

де i -число проходів; $i=4$;

l_0 -довжина оброблюваної поверхні;

l_1 - величина підводу $l_1 = 5 \text{ мм}$;

$l_2 + l_3$ - величина врізання і перебігу;

$$l_2 + l_3 = D + l_1 = 200 + 5 = 205 \text{ мм}$$

$$T_0 = \frac{180 + 5 + 205}{400} \cdot 4 = 3,9 \text{ хв}.$$

Арк.

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

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

Визначення розрахунковим методом режимів різання для свердління отвору Ø22 мм.

Початкові дані:

Розміри поверхні: діаметр - 22 мм, довжина - 25 мм.

Верстат: 2Д 132МФ2

Деталь: Стакан Ца8.210.240, оброблюваний матеріал: Сталь 40Х.

Матеріал різальної частини: Р6М5.

Режими різання:

Глибина різання: $t = d/2 = 12$ мм.

Подача на один оберт шпинделя: $S_o = 0,4$ мм/об [4, табл. 25, с. 277].

Період стійкості інструменту $T = 50$ хв, [4, табл. 30, с. 279].

Швидкість різання:
$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v$$

де $C_v = 9,8$, $q = 0,4$, $y = 0,5$, $m = 0,2$ [4, табл. 28, с. 278]

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV'}$$

$$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_r} - \text{коефіцієнт на оброблюваний матеріал.}$$

$$K_r = 0,85, n_r = 0,9, \sigma_B = 1000 \text{ МПа}$$

$$K_{MV} = 0,85 \cdot \left(\frac{750}{1000} \right)^{0,9} = 0,66 \quad [4, \text{табл. 6, с. 261}]$$

$K_{IV} = 1,0$ [4, табл. 6, с. 263] - коефіцієнт, який враховує матеріал ріжучої частини інструменту,

$K_{IV'} = 1,0$ [4, табл. 31, с. 280] - коефіцієнт, який враховує глибину оброблюваного отвору.

$$K_v = 0,66 \cdot 1 \cdot 1 = 0,66$$

$$v = \frac{9,8 \cdot 22^{0,4}}{50^{0,2} \cdot 0,4^{0,5}} \cdot 0,66 = 16,1 \text{ м/хв}$$

Частота обертання шпинделя верстата:

$$n_H = \frac{1000 \cdot V_n}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 16,1}{3,14 \cdot 22} = 233 \text{ хв}^{-1}$$

						БР.ПМ-036.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Крутний момент: $M_{KP} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P$

де $C_M = 0,345, q = 2,0, y = 0,8$ [4, табл. 32, с. 281]

$$K_P = K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n \quad [4, \text{табл.}, \text{ с. 264}]$$

де $n = 0,75, \sigma_B = 1000 \text{ МПа}$

$$K_P = \left(\frac{1000}{750} \right)^{0,75} = 1,24$$

$$M_{KP} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 22^2 \cdot 0,4^{0,8} \cdot 1,24 = 99 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Осьова сила різання: $P_O = 10 \cdot C_P \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P$ [4, табл. 32, с. 281]

$$K_P = K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n \quad [4, \text{табл.}, \text{ с. 264}]$$

де $n = 0,75, \sigma_B = 1000 \text{ МПа}$

$$K_P = \left(\frac{1000}{750} \right)^{0,75} = 1,24$$

$$P_O = 10 \cdot 68 \cdot 22^1 \cdot 0,4^{0,7} \cdot 1,24 = 9767 \text{ Н}$$

Потужність різання:

$$N_P = \frac{M_{KP} \cdot n}{9750} = \frac{99 \cdot 233}{9750} = 2,36 \text{ кВт.}$$

Визначаємо основний технологічний час:

$$T_o = \frac{L_{px}}{S \cdot n};$$

де L_{px} - довжина робочого ходу інструмента; $L_{px} = l + l_1 + l_2$

l - довжина оброблюваної поверхні, мм;

l_1, l_2 - довжина врізання і перебігу свердла, відповідно, мм.

$$l_1 + l_2 = 10 \text{ мм.} \quad [4, \text{ с. 620, табл. 3}]$$

Тоді, $L_{px} = 25 + 10 = 35 \text{ мм}$

$$T_o = \frac{35}{0,4 \cdot 180} \cdot 8 = 3,89 \text{ хв.}$$

Розрахунок режимів різання та визначення основного часу на інші операції зводимо у таблицю 1.10

					БР.ПМ-036.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.10 – Зведена таблиця розрахунку режимів різання

№ операції	№ переходу	Зміст переходу	Д (В) мм	t мм	L мм	i	табличне значення режимів різання			прийнятті значення режимів різання				T ₀ хв	Література
							S мм ³ /об мм/хв	V м/хв	f _{L1} хв.	S мм ³ /об мм/хв	V м/хв	f _{L1} хв.	N кВт		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
020	1	Точити торець 15	140	2	25	1	0,83	121	275	0,83	123	280	8	0,10	с. 38 К 3 Л1.1 [8]
	2	Точити пов.26	286,5	3,25	20	1	0,63	121	135	0,63	126	140	8	0,23	с. 50 К 9 [8]
	3	Точити пов.13	140	3	53	2	0,73	121	281	0,73	123	280	8	0,52	с. 74 К 21 Л2 [8]
	4	Розточити пов.60	100	2	20	1	0,57	136	433	0,57	111	355	7,1	0,10	
	5	Розточити пов.57	106,7	2	53	2	0,73	121	361	0,73	119	355	8	0,41	
	6	Точити торець 1	263	2	47	1	0,83	121	146	0,83	116	140	8	0,40	
	7	Точити пов. 17	263	3	149	2	0,73	121	146	0,73	116	140	8	2,92	
	8	Розточити пов.61	105	2	163	1	0,57	136	412	0,57	117	355	7,1	0,80	
035	1	Точити торець 1	250	1	228	1	0,49	185	236	0,49	157	200	8,2	2,33	с. 40 К 4 Л1.1 [8]
	2	Розточити напівцисто пов.2	109,3	1,3	33	1	0,37	203	591	0,37	192	560	7,5	0,16	с. 46 К 6 Л1.1 [8]
	3	Розточити начисто пов.2	110	0,35	33	1	0,28	320	926	0,28	276	800	—	0,15	с. 51 К 10 [8]
	4	Точити фаску 58	113,4	1,7	7	1	0,14	203	570	0,14	199	560	5,1	0,09	с. 56 К 12 [8]
	5	Точити торець 15	130	1	18	1	0,49	185	453	0,49	145	355	8,2	0,10	с. 57 К 21 Л2 [8]
	6	Точити напівцисто пов.13	133,9	1,6	53	1	0,43	185	440	0,43	149	355	8,2	0,35	с. 89 К 27 [8]
	7	Точити начисто пов.13	130,7	0,35	53	1	0,28	320	780	0,28	355	800	—	0,24	с. 74 К 21 Л2 [8]
	8	Точити фаску 14	130	1	5	1	0,43	320	784	0,43	327	800	8,2	0,01	с. 80 К 21 Л8 [8]
	9	Розточити напівцисто пов.57	109,3	1,3	53	1	0,37	203	591	0,37	192	560	7,5	0,26	с. 93 К 30 Л1 [8]
	10	Розточити начисто пов.57	109,7	0,2	53	1	0,28	348	1010	0,28	344	1000	—	0,19	с. 129 К 46 Л2 [8]
	11	Розточити тонко пов.57	110	0,15	53	1	0,22	348	1008	0,22	345	1000	—	0,24	с. 130 К 47 Л1 [8]
	12	Точити фаску 16	112	1	5	1	0,14	203	577	0,14	197	560	5,1	0,06	с. 128 К 46 Л1 [8]
	13	Точити канавку 50-51	130	4,7	8	2	0,14	146	358	0,14	145	355	—	0,32	с. 51 К 10 [8]
	14	Точити канавку 56	114	2,8	5	1	0,14	146	408	0,14	127	355	—	0,10	с. 56 К 12 Л1 [8]
045	1	Фрезерувати пов.9-10	200	3	257	2	0,16	281	447	1280	251	400	4,8	0,40	с. 177 К 56 Л1.1 [8]
	2	Фрезерувати пов.3-6	200	3	390	4	0,1	138	220	400	126	200	2,26	3,9	с. 93 К 30 Л1 [8]
	3	Свердлити отвір39	25	12,5	190	1	0,32	19	242	64	16	200	1,7	2,97	с. 129 К 46 Л2 [8]
	4	Розвердлити отвір39	43	9	190	1	1,03	14,4	107	103	13,5	100	3,26	1,8	с. 130 К 47 Л1 [8]
	5	Розточити напівцисто отвір 37	44,7	0,85	100	1	0,37	159	1133	370	140	1000	5,8	0,27	с. 128 К 46 Л1 [8]
	6	Розточити начисто отвір 37	45	0,15	100	1	0,28	348	2463	560	282	2000	—	0,18	с. 51 К 10 [8]
	7	Розточити отвір 39	46	0,5	90	1	0,43	185	1281	537,5	181	1250	8,2	0,17	с. 56 К 12 Л1 [8]
	8	Розточити отвір 48	61,5	3	30	3	0,25	228	1181	250	193	1000	5,7	0,12	с. 73 К 21 Л1 [8]
	9	Точити канавку 46	65	4	11	1	0,12	146	715	75,6	129	630	—	0,15	с. 81 К 22 [8]
	10	Точити фаску 42	47,3	1,5	8	1	0,12	185	1246	150	186	1250	—	0,05	с. 88 К 27 [8]

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
045	11	Точити фаску 40	64	2	5	1	0,12	228	1135	120	201	1000	—	0,04	c. 102 К 35 [8]
	12	Нарізати різьбу 48	64	0,62	35	5	2	157	781	1600	161	800	3,3	0,11	
	13	Розточити напівчисто отвір 38	44,7	0,85	100	1	0,37	159	1133	370	140	1000	5,8	0,27	
	14	Розточити начисто отвір 38	45	0,15	100	1	0,28	348	2463	560	283	2000	—	0,18	
	15	Розточити отвір 39	46	0,5	90	1	0,43	185	1281	537,5	181	1250	8,2	0,17	c. 51 К 10 [8]
	16	Розточити отвір 49	61,5	3	30	3	0,25	228	1181	250	193	1000	5,7	0,12	c. 56 К 12 Л.1 [8]
	17	Точити канавку 47	65	4	11	1	0,12	146	715	75,6	129	630	—	0,15	c. 73 К 21 Л.1 [8]
	18	Точити фаску 43	47,3	1,5	8	1	0,12	185	1246	150	186	1250	—	0,05	c. 81 К 22 [8]
	19	Точити фаску 41	64	2	5	1	0,12	228	1135	120	201	1000	—	0,04	c. 88 К 27 [8]
	20	Нарізати різьбу 48	64	0,62	35	5	2	157	781	1600	161	800	3,3	0,11	c. 102 К 35 [8]
	21	Свердлими отвір 52	10,2	20,5	20	1	0,29	21,6	674	182,7	20,2	630	1,10	0,14	
	22	Зенкувати 53, 54, 55	12,5	1,1	8	1	0,24	37,0	943	192	31,4	800	1,4	0,04	c. 132 К 48 Л.1 [8]
	23	Нарізати різьбу 52	12	0,81	20	1	1,75	10,7	284	437,5	9,4	250	0,53	0,05	c. 137 К 50 Л.1 [8]
060	1	Свердлими отв. 18-25	22	11	35	8	0,4	16,1	233	0,4	12,4	180	2,36	3,89	c. 129 К 46 Л.1 [8]
	2	Свердлими отв. 33-34	17,9	8,95	35	2	0,4	18,4	327	0,4	14	250	2,15	0,70	c. 141 К 51 Л.3 [8]
	3	Зенкувати фаску 35-36	18	0,5	5	2	0,19	28,4	502	0,19	28,3	500	0,18	0,11	c. 137 К 50 Л.1 [8]
	4	Нарізати різьбу 33-34	20	1,35	35	2	2,5	12,8	204	2,5	11,3	180	1,20	0,16	
065	1	Свердлими отв. 27-32	17,9	8,0,5	35	6	0,4	18,4	327	0,4	14	250	2,15	2,10	c. 129 К 46 Л.1 [8]
	2	Зенкувати фаски 27-32	18	95	5	6	0,19	28,4	502	0,19	28,3	500	0,18	0,32	c. 141 К 51 Л.3 [8]
	3	Нарізати різьбу 27-32	20	1,35	35	6	2,5	12,8	204	2,5	11,3	180	1,2	0,47	c. 137 К 50 Л.1 [8]

1.5.3 Розрахунки, пов'язані з підготовкою карти наладки

Розробимо карту налагодження для 065 (Координатно-свердлильної з ЧПК) операції. На даній операції здійснюється обробка трьома інструментами. Нижче зображено траєкторії руху кожного з інструментів. Опорні точки визначені з використанням прикладної програми КОМПАС - 3D V11, та подані в розрахунково-технологічній карті.

Таблиця 1.11- Розрахунково-технологічна карта

Деталь			Операція			Верстат			Система ЧПК				
Стакан Ца8240.210			065 свердлильна			2Д132МФ2			Координата С070-3				
№ опорної точки	Геометрична інформація				Технологічна інформація								
	X, мм	Y, мм	Z, мм	R, мм	t, мм	S, мм/об	S, мм/хв	V, м/хв	n, хв ⁻¹	Напрямок обертання	Охолодження	№ інстр.	L, № коректора
1	+35,0	-60,62	70	8,05	0,4	100	14	250				1	01
2	-35,0	-60,62											
3	-70,0	0											
4	-35,0	+60,62											
5	+35,0	+60,62											
6	+70,0	0											
6	+70,0	0	70	1	0,19	95	28,3	500				2	02
5	+35,0	+60,62											
4	-35,0	+60,62											
3	-70,0	0											
2	-35,0	-60,62											
1	+35,0	-60,62											
1	+35,0	-60,62	11,5	705	1,35	2,5	450	11,3	180			3	03
2	-35,0	-60,62											
3	-70,0	0											
4	-35,0	+60,62											
5	+35,0	+60,62											
6	+70,0	0											
0	0	0											

1.5.4 Нормування технологічного процесу

Нормування проводимо з метою визначення загальної трудомісткості обробки. Докладно процедуру нормування покажемо для 065 операції (Координатно-свердлильна).

1. Визначаємо основний час: $t_{\text{осн}} = 2,89 \text{ хв}$

2. Визначаємо величину допоміжного часу:

2.1 Визначаємо час на зняття і установку деталі

$$t_{\text{уст}} = 2,5 \text{ хв} \quad \text{К16.ЛІ2.ст56.}[9]$$

2.2 Визначаємо час взятий з переходом

$$t_{\text{пер1}} = 0,12 \text{ хв}$$

$$t_{\text{пер2}} = 0,07 \text{ хв}$$

$$t_{\text{пер3}} = 0,12 \text{ хв} \quad \text{К29.ст102.}[9]$$

2.3 Знаходимо час, який зв'язаний з переходом та не ввійшов в комплекс

$$t_{\text{нк1}} = 0,2 \text{ хв}$$

$$t_{\text{нк2}} = 0,08 \text{ хв}$$

$$t_{\text{нк3}} = 0,17 \text{ хв} \quad \text{К29.ЛІ2.ст104.}[9]$$

2.4 Визначаємо час на вимірювання:

$$t_{\text{вим}} = 0,6 \text{ хв} \quad \text{К86. ЛІ10.ст 195.}[9]$$

Знаходимо коефіцієнт періодичності промірів:

$$k_p = 0,02 \quad \text{К87.ЛІ1.ст201.}[9]$$

Таким чином час на вимірювання становитиме $t_{\text{вим}} = 0,02 \cdot 0,6 = 0,012 \text{ хв}$.

2.5 Знаходимо допоміжний час без коефіцієнта, який враховує величину партії

$$t_{\text{доп}}' = t_{\text{уст}} + \sum t_{\text{пер}} + \sum t_{\text{нк}} + t_{\text{вим}} = 2,5 + 0,12 + 0,07 + 0,12 + 0,2 + 0,08 + 0,17 + 0,012 = 3,27 \text{ хв}$$

2.6 Знаходимо коефіцієнт, який залежить від величини партії деталей

$$k = 1,00 \quad \text{К1.ст31.}[9]$$

Арк.

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Таким чином, допоміжний час з врахуванням коефіцієнта на величину партії становитиме:

$$t_{\text{доп}} = t_{\text{доп}}' \cdot k = 3,27 \cdot 1 = 3,27.$$

3. Знаходимо оперативний час

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{м}} + t_{\text{доп}} = 2,89 + 3,27 = 6,16 \text{ хв}$$

4. Знаходимо час на обслуговування робочого місця

$$a = 3,5 \% \quad \text{К32.ст110.[9]}$$

$$t_{\text{обс}} = \frac{a \cdot t_{\text{оп}}}{100} = \frac{3,5 \cdot 6,16}{100} = 0,22$$

5. Знаходимо час на відпочинок

$$b = 4 \% \quad \text{К88.ст203.[9]}$$

$$t_{\text{відп}} = \frac{b \cdot t_{\text{оп}}}{100} = \frac{4 \cdot 6,16}{100} = 0,25$$

6. Знаходимо штучний час

$$t_{\text{шт}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{відп}} = 6,16 + 0,22 + 0,25 = 6,63 \text{ хв}$$

7. Знаходимо підготовчо-заключний час

$$t_{\text{пз}}' = 18 \text{ хв}$$

$$t_{\text{пз}}'' = 7 \text{ хв}$$

$$t_{\text{пз}} = 18 + 7 = 25 \text{ хв} \quad \text{К28.ст101.[9]}$$

8. Знаходимо штучно-калькуляційний час:

$$t_{\text{шт.к}} = \frac{t_{\text{пз}}}{n} + t_{\text{шт}} = \frac{25}{70} + 6,63 = 6,99$$

Всі інші операції нормуємо аналогічно. Для зручності результати нормування зводимо до таблиці 1.12

					БР.ПМ-036.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.12 - Зведена таблиця норм часу

№ операції	Назва операції	Верстат	t_m , хв	$\frac{t_{из}}{n}$, хв	$t_{уст}$, хв	$t_{пер}$, хв	$t_{вим}$, хв	$t_{обс}$, хв	$t_{від}$, хв	$t_{шт}$, хв	$t_{шт.к}$, хв
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
020	Токарна з ЧПК	16К20Ф3	5,48	$\frac{36}{70}$	4,0	1,15	0,22	0,43	0,43	11,71	12,22
035	Токарна з ЧПК	16К20Ф3	4,60	$\frac{36}{70}$	2,4	1,37	0,31	0,35	0,35	9,38	9,89
045	Свердлотно-фрезерно-розточна	2204ВМФ4	11,48	$\frac{39}{70}$	2,5	2,87	0,45	0,69	0,69	18,68	19,24
060	Координатно-свердлильна	2Д132МФ2	4,86	$\frac{25}{70}$	2,5	0,84	0,02	0,29	0,33	8,84	9,20
065	Координатно-свердлильна	2Д132МФ2	2,89	$\frac{25}{70}$	2,5	0,76	0,01	0,22	0,25	6,63	6,99

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

Проводимо розрахунок режимів різання розрахунково-аналітичним методом для чорнового точіння зовнішньої поверхні $\varnothing 110H7^{(+0,035)}$:

Початкові дані:

-обладнання: Токарний верстат з ЧПК;

-інструмент: різець упорний

геометричні параметри: $\varphi=90^\circ$; $\gamma=0$; $\lambda=5^\circ$; $\alpha=12^\circ$; $l=10\text{мм}$; $b \times h=25 \times 25\text{мм}$; $r=1\text{мм}$;

матеріал заготовки сталь 40Х ;

матеріал різця твердий сплав Т15К6;

1) Довжина обробки $l = 53 \text{ мм}$.

2) глибина різання рівна найбільшому припуску: $t=h=1\text{мм}$;

3) Вибираємо подачу: згідно ([3], с. 267, табл. 12) $S = 0,35 \text{ мм/об}$

4) період стійкості різця: при одноінструментальній обробці $T = 20 \text{ хв}$ ([3], ст. 266, табл. 11)

5) Швидкість різання при розточуванні вираховується по формулі:

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

Арк.

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Частота обертів шпинделя, яка відповідає знайденій швидкості різання:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ хв}^{-1};$$
$$n = \frac{1000 \cdot 203}{3,14 \cdot 200} = 591 \text{ об}^{-1};$$

Коректуємо частоту обертання згідно паспортних даних верстата
 $n=560 \text{ хв}^{-1}$;

Визначимо дійсну швидкість різання:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 200 \cdot 560}{1000} = 192 \text{ м/хв}$$

Дійсна подача $S_{\text{хв}} = S_0 \cdot n = 0,35 \cdot 560 = 196 \text{ мм/хв.}$;

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

сила різання: $P_z = 10 C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p$

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

$x = 1$ ([3], ст. 273, табл. 22);

$y = 0,75$ ([3], ст. 273, табл. 22);

$n = -0,15$ ([3], ст. 273, табл. 22)

$K_p = K_{\text{мр}} \cdot K_{\text{фр}} \cdot K_{\text{γр}} \cdot K_{\text{λр}} \cdot K^{\text{ГР}}$,

де: $K_{\text{мр}}$ – коефіцієнт, який враховує оброблюваний матеріал;

$K_{\text{фр}}$ – коефіцієнт, який враховує кут в плані різця;

$K_{\text{γр}}$ – коефіцієнт, який враховує передній кут різця;

$K_{\text{λр}}$ – коефіцієнт, який враховує кут нахилу основної площини різця;

$K_{\text{ГР}}$ – коефіцієнт, який враховує радіус загострення різця;

$$K_{\text{мр}} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n$$

де: $\sigma_B = 200 \text{ МПа}$ – фактичні параметри, що характеризують оброблюваний матеріал;

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

$$K_{\text{мр}} = \left(\frac{600}{750} \right)^{0,75} = 0,84$$

Арк.

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

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

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

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

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

$$K_{\text{р}} = 0,84 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,79;$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,6^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 314^{-0,15} \cdot 0,79 = 1341 \text{ Н}$$

Потужність різання визначаємо за формулою:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1341 \cdot 192}{1020 \cdot 60} = 4,2 \text{ кВт}$$

Згідно знайденої потужності різання проводим перевірку достатності потужності верстата за умовою: $N_{\text{різ}} < N_{\text{шп}}$

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{дв}} \cdot n,$$

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

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

n - ККД верстата;

Згідно паспортних даних верстата 16К20Ф3С5 $N=10$ кВт; $n=0,75$;

$$N_{\text{шп}} = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт};$$

В даному випадку $N_{\text{різ}} < N_{\text{шп}}$ ($4,2 < 7,5$), отже потужність даного верстата достатня для механічної обробки на даних режимах;

$$\text{Основний (машинний) час: } T_o = \frac{L_{\text{рр}}}{S_o \cdot n}, \text{ хв};$$

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

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

де $l_{\text{різ}}$ - довжина оброблюваної поверхні, мм; $l_{\text{різ}} = 53$ мм;

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

$$l_1 + l_2 = 5 \text{ мм};$$

$$L = 53 + 5 = 58 \text{ мм}.$$

$$T_o = \frac{58}{0,35 \cdot 560} = 0,26 \text{ хв};$$

Арк.

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

1.6 Техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу.

Таблиця 1.24 – Розрахунок техніко-економічних показників базового та проектного техпроцесів.

Назва показника та його розрахунок	Показники	
	базові	проектні
1. Коефіцієнт використання матеріалу, K_{BM}	0,36	0,62
2. Планова річна економія основного матеріалу, кг $A_i = m_c \cdot N [(K_{\hat{A}mp})^{-1} - (K_{\hat{A}a})^{-1}] = 58 \cdot 960 \cdot (0,738^{-1} - 0,6^{-1})$	-	4680,4
3. Трудомісткість процесу за штучним часом, хв	64,49	57,34
4. Планова річна економія часу, год $E_T = (\sum T_{\phi\delta . \acute{a}\acute{a}\zeta} - \sum \dot{O}_{\phi\delta . \grave{a}\grave{a}}) \cdot \frac{N}{60} = (139,7 - 73,348) \cdot \frac{960}{60}$	-	904,5
5. Коефіцієнт використання верстатів за основним часом: $K_0 = \frac{\sum T_0}{\sum T_{um}}; K_{ob} = \frac{56,5}{139,7}; K_{onp} = \frac{37,251}{73,348}$	0,588	0,823
6. Коефіцієнт використання верстатів за потужністю: $K_N = \frac{\sum N_p}{\sum N_e}; K_{N\phi} = \frac{33}{295}; K_{Nnn} = \frac{41,2}{165,4}$	0,135	0,6

Покращення техніко-економічних показників пояснюється наступним:

- використанням верстатів відповідної точності і потужності відносно розмірів деталі;
- більш економної заготовки;
- використання верстатів з ЧПК та спеціальних пристроїв з механізованим приводом;
- використання прогресивних режимів різання.

					БР.ПМ- 036.00. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- осьова сила P_0 притискає заготовку до опори.
- Їх дії протидіють, відповідно, сили тертя, що виникають між заготовкою та елементами пристрою в місцях їх контакту від дії сили закріплення Q , та дія самої сили затиску.

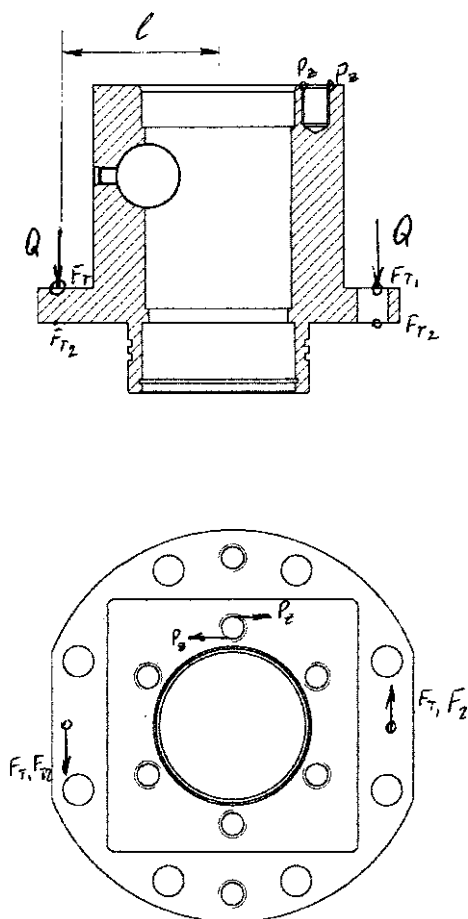


Рисунок 2.1 – Схема дії сил на заготовку $l_1 = 70$ мм; $l_2 = 120$ мм.

Умова рівноваги:

$$K \cdot \left(P_z \cdot \left(l_1 + \frac{D}{2} \right) - P_z \cdot \left(l_1 + \frac{D}{2} \right) \right) - 2 \cdot F_{T1} \cdot r_{np} - 2 \cdot F_{r2} \cdot l_2 = 0;$$

$$k \cdot P_z \cdot D - 2 \cdot (Q \cdot f_1 \cdot r_{np} + Q \cdot f_2 \cdot l_2) = 0;$$

$$k \cdot P_z \cdot D - 2 \cdot Q \cdot (f_1 \cdot r_{np} + f_2 \cdot l_2) = 0,$$

Де коефіцієнт запасу:

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,15 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 2,5;$$

Коефіцієнт тертя:

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

$$f_1 = f_2 = 0,2;$$

Приведений радіус тертя:

$$r_{пр} = \frac{1}{3} \cdot \frac{d_1^3 - d_0^3}{d_1^2 - d_0^2} = \frac{1}{3} \cdot \frac{260^3 - 130^3}{260^2 - 130^2} = 101 \text{ мм};$$

Сила різання

$$P_z = \frac{2M_{кр}}{D}, \text{ тоді}$$

$$2 \cdot K \cdot M_{кр} - 2 \cdot Q \cdot (f_1 \cdot r_{пр} + f_2 \cdot l_2) = 0$$

Отже,

$$Q = \frac{2 \cdot K \cdot M_{кр}}{2 \cdot (f_1 \cdot r_{пр} + f_2 \cdot l_2)} = \frac{2 \cdot 2,5 \cdot 99 \cdot 10^3}{2 \cdot (0,2 \cdot 101 + 0,2 \cdot 102)} = 8600 \text{ Н}.$$

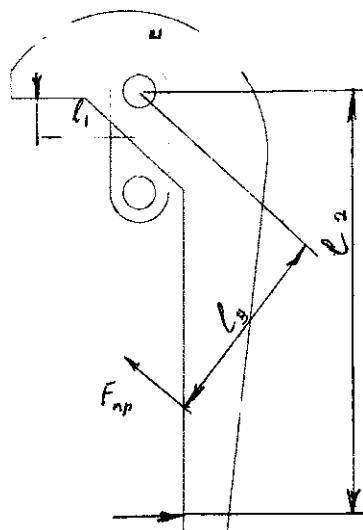


Рисунок 2.2 – Схема дії сил на прихват

Зусилля передається через прихват (рисунок 2.2):

$$l_1 = 50 \text{ мм}; \quad l_2 = 190 \text{ мм}; \quad ; \quad l_3 = 70 \text{ мм}.$$

Умови рівноваги:

$$W \cdot l_2 = F_{пр} \cdot l_3 + Q \cdot l_1 + M_T$$

де:

- $M_T = Q \cdot l_1 \cdot f$ - момент тертя в парі штифт-планка;

- f - коефіцієнт тертя;

- $F_{пр} = q \cdot l_{пр}$ - зусилля пружини;

- $q = 28 \text{ Н/мм}$ - жорсткість пружини;

						БР.ПМ-036.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

- $l_{\text{пр}} = 50$ мм - деформація пружини.

Умова рівноваги набуде вигляду:

$$W \cdot l_2 = q \cdot l_{\text{пр}} \cdot l_3 + Q \cdot l_1 \cdot (1 + f)$$

Звідси знаходимо необхідну силу рушія:

$$W = \frac{q \cdot l_{\text{пр}} \cdot l_3 + Q \cdot l_1 \cdot (1 + f)}{l_2} = \frac{28 \cdot 50 \cdot 70 + 8600 \cdot 50 \cdot (1 + 0,1)}{190} = 3005 \text{ Н}$$

Вираховуємо необхідний діаметр пневмоциліндра:

$$D_{\eta} = \sqrt{\frac{4 \cdot W}{\pi \cdot p \cdot \eta}},$$

де: - $\eta = 0,9$ - ККД пневмоциліндра;

- $p = 0,6$ МПа - тиск в пневмосистемі;

Отже:

$$D_{\eta} = \sqrt{\frac{4 \cdot 3005}{3,14 \cdot 0,6 \cdot 0,9}} = 84,2 \text{ мм},$$

Приймаємо $D_{\eta}^{\text{ст}} = 100$ мм з стандартного ряду діаметрів.

Вираховуємо дійсне зусилля на штоці пневмоциліндра:

$$W_{\text{д}} = \frac{\pi \cdot (D_{\eta}^{\text{ст}})^2}{4} \cdot p \cdot \eta = \frac{3,14 \cdot 100^2}{4} \cdot 0,6 \cdot 0,9 = 4239 \text{ Н}$$

З урахування того, що дійсне значення зусилля на штоці переважає необхідне значення $Q = 8600$ Н, пневмоапаратуру настроюємо на тиск $p = 0,45$ МПа.

Тоді дійсне значення зусилля дорівнює:

$$W_{\text{д}} = \frac{3,14 \cdot 100^2}{4} \cdot 0,45 \cdot 0,9 = 3179 \text{ Н}.$$

Звідси, дійсне значення зусилля:

$$Q = \frac{W \cdot l_2 - q \cdot l_{\text{пр}} \cdot l_3}{l_1 \cdot (1 + f)} = \frac{3179 \cdot 190 - 28 \cdot 50 \cdot 70}{50 \cdot (1 + 0,1)} = 9729 \text{ Н}$$

Арк.

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

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

2.2.2 Силіві розрахунки слабких ланок

2.2.1 Розрахунок пристрою на міцність

Міцність пристрою характеризується відповідністю його слабкої ланки умовам міцності.

Слабкою ланкою є штифт. На вісь діє сила R - результуюча сила затиску деталі Q і сили на штоку пневмоциліндра W :

$$R = \sqrt{Q^2 + W^2} = \sqrt{9729^2 + 3179^2} = 10235 \text{ Н};$$

Найбільший згинальний момент діє посередині осі:

$$M_{зг} = \frac{R}{2} \cdot \frac{l}{2} = \frac{10235 \cdot 32 \cdot 10^{-3}}{4} = 81,8 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Нормальне напруження $G_{зг}$:

$$G_{зг} = \frac{M_{зг}}{W};$$

$$W = 0,1 \cdot d^3 = 0,1 \cdot (16 \cdot 10^{-3})^3 = 0,4096 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$G_{зг} = \frac{81,8 \cdot 10^{-6}}{0,4096 \cdot 10^{-6}} = 199,7 \text{ мПа} < [G_{зг}]_{\text{доп}} = 250 \text{ мПа}$$

де $[G_{зг}]_{\text{доп}} = 250 \text{ мПа}$ для сталі 40Х покращеної.

Умова виконується.

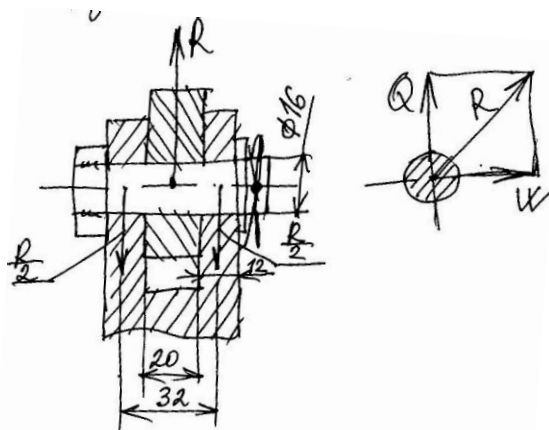


Рисунок 2.3 Розрахункова схема осі кріплення важеля

					БР.ПМ-036.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2.3 Розрахунок пристрою на точність і довговічність

За рекомендаціями стандартів та технічної літератури встановлюємо виконавчі розміри пристрою:

- Допуск паралельності опорних поверхонь опор (поз.9) до основи пристрою за 6 ступенем точності ГОСТ 24643-81 ([9], табл. 5.10, с.116) $T_{Ил} = 0,025$ мм ([9], табл. 5.3, с.108).

- Точність виготовлення пальця (поз.18) за г6 ([9], с.568).

Точність координати отворів залежить від точності верстату. Зміщення групи отворів від номінального розташування залежить від точності пристрою.

За центр координат налагоджування верстату прийнято циліндричний палець, розташований справа.

Розрахунок точності пристрою виконуємо за визначенням точності розміру L_1 – між базою та оброблюваними отворами при координатному способі досягнення точності.

$$\varepsilon_{пр} = \sqrt{\left(\frac{T_{L_1}}{1,2}\right)^2 \cdot \left(1 - \frac{\omega}{T_{L_1}}\right)^2 - \varepsilon_6^2 - \varepsilon_3^2}$$

$$T_{L_1} = \pm 0,25 \text{ мм}; \omega = 0,05 \text{ мм.}$$

Похибка закріплення $\varepsilon_3 = 0$ - напрям сили закріплення співпадає з напрямом обробки.

Похибка базування ε_{61} залежить від величини зміщення базуючого пальця:

$$\varepsilon_{61} = \sqrt{0,025^2 + 0,06^2} = 0,065 \text{ мм}$$

$$\varepsilon_{62} = \frac{(S_{max} + \Delta_{г.сп})}{2}, \text{ мм.}$$

Де S_{max} – найбільший зазор між отвором шайби $\varnothing 130G7 \begin{pmatrix} +0,054 \\ +0,014 \end{pmatrix}$ та деталлю $\varnothing 130h9 \begin{pmatrix} \\ -0,1 \end{pmatrix}$ мм

$$S_{max} = 0,054 + 0,1 = 0,154 \text{ мм } \Delta_{г.сп} = 0,0009 \text{ мм}$$

$$\varepsilon_{62} = \frac{(0,154 + 0,0009)}{2} = 0,07745 \text{ мм}$$

$$\varepsilon_{62} = \sqrt{0,065^2 + 0,07745^2} = 0,1011 \text{ мм}$$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \sqrt{\left(\frac{0,2}{1,2}\right)^2 \cdot \left(1 - \frac{0,05}{0,25}\right)^2 - 0,1011^2} = \sqrt{0,01777 - 0,01022} = 0,127 \text{ мм}$$

тобто прийнята точність пристрою достатня.

Довговічність пристрою визначаємо за умовою, що $\varepsilon_{\text{пр}} = 0$, що буде, якщо

$$\varepsilon_{\text{б max}} = \sqrt{0,01777} = 0,133 \text{ мм.}$$

Визначаємо граничне спрацювання: $\Delta_{\text{г.сп.max}} = 2\varepsilon_{\text{б max}} - S_{\text{max}}$

$$\varepsilon_{\text{б2 max}} = \sqrt{\varepsilon_{\text{б max}}^2 - \varepsilon_{\text{б1}}^2} = \sqrt{0,1332^2 - 0,065^2} = 0,116 \text{ мм}$$

$$\Delta_{\text{г.сп.max}} = 2 \cdot 0,133 - 0,154 = 0,112 \text{ мм.}$$

Термін служби до заміни циліндричних пальців в деталях:

$$N_{\text{max}} = N \cdot \frac{\Delta_{\text{г.сп.max}}}{\Delta_{\text{г.сп.}}} = 960 \cdot \frac{0,112}{0,0009} = 119467 \text{ шт.}$$

$$l_1 = 120 \text{ мм; } l_2 = 90 \text{ мм.}$$

Умови рівноваги:

$$K \cdot \left(P_z \cdot \left(l_1 + \frac{D}{2} \right) - P_z \cdot \left(l_1 + \frac{D}{2} \right) \right) - 2 \cdot F_{T1} \cdot r_{\text{пр}} - 2 \cdot F_{r2} \cdot l_2 = 0;$$

$$k \cdot P_z \cdot D - 2 \cdot \frac{Q}{2} \cdot (f_1 \cdot r_{\text{пр}} + f_2 \cdot l_2) = 0,$$

Де коефіцієнт запасу: $K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,15 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 2,5$;

Коефіцієнт тертя: $f_1 = f_2 = 0,2$;

$$\text{Приведений радіус тертя: } r_{\text{пр}} = \frac{1}{3} \cdot \frac{130^3 - 110^3}{130^2 - 110^2} = 58 \text{ мм;}$$

Сила різання: $P_z = \frac{2M_{\text{кр}}}{D}$, тоді

$$2 \cdot K \cdot M_{\text{кр}} - Q \cdot (f_1 \cdot r_{\text{пр}} + f_2 \cdot l_2) = 0$$

$$\text{Звідси: } Q = \frac{2 \cdot K \cdot M_{\text{кр}}}{f_1 \cdot r_{\text{пр}} + f_2 \cdot l_2} = \frac{2 \cdot 2,5 \cdot 99 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 58 + 0,2 \cdot 90} \approx 16723 \text{ Н} - \text{зусилля на штоці тягнуче.}$$

Вибираємо згідно [2] при робочому тиску $p = 6,3 \text{ МПа}$ пневмоциліндр діаметром 200 мм із дійсним тягнучим зусиллям на штоці не менше 17070 Н.

Арк.

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

2.2.4 Розрахунок пристрою на точність

Розрахунок верстатного пристрою на точність

Допустима похибка пристрою визначається формулою:

$$[\varepsilon_{\text{пр}}] = T/2 - \sqrt{(0,85 \cdot \varepsilon_6)^2 + \varepsilon_3^2 + (0,85 \cdot \omega)^2 + \varepsilon_{\text{ін}}^2}.$$

Тут T – запуск на витримувані розміри;

ε_6 – похибка базування;

ε_3 – похибка закріплення;

ω – економічна точність методу обробки;

$\varepsilon_{\text{ін}}$ – похибка індексації.

Похибка ε_6 виникає внаслідок максимального зазору при базуванні деталі на

палець по внутрішньому отворі деталі по посадці $\varnothing 110 \begin{matrix} H9 \\ f9 \end{matrix} \begin{pmatrix} +0,115 \\ -0,050 \\ -0,165 \end{pmatrix}$.

$$\varepsilon_6 = S_{\text{max}} = 0,280 \text{ мм.}$$

Похибка $\varepsilon_3 = 0$ направлена паралельно до виконуваного розміру і не впливає на точність обробки отвору.

$\omega = 0,008$ мм для даного методу обробки.

$\varepsilon_{\text{ін}} = 0,05$ мм (по паспорту верстата).

$$\begin{aligned} [\varepsilon_{\text{пр}}] &= 1,4/2 - \sqrt{(0,85 \cdot 0,28)^2 + 0^2 + (0,85 \cdot 0,08)^2 + 0,05^2} = \\ &= 1,166 - \sqrt{0,057 + 0 + 0,005 + 0,0025} = 1,166 - \sqrt{0,0645} = 1,166 - 0,25 = \\ &= 0,911 \text{ мм} \end{aligned}$$

2.3 Розрахунок рівня уніфікації пристрою

$$\text{Коефіцієнт уніфікації: } K_y = \frac{\sum_{\text{заг}} - \sum o}{\sum_{\text{заг}}} \cdot 100 \%$$

$\sum_{\text{заг}} = 21$ – загальне число найменувань деталей та складальних одиниць в пристрої, шт;

$\sum o = 11$ – число найменувань оригінальних деталей та складальних одиниць, шт.

$$K_y = \frac{21 - 11}{21} \cdot 100 \% = 47,62\%$$

					БР.ПМ-036.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 РОЗРОБЛЕННЯ КЕРУЮЧОЇ ПРОГРАМИ ДЛЯ ВЕРСТАТА З ЧПК

Для розроблення керуючих програм обробки стінки на верстаті з ЧПК використовую програмну систему PowerMill від компанії Autodesk.

Перед роботою в програмі PowerMill необхідно було створити 3D-моделі деталі та заготовки. Ці моделі були побудовані в програмі Autodesk Inventor (рис. 3.1, а), б)).

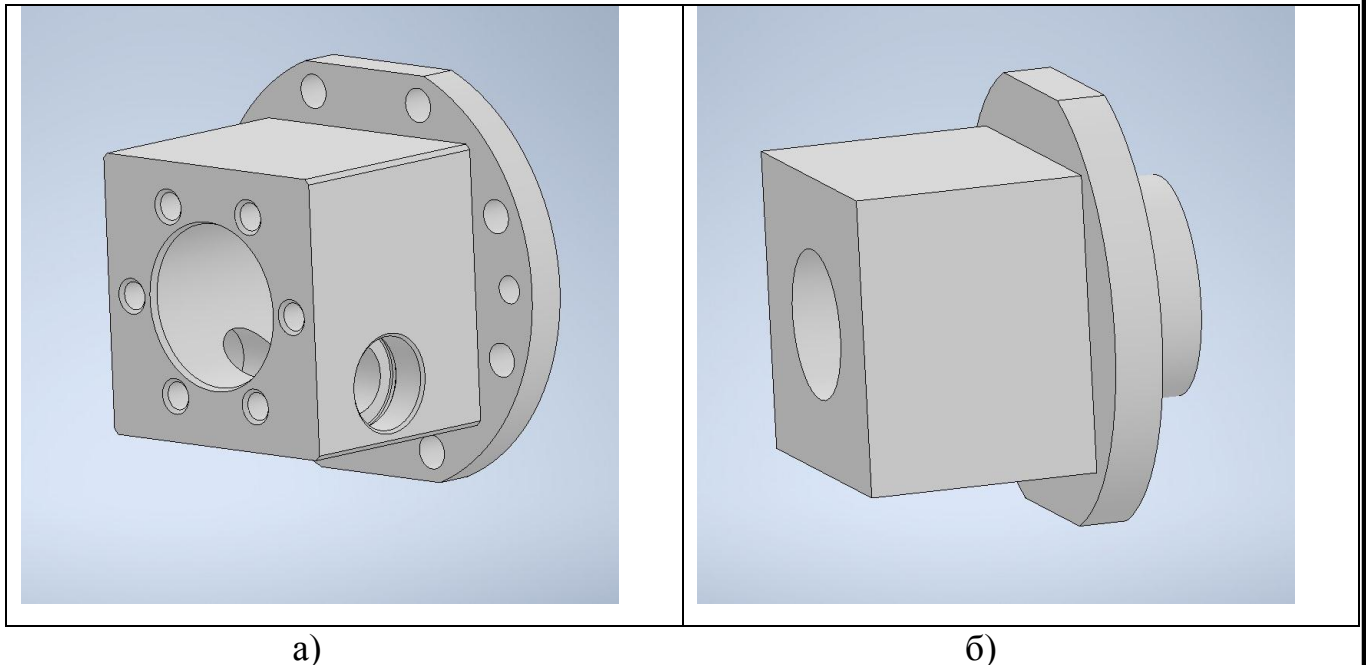


Рисунок 3.1 – 3D-моделі деталі (а) та заготовки (б)

Побудовані моделі імпортуються в систему PowerMill в універсальному форматі «*.igs» (рисунки 3.2-3.3).

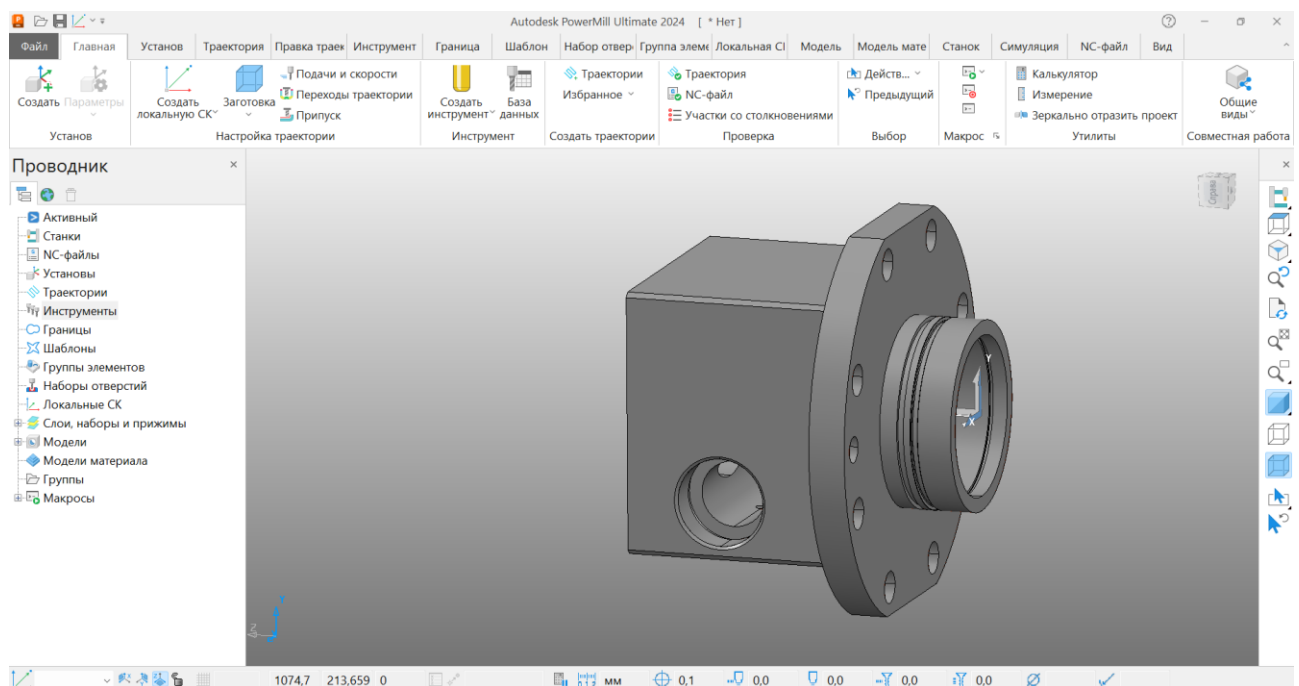


Рисунок 3.2 – Модель стакана, імпортована в систему PowerMill

					БР.ПМ-036.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

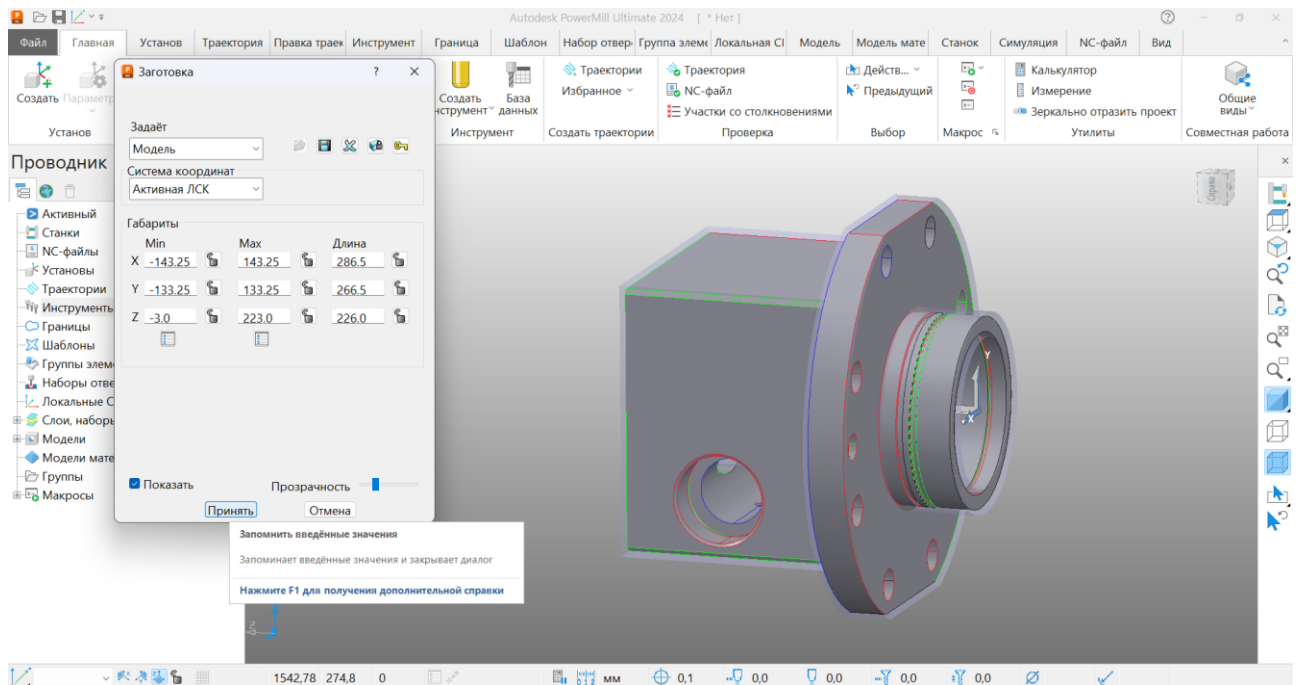


Рисунок 3.3 – Вибір способу задання заготовки

Проектування траєкторій обробки поверхонь стакана на верстаті з ЧПК (операції 020 та 035) подано на рисунках 3.4 – 3.50. Керуючі програми обробки наведені в Додатку.

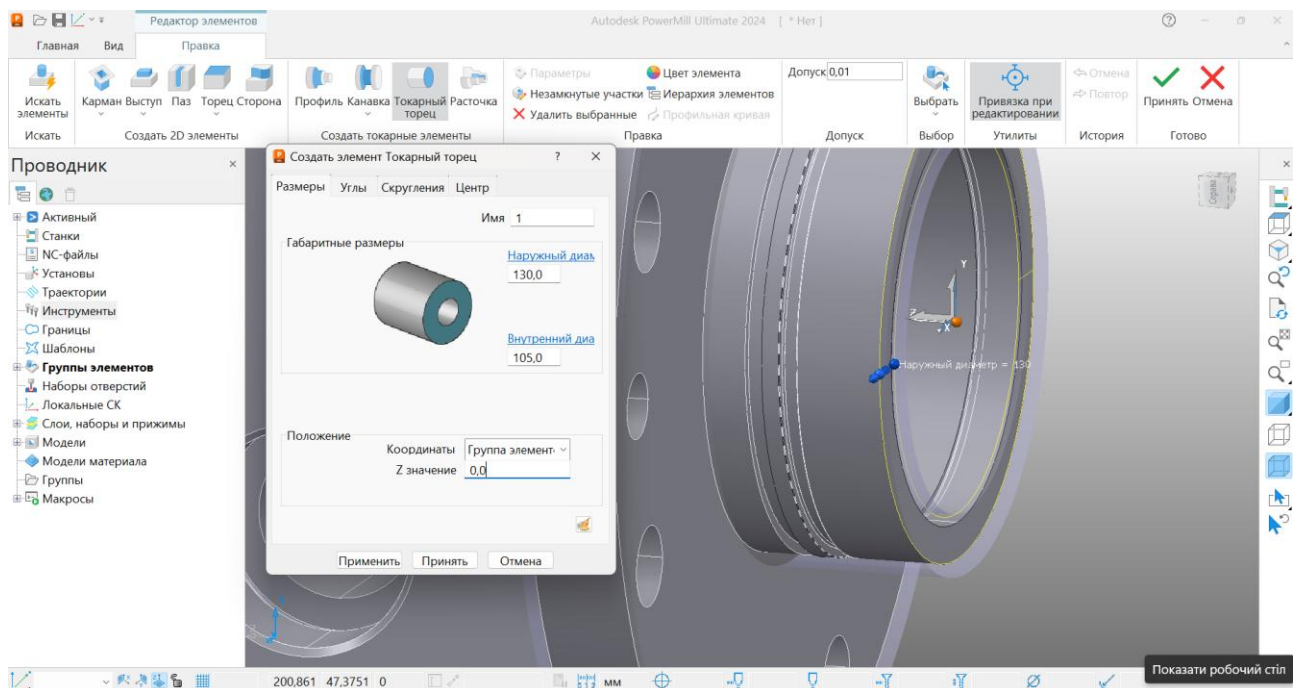


Рисунок 3.4 – Створення елемента «Токарний торець»

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

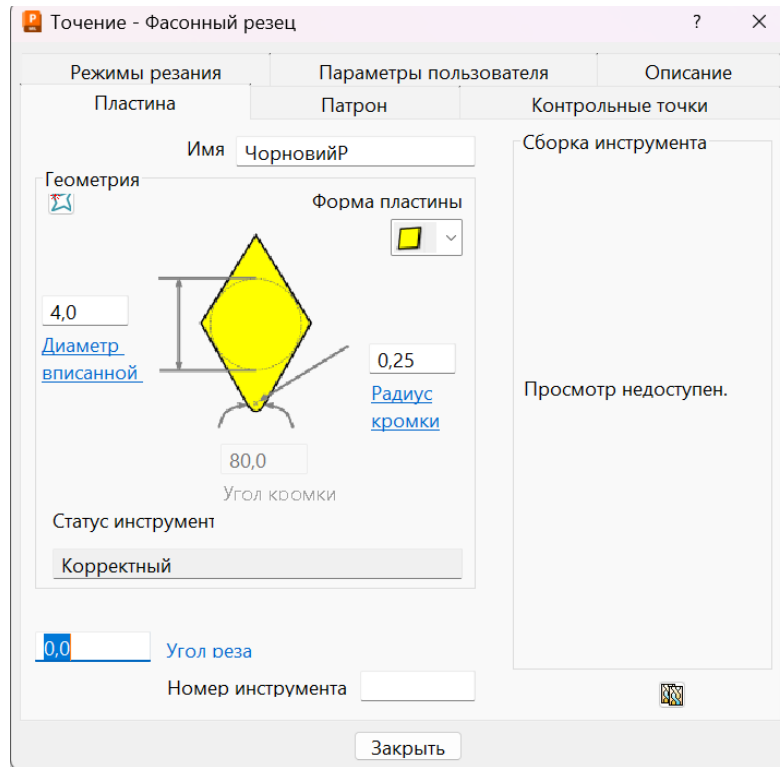


Рисунок 3.5 – Створення моделі чорнового різця

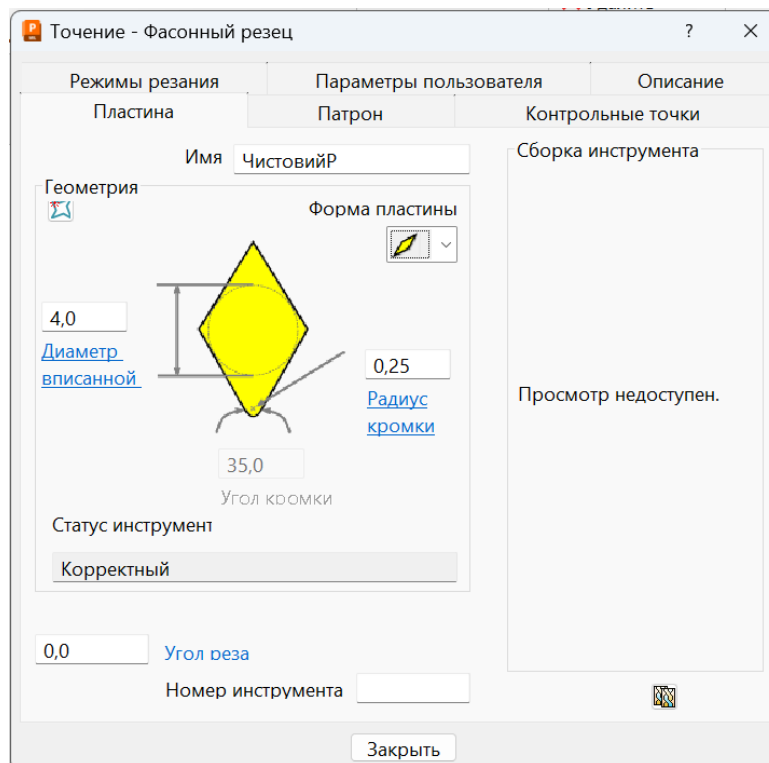


Рисунок 3.6 – Створення моделі чистового різця

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

Арк.

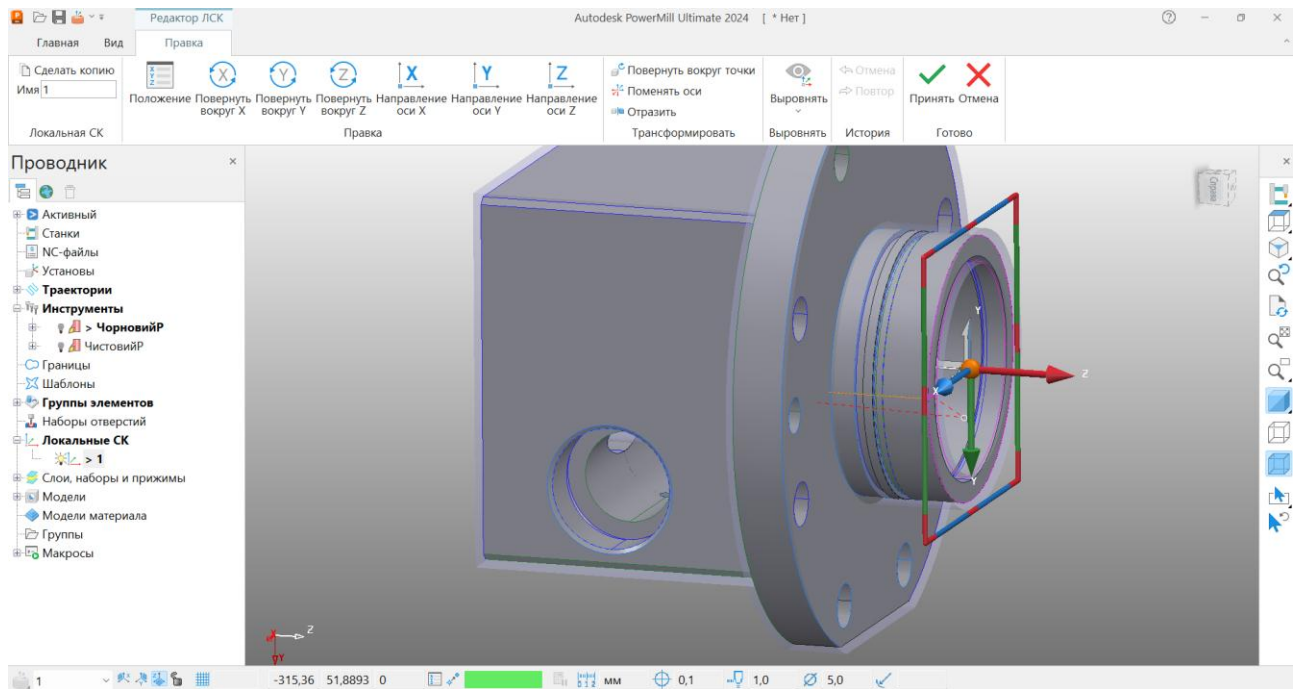


Рисунок 3.7 – Створення локальної системи координат

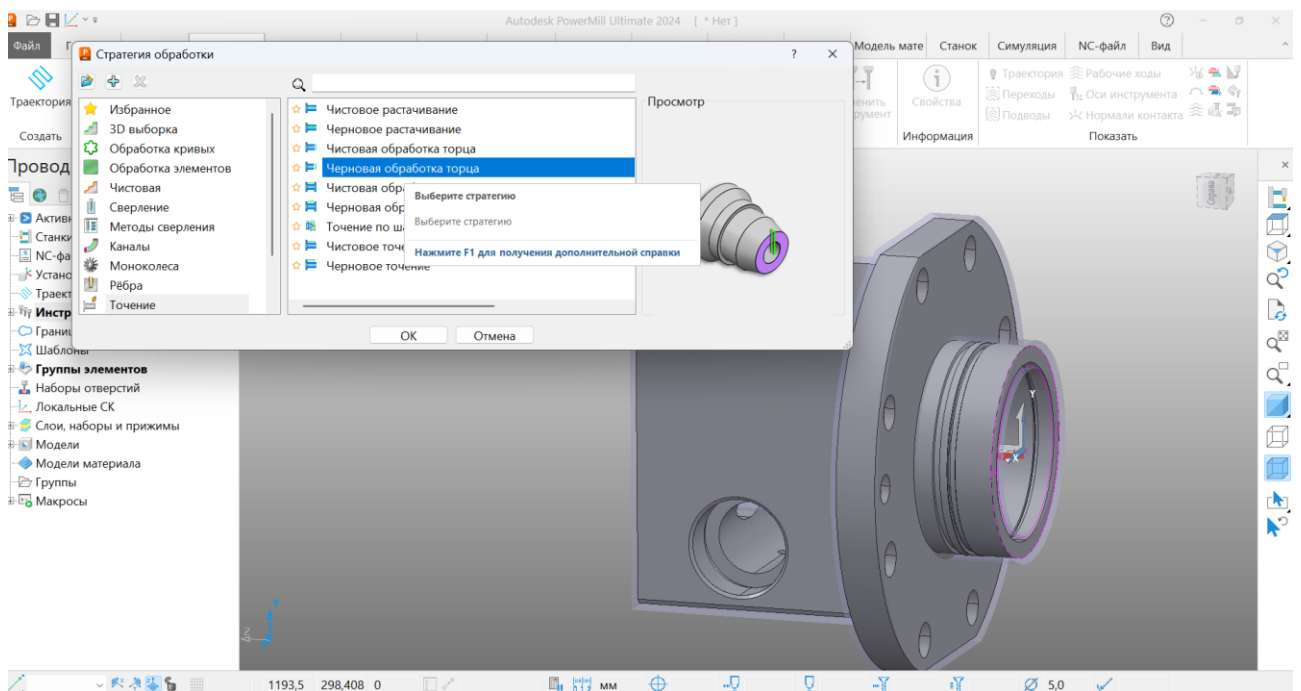


Рисунок 3.8 – Вибір стратегії обробки

					БР.ПМ-036.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

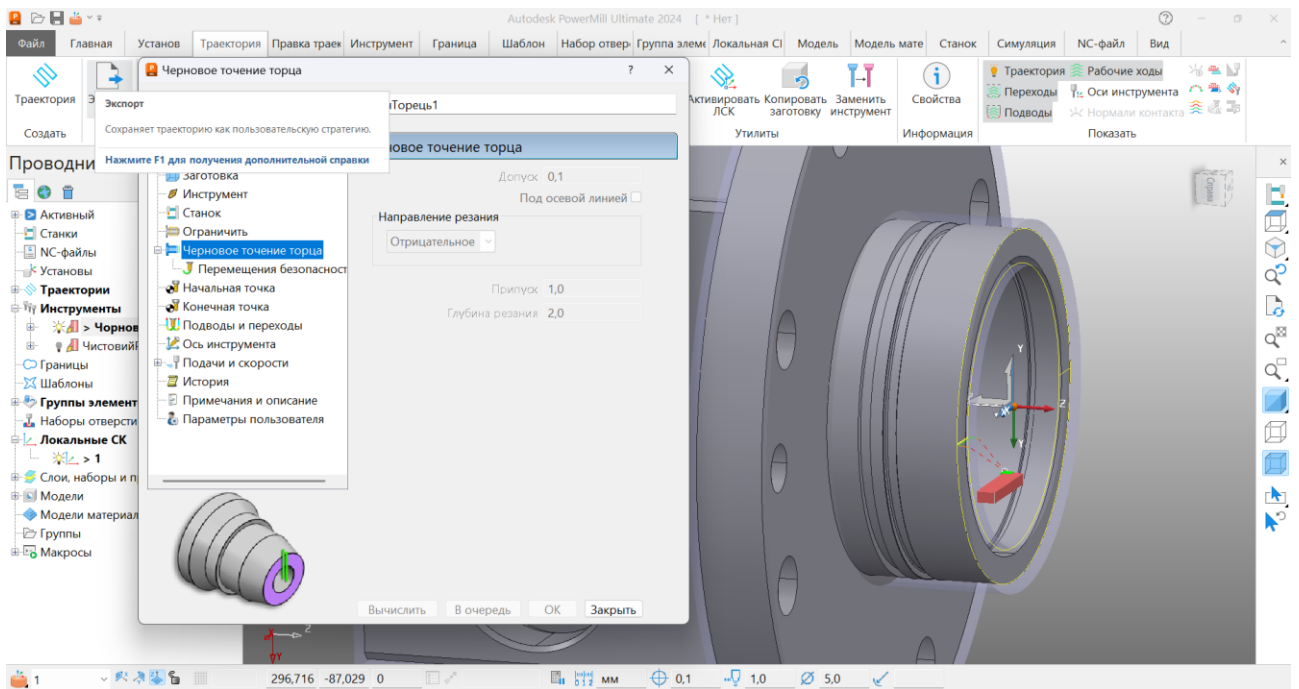


Рисунок 3.9 – Проектування чорнового точіння торця

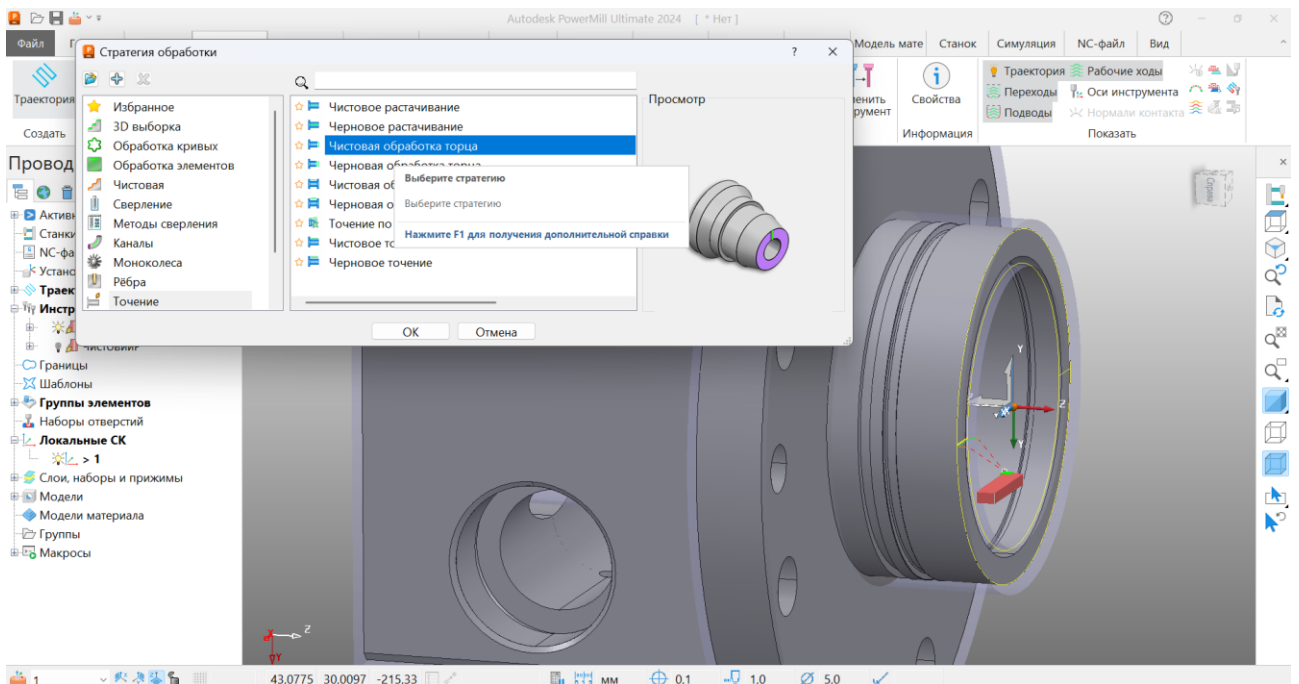


Рисунок 3.10 – Вибір стратегії обробки

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

Арк.

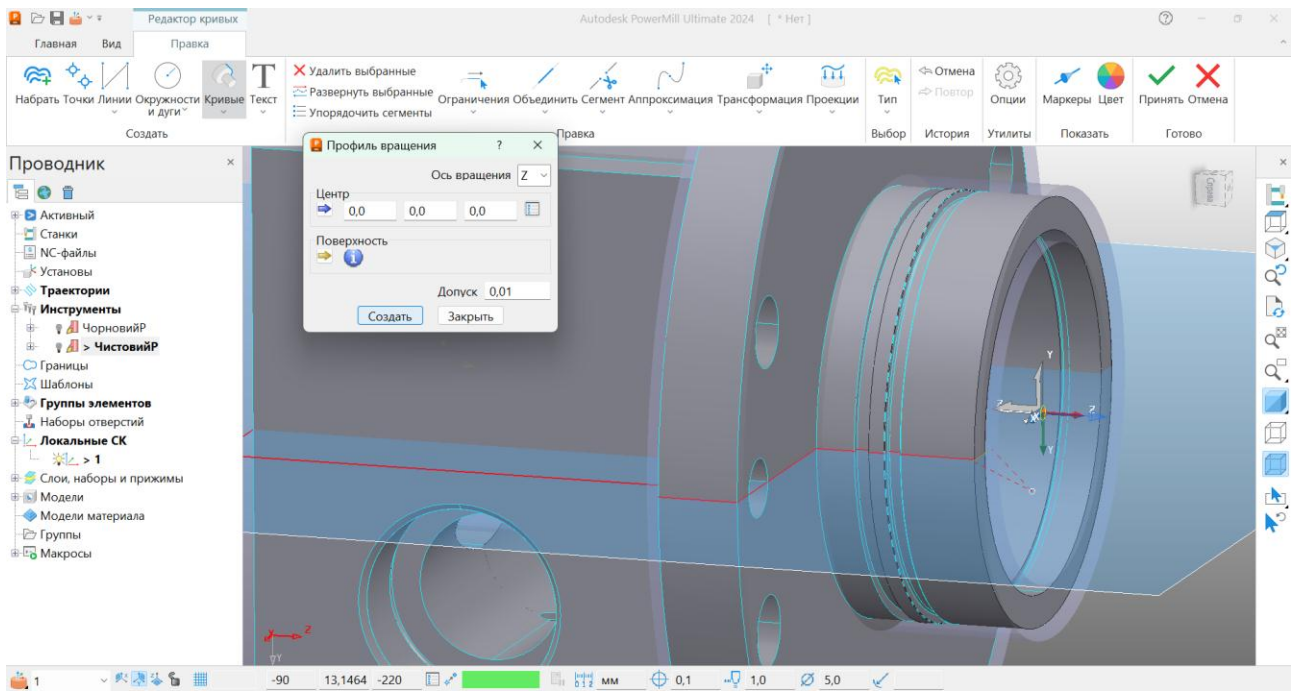


Рисунок 3.13 – Осьевой перетин площадью

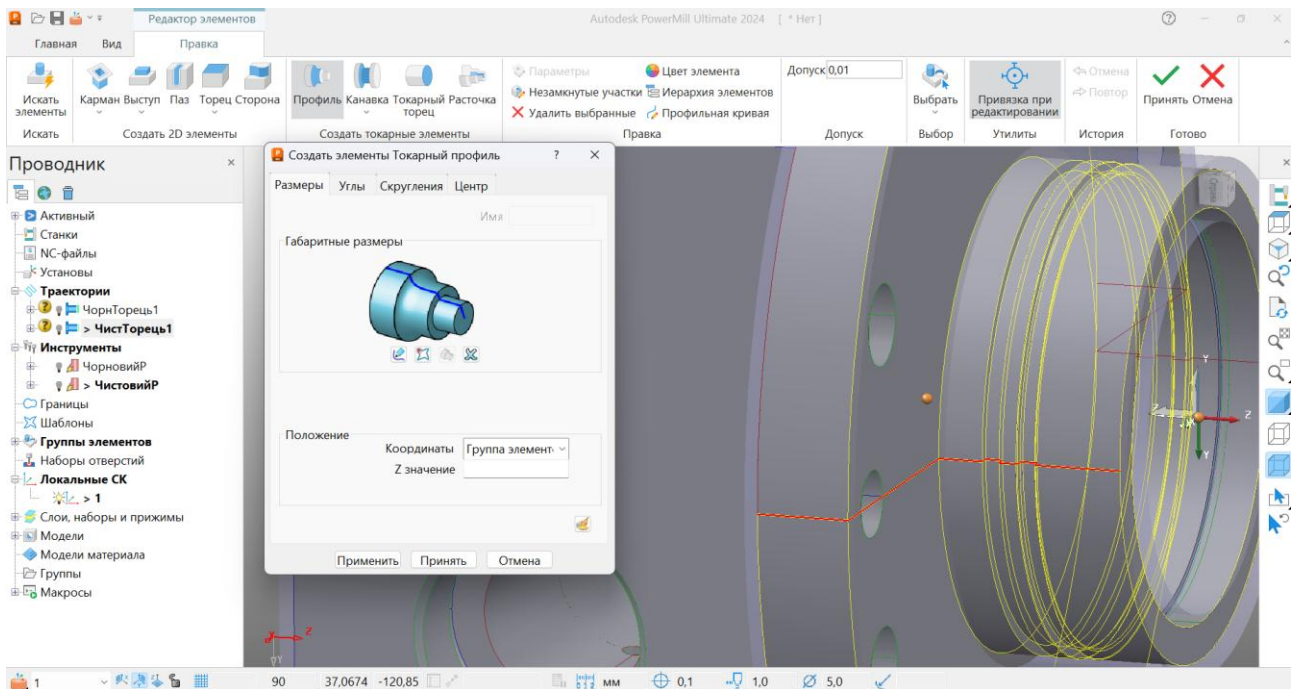


Рисунок 3.14 – Отриманий токарний профіль

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

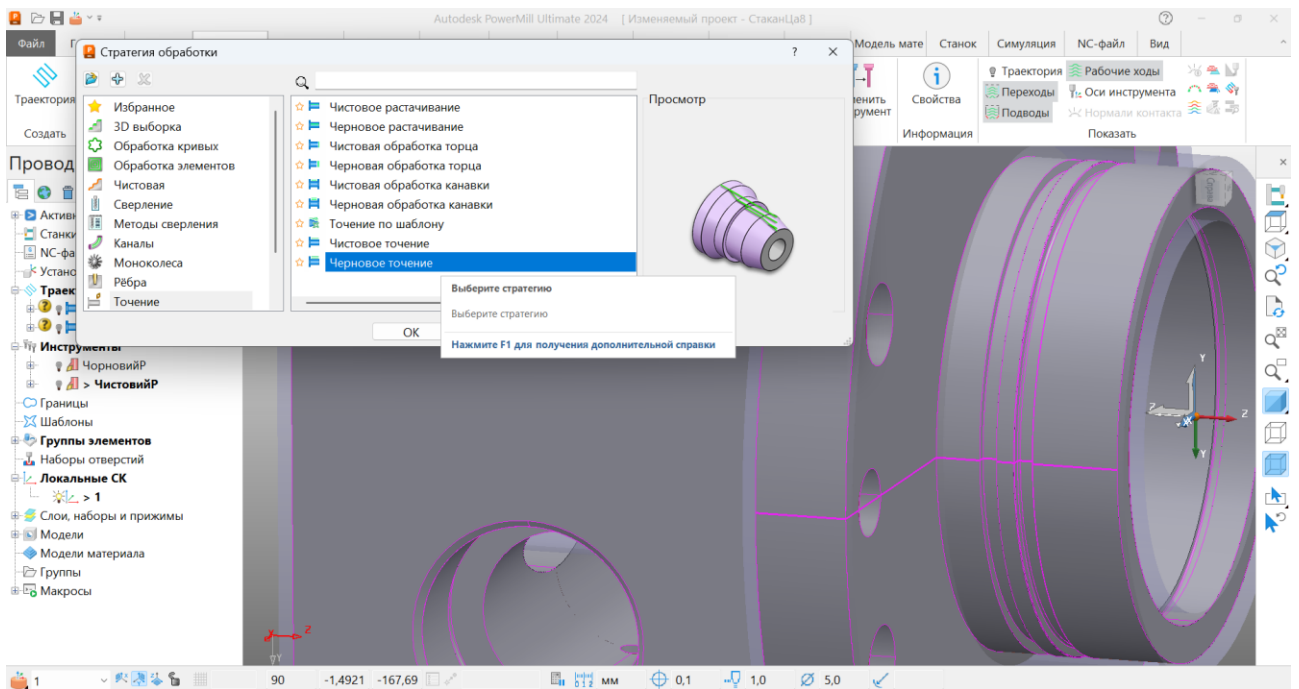


Рисунок 3.15 – Вибір стратегії обробки

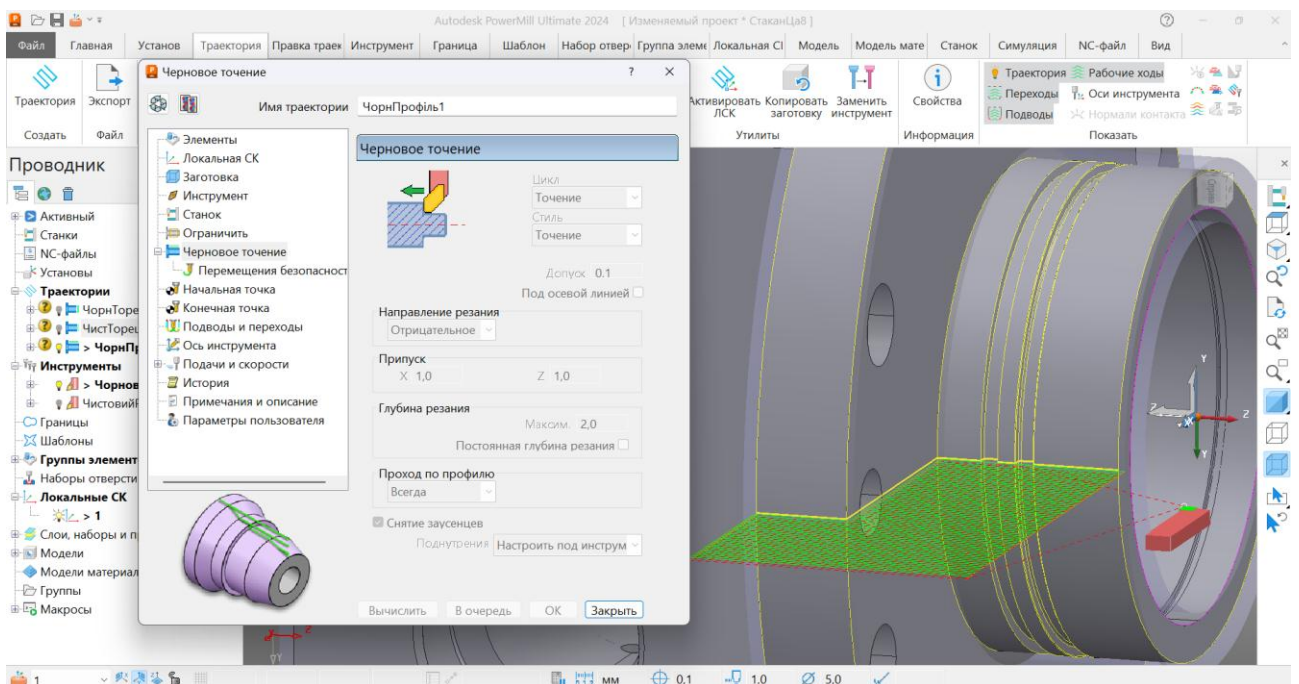


Рисунок 3.16 – Проектування чорнового точіння

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
БР.ПМ-036.00.000 ПЗ									

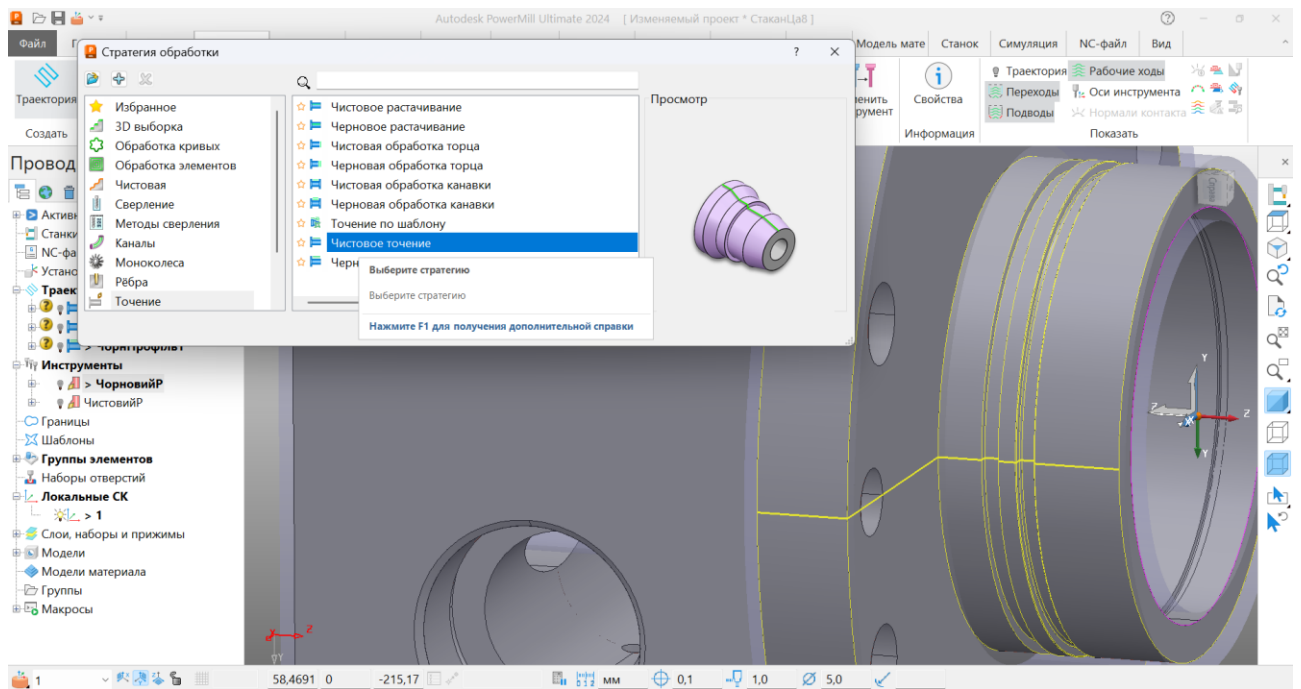


Рисунок 3.17 – Вибір стратегії обробки

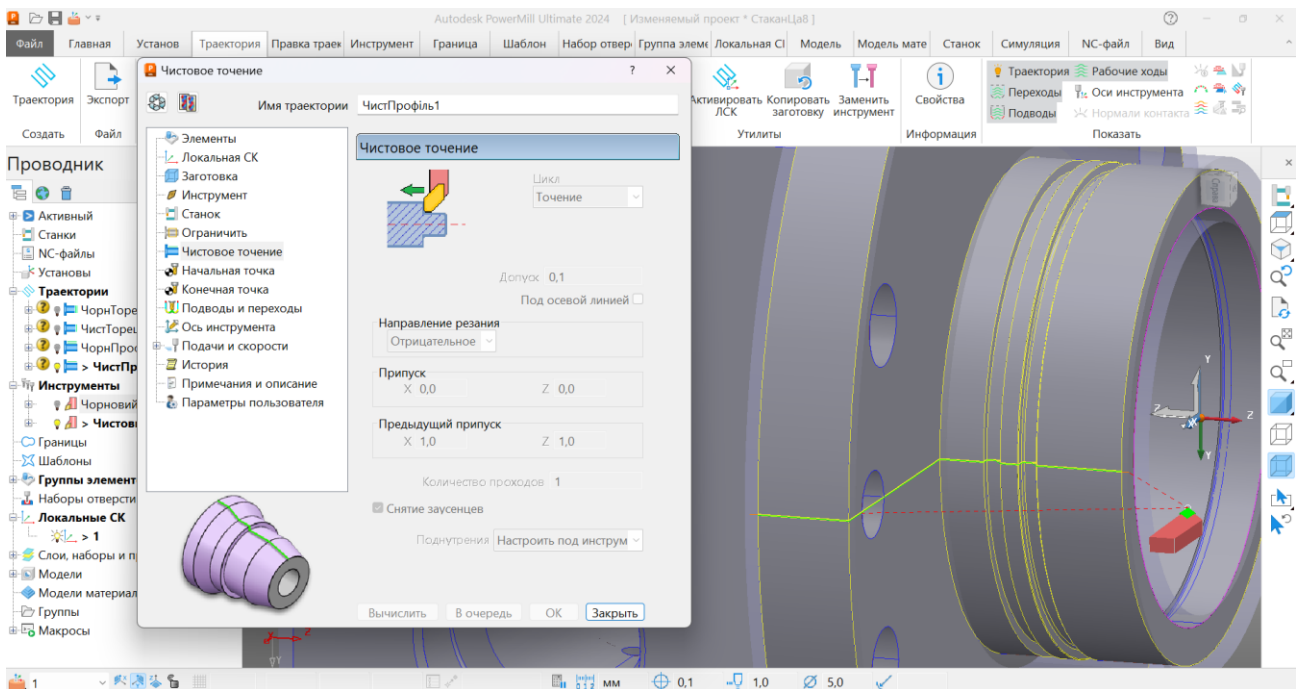


Рисунок 3.18 – Проектування чистового точіння

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

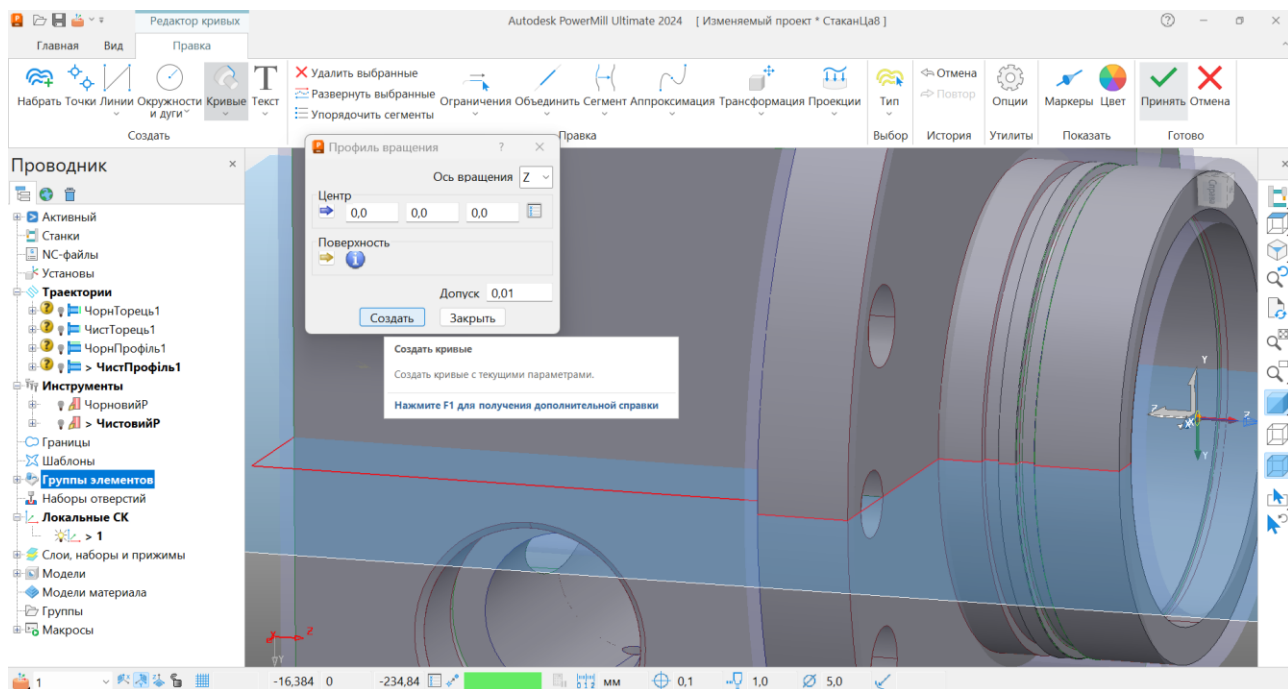


Рисунок 3.19 – Осьевой перетин площадью

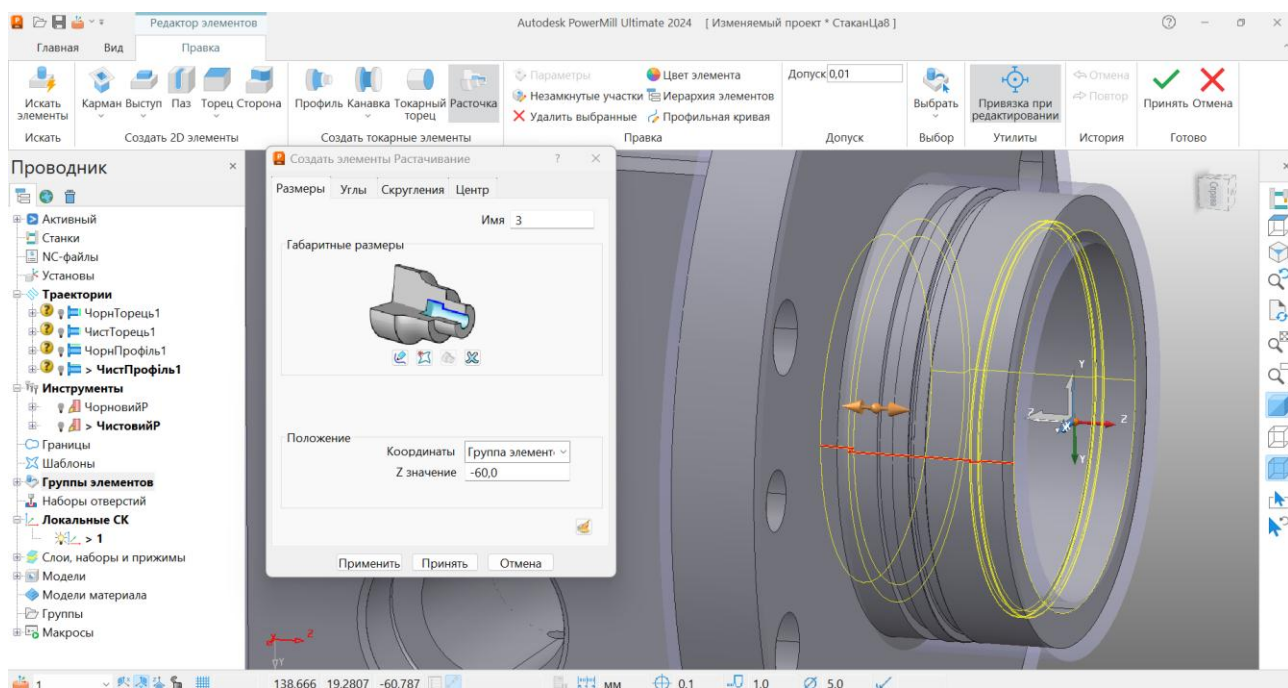


Рисунок 3.20 – Отримання профілю розточування

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

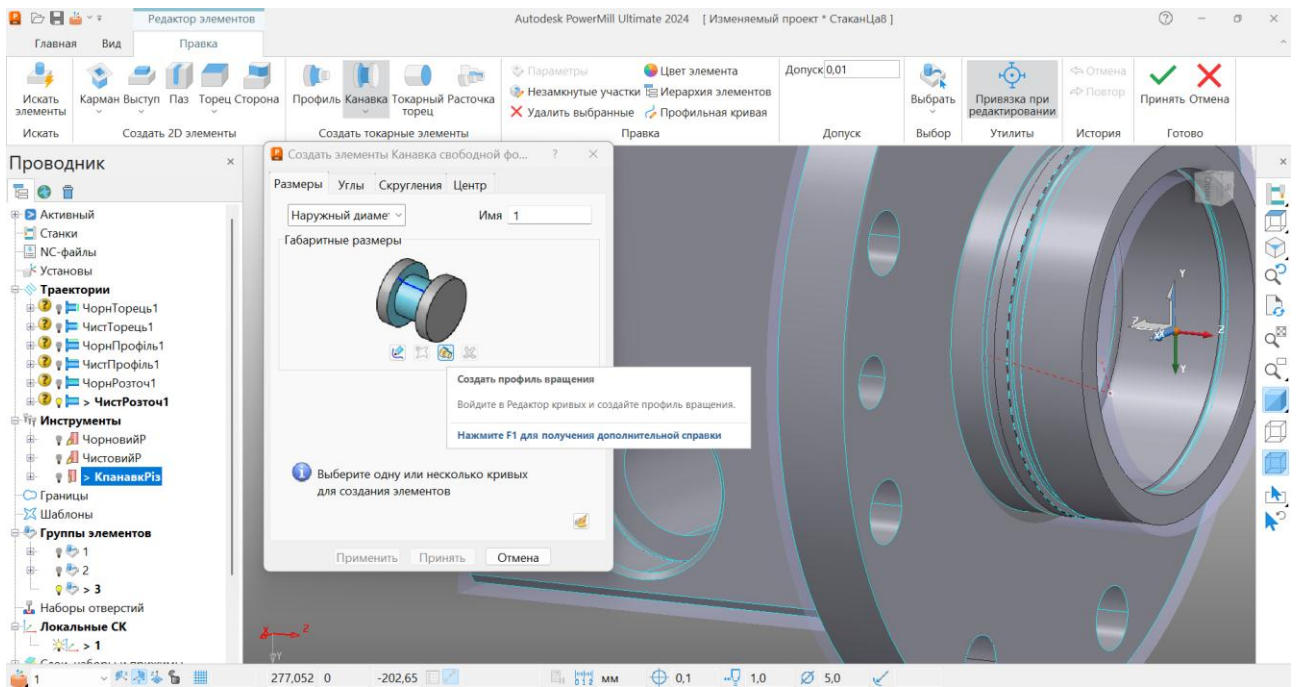


Рисунок 3.25 – Створення елементу «Канавка»

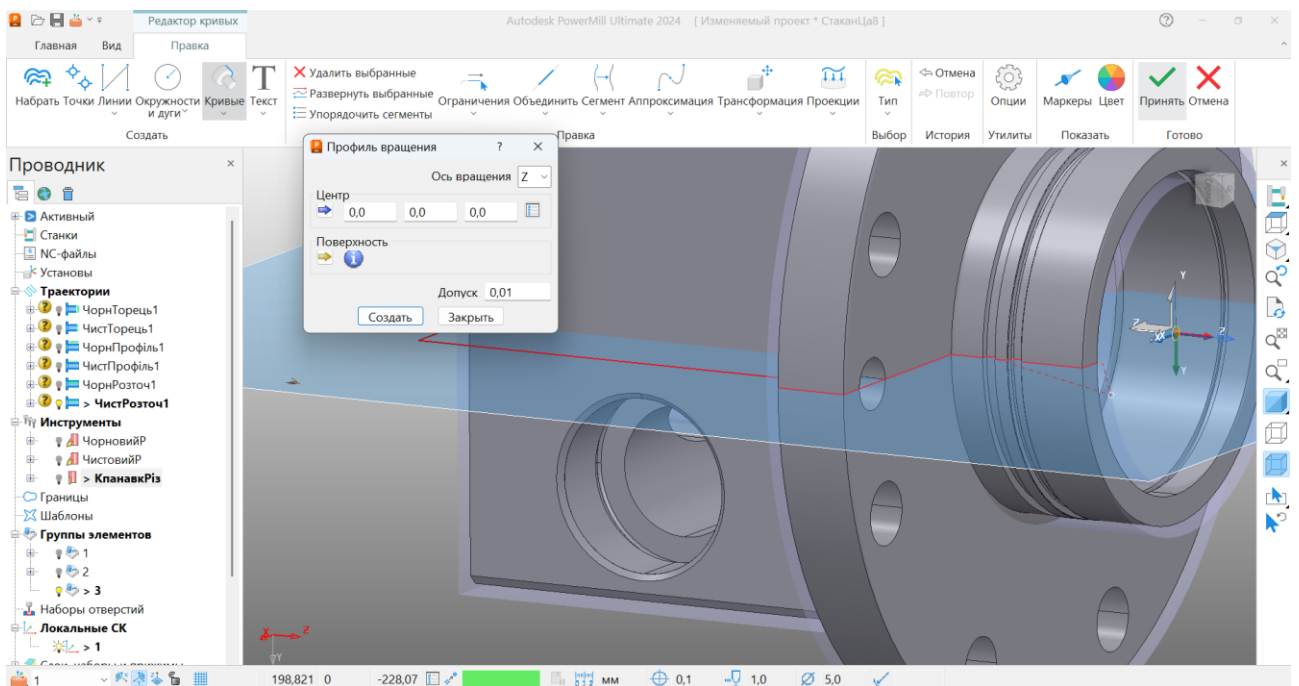


Рисунок 3.26 – Осьовой перетин площадью

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

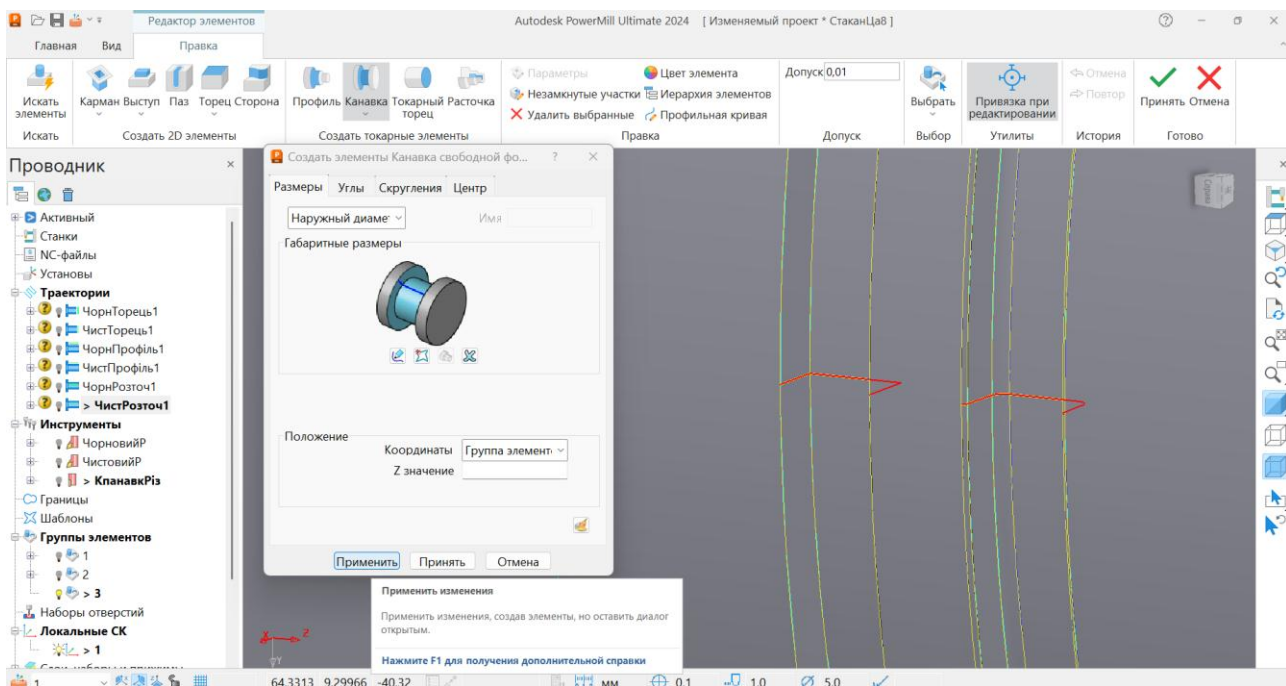


Рисунок 3.27 – Отримані профілі канавок

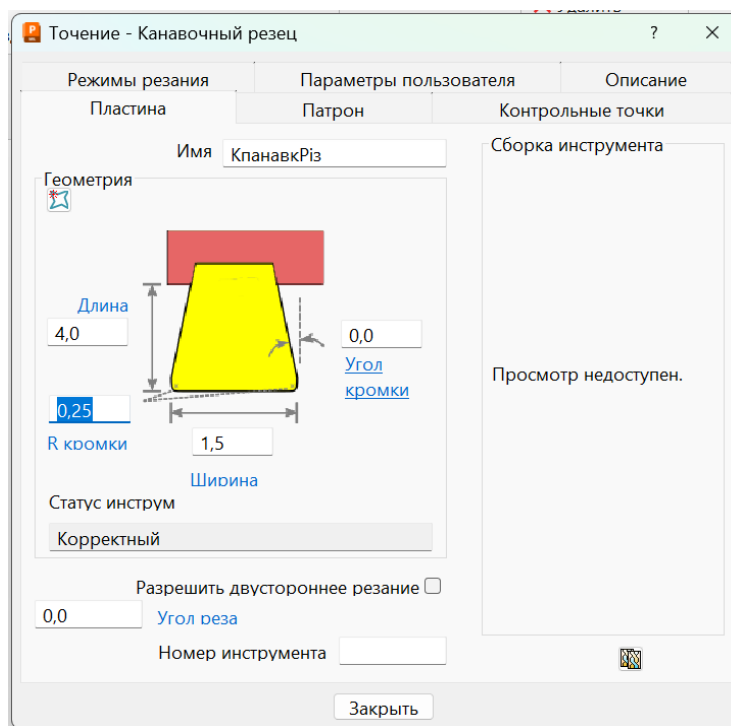


Рисунок 3.28 – Створення моделі канавкового різця

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

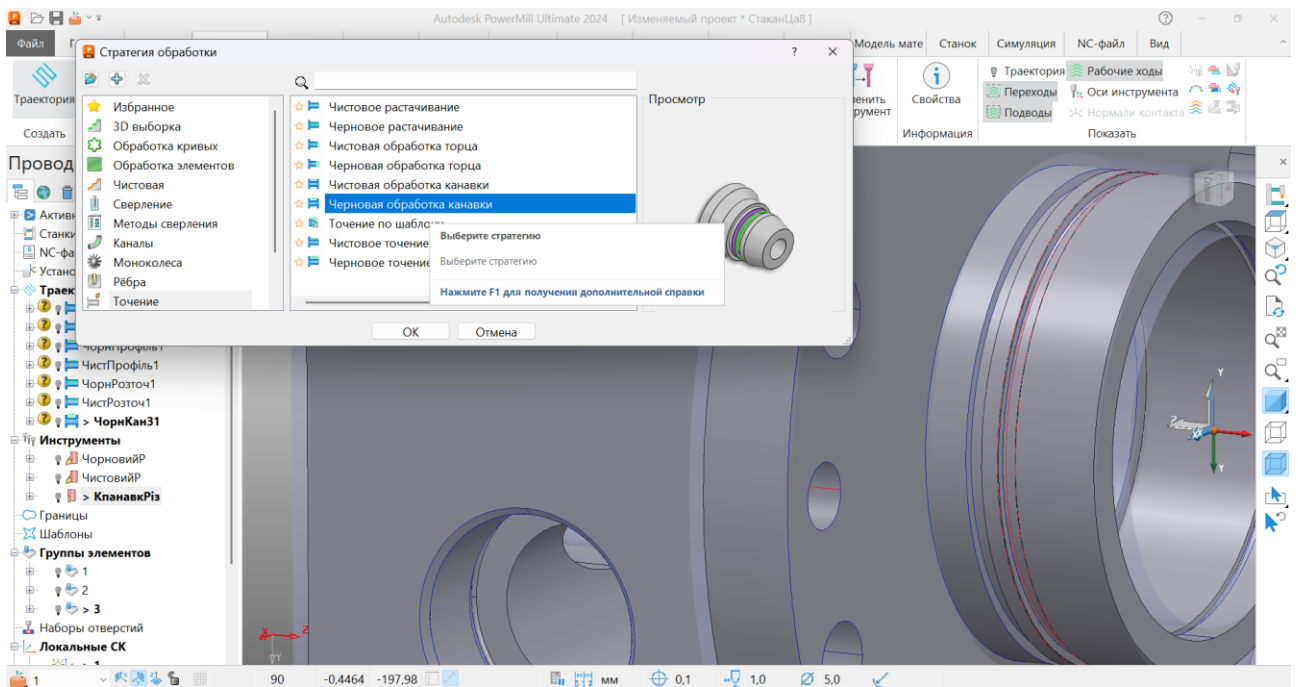


Рисунок 3.29 – Вибір стратегії обробки

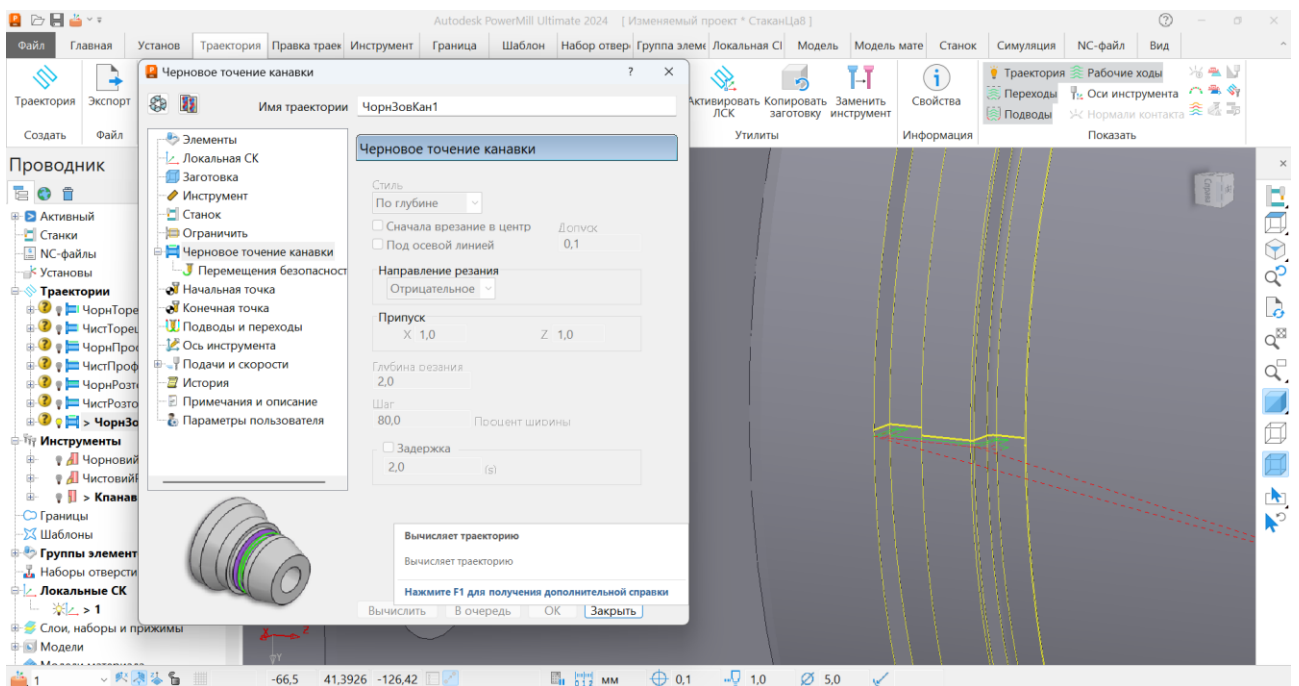


Рисунок 3.30 – Проектування чорнового точіння канавок

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

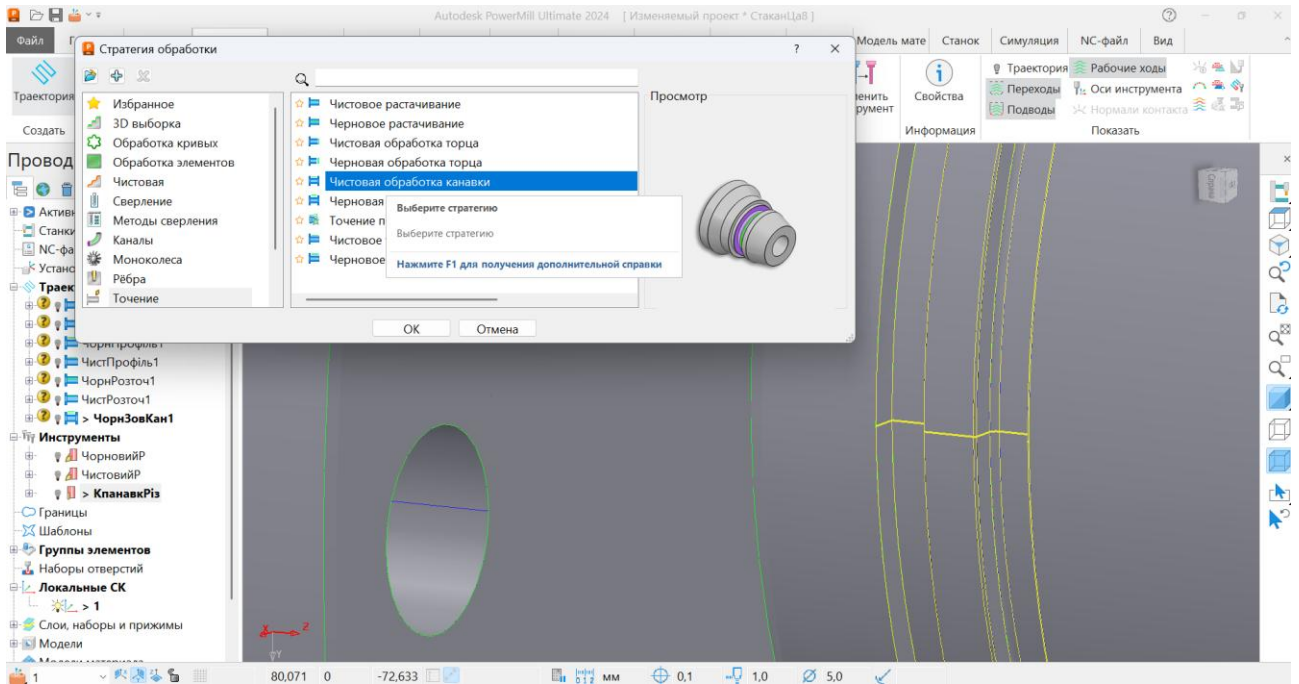


Рисунок 3.31 – Вибір стратегії обробки

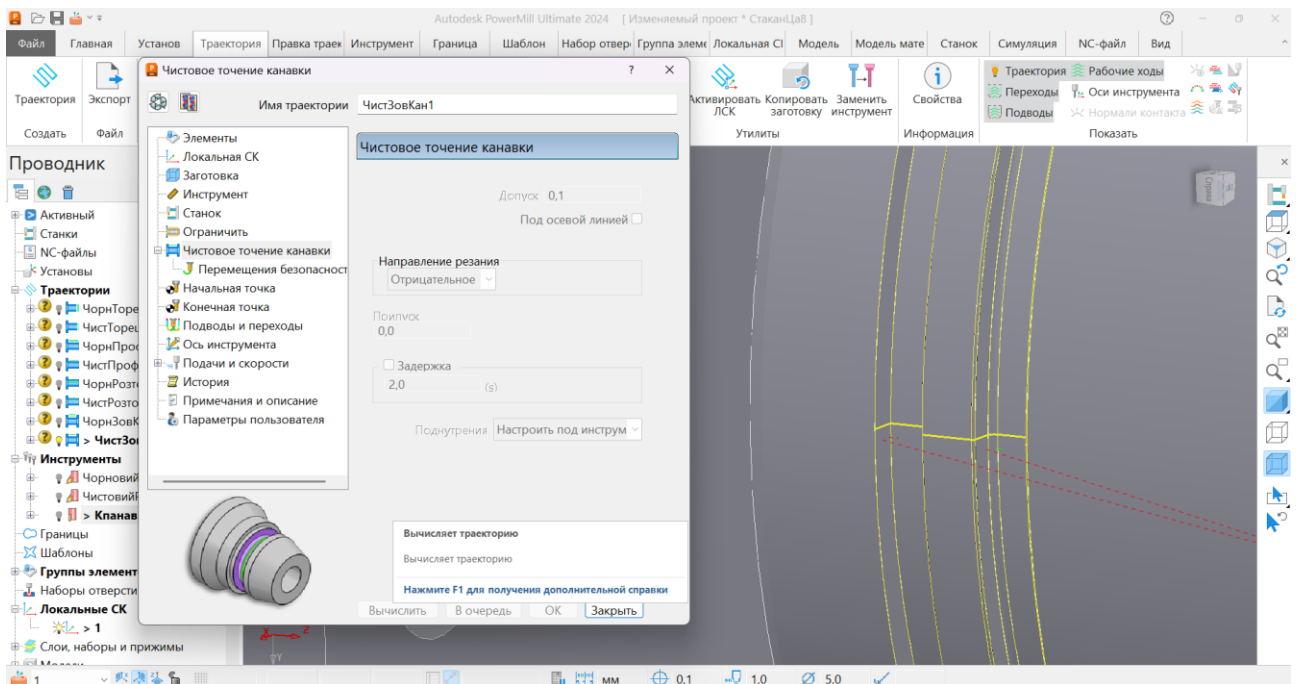


Рисунок 3.32 – Проектування чистового точіння канавки

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

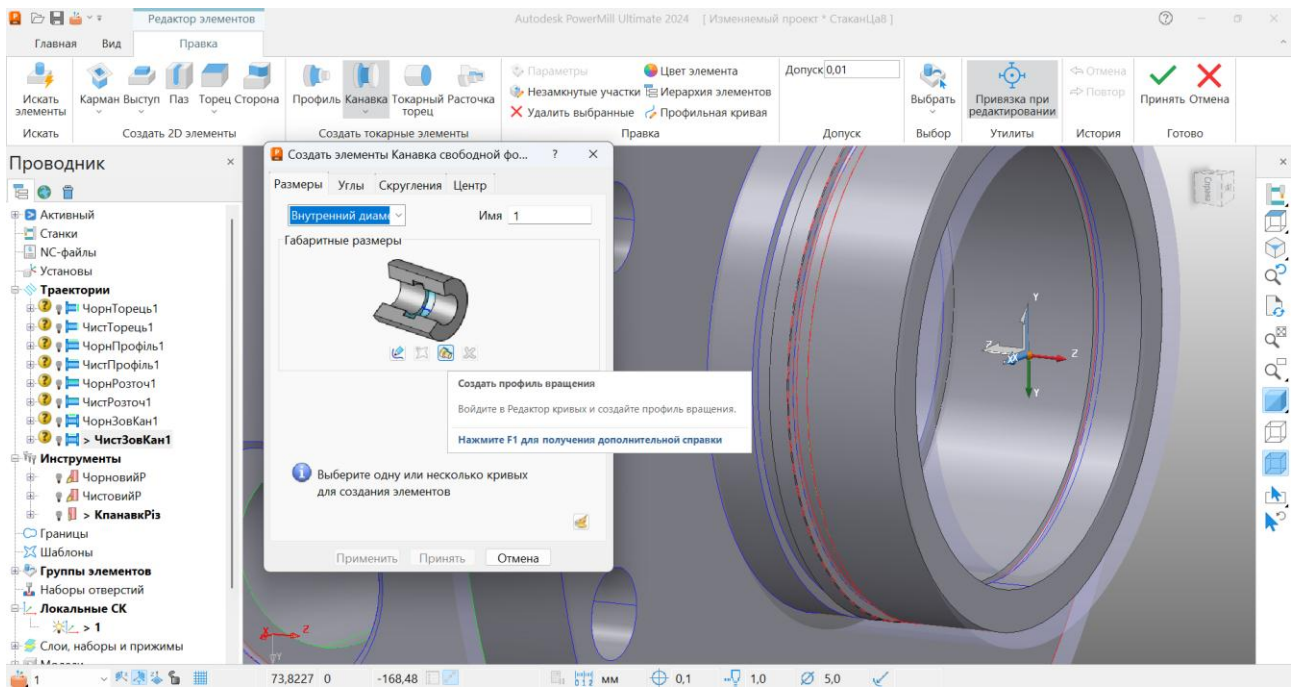


Рисунок 3.33 – Створення елементу «Канавка»

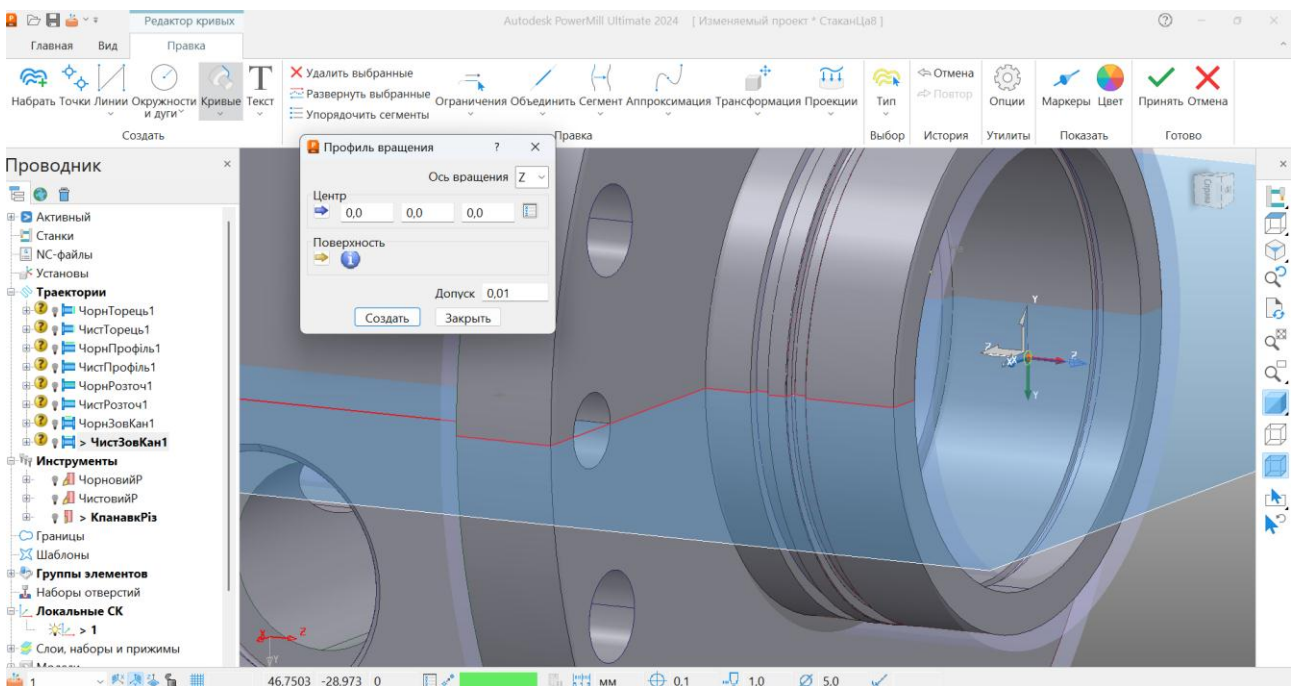


Рисунок 3.34 – Осьовой перетин площадью

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
БР.ПМ-036.00.000 ПЗ										

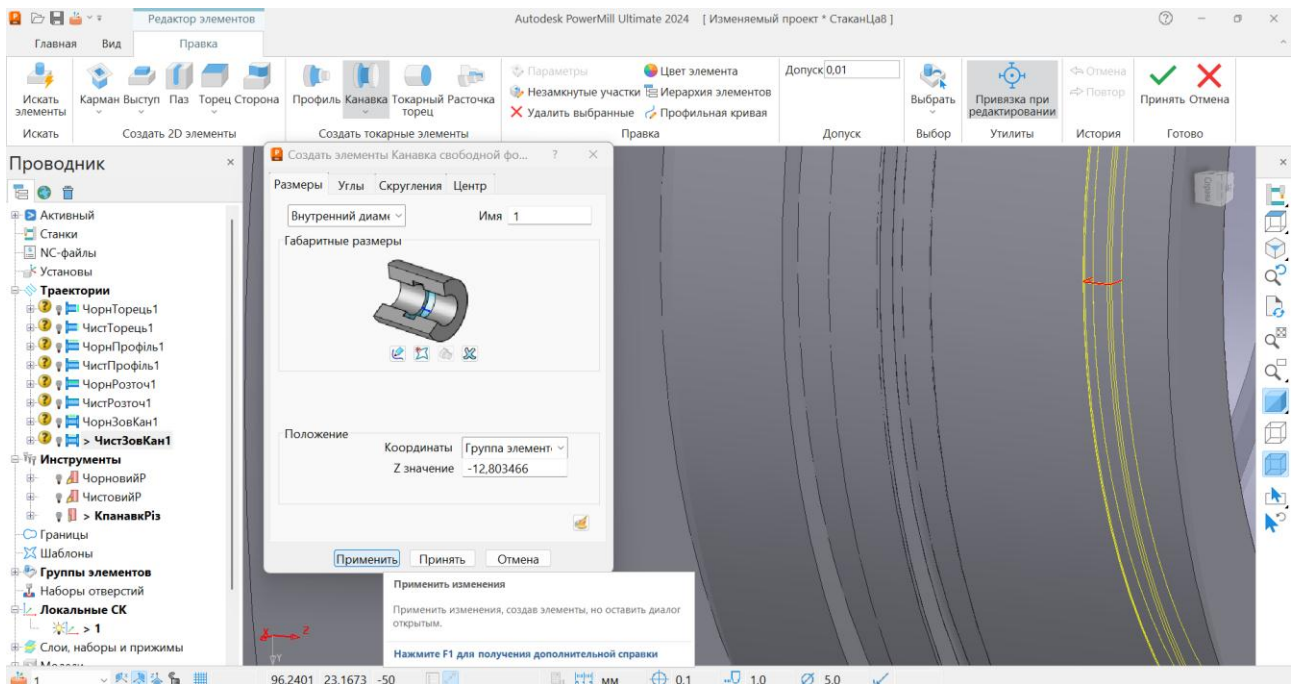


Рисунок 3.35 – Отримання профілю внутрішньої канавки

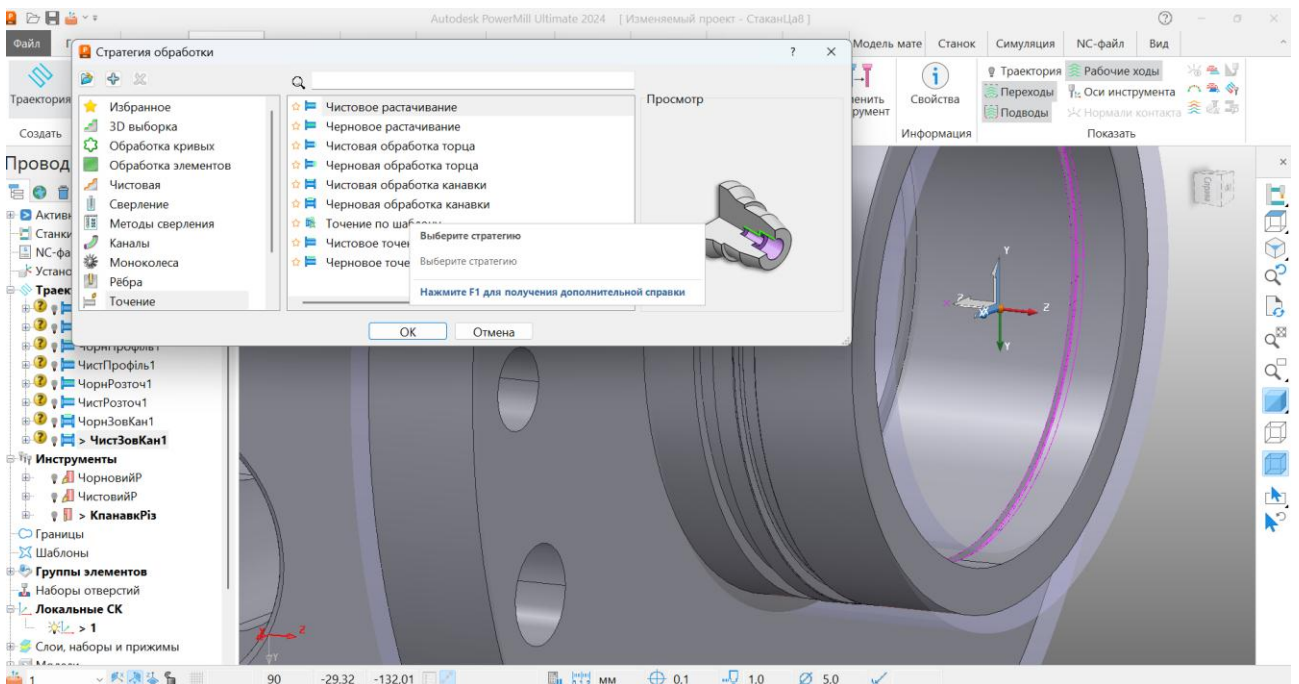


Рисунок 3.36 – Вибір стратегії обробки

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

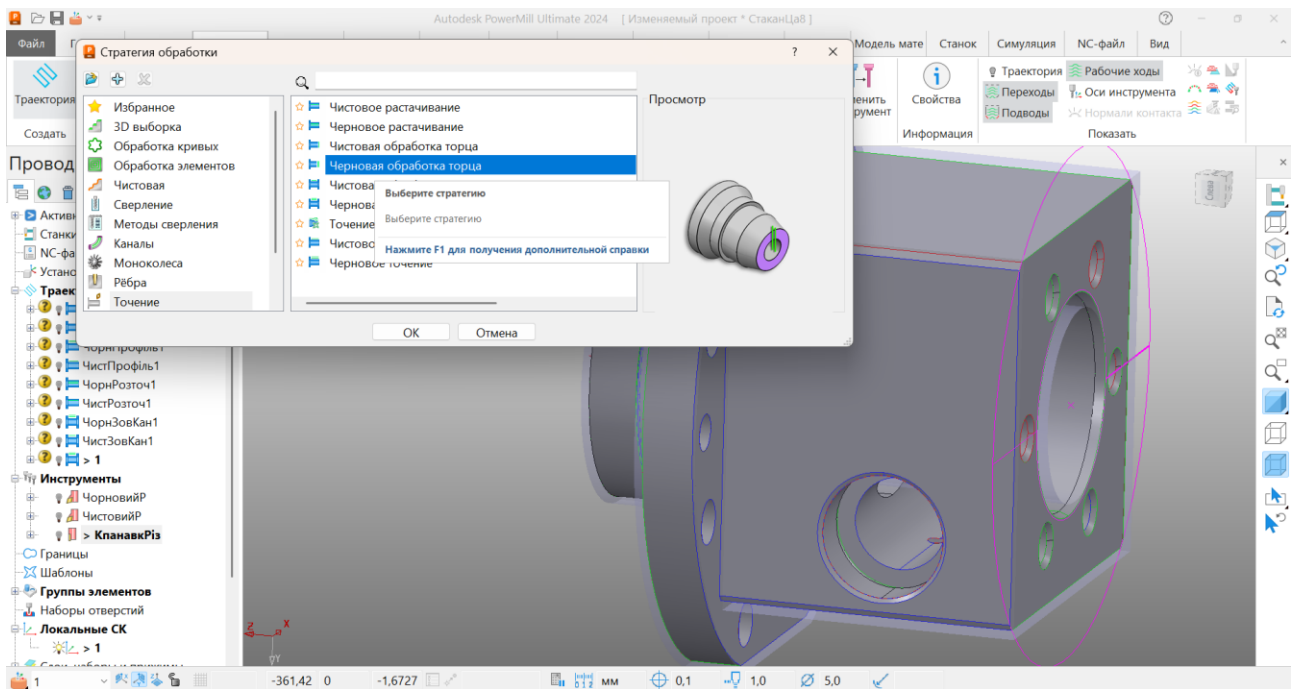


Рисунок 3.39 – Вибір стратегії обробки

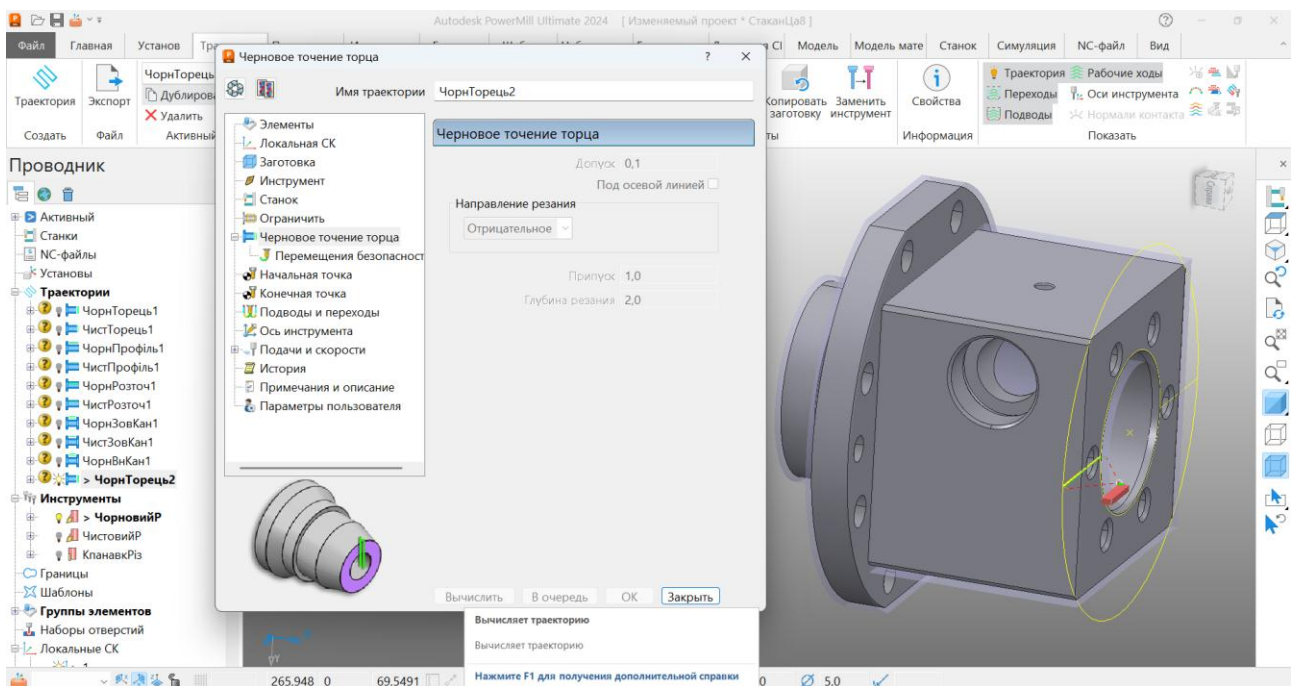


Рисунок 3.40 – Проектування чорнового точіння торця

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

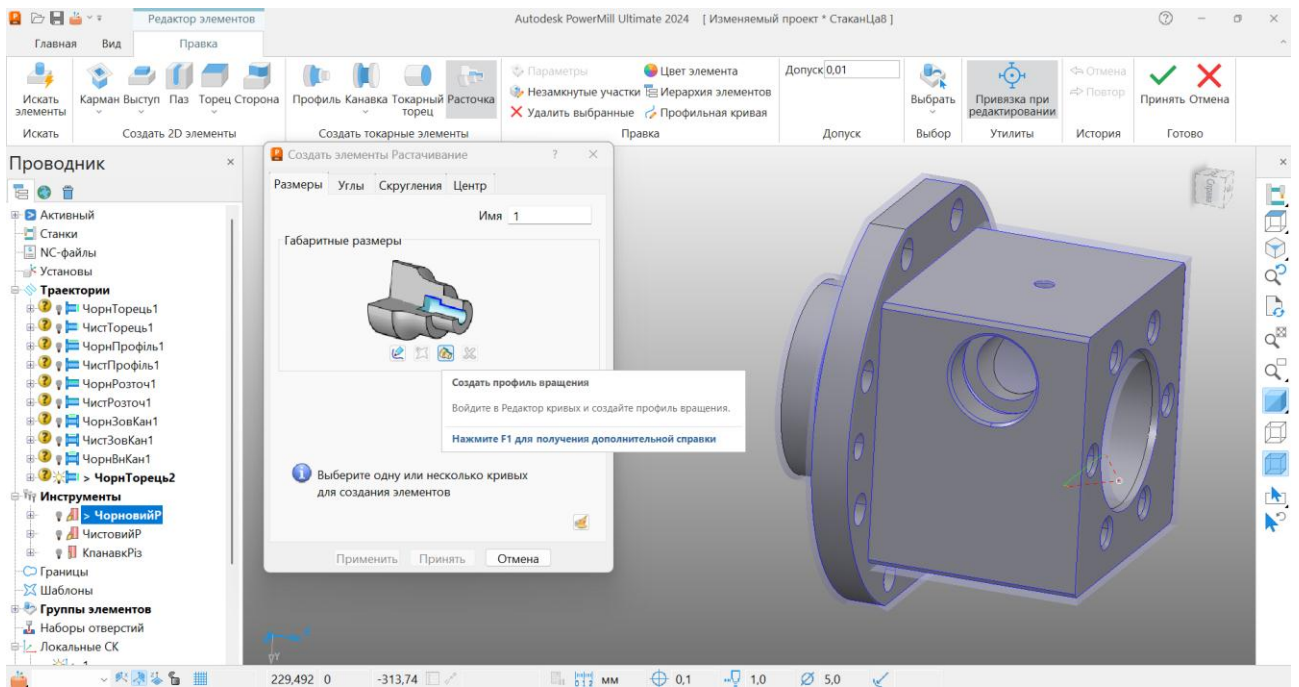


Рисунок 3.41 – Створення елемента «Розточування»

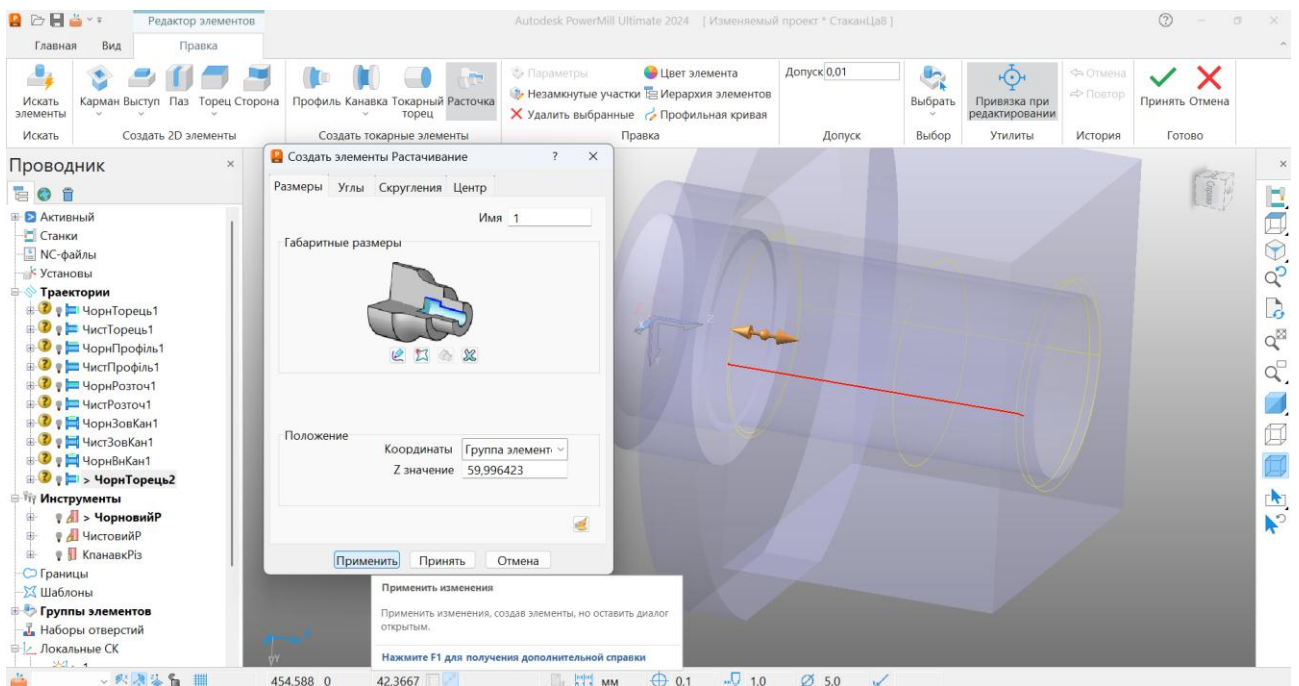


Рисунок 3.42 – Отриманий профіль розточування

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

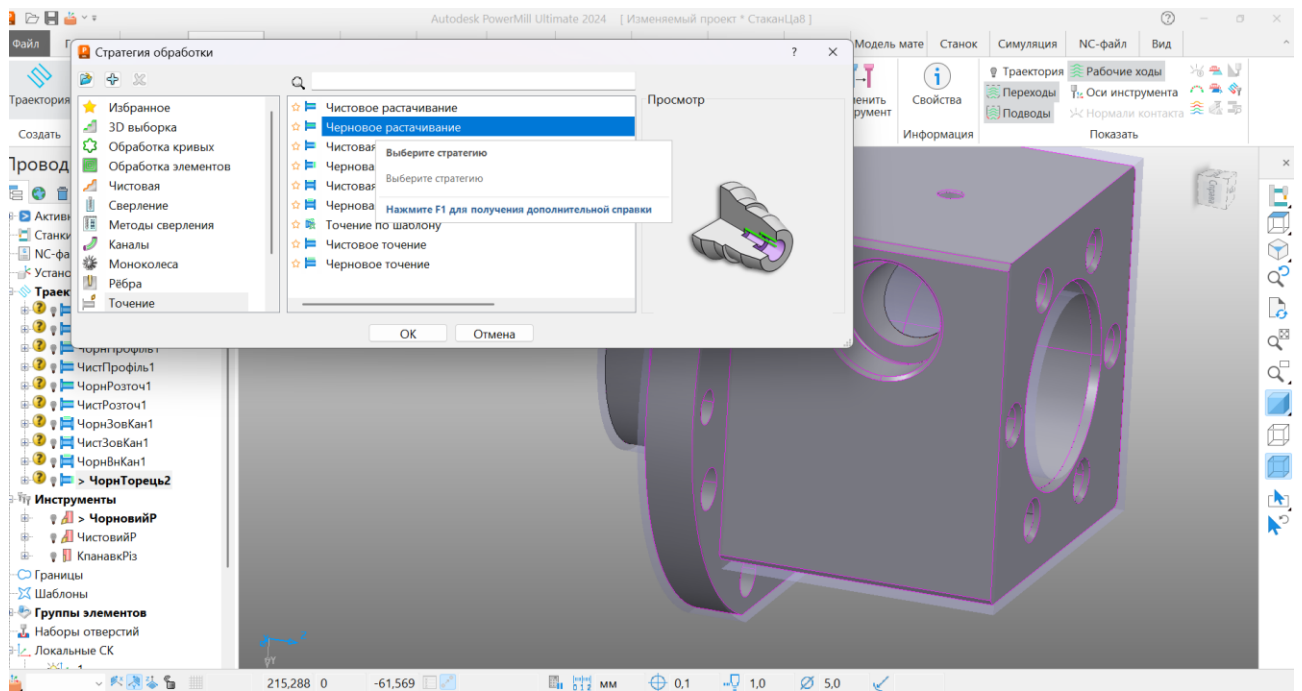


Рисунок 3.43 – Вибір стратегії обробки

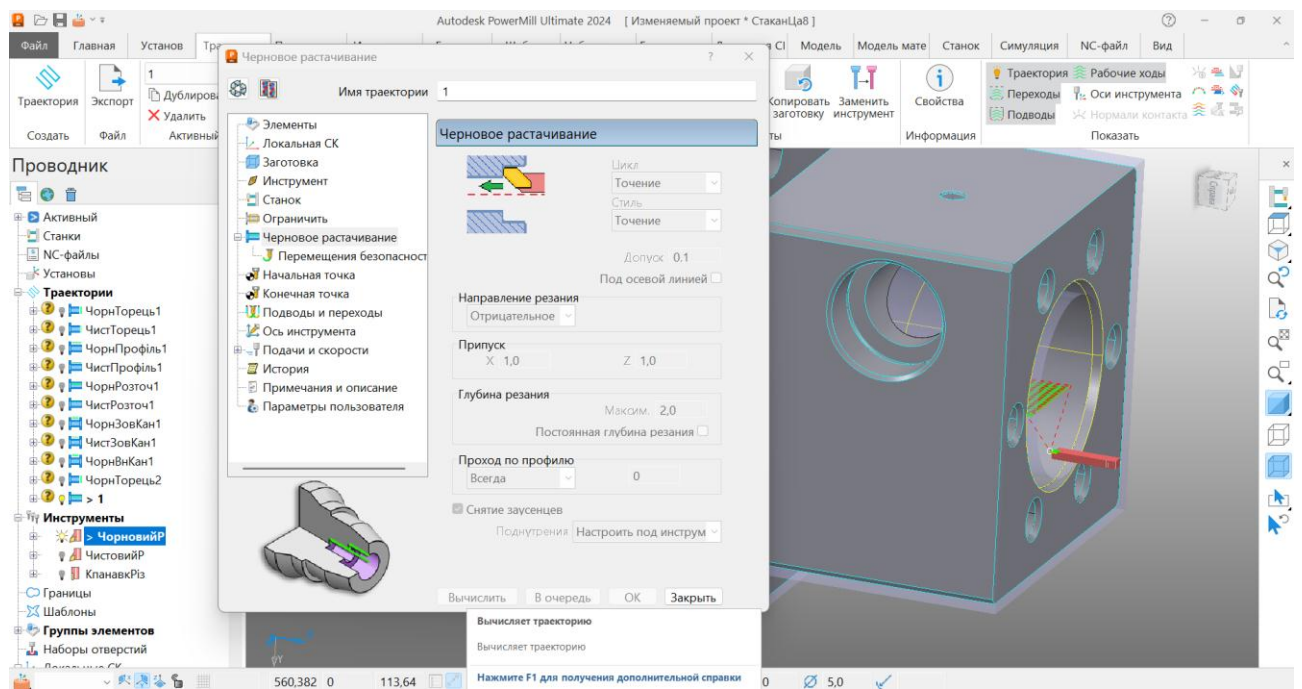


Рисунок 3.44 – Проектування чорнового розточування

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

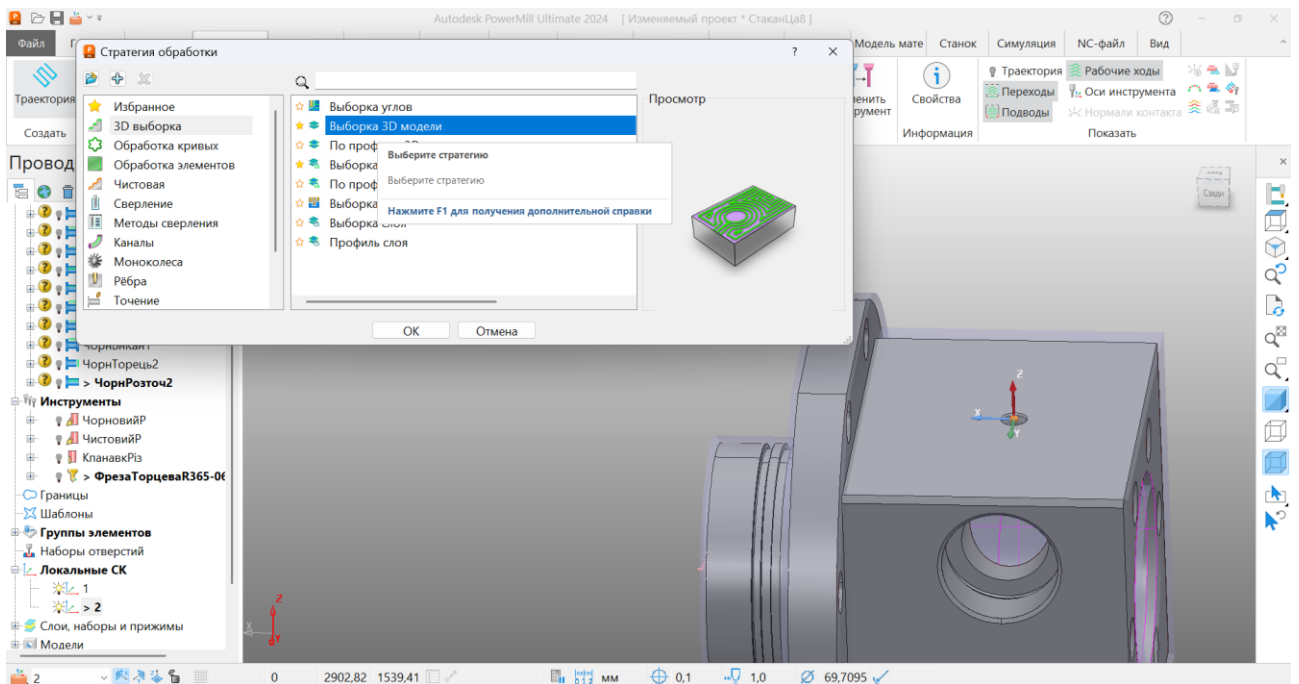


Рисунок 3.47 – Вибір стратегії обробки

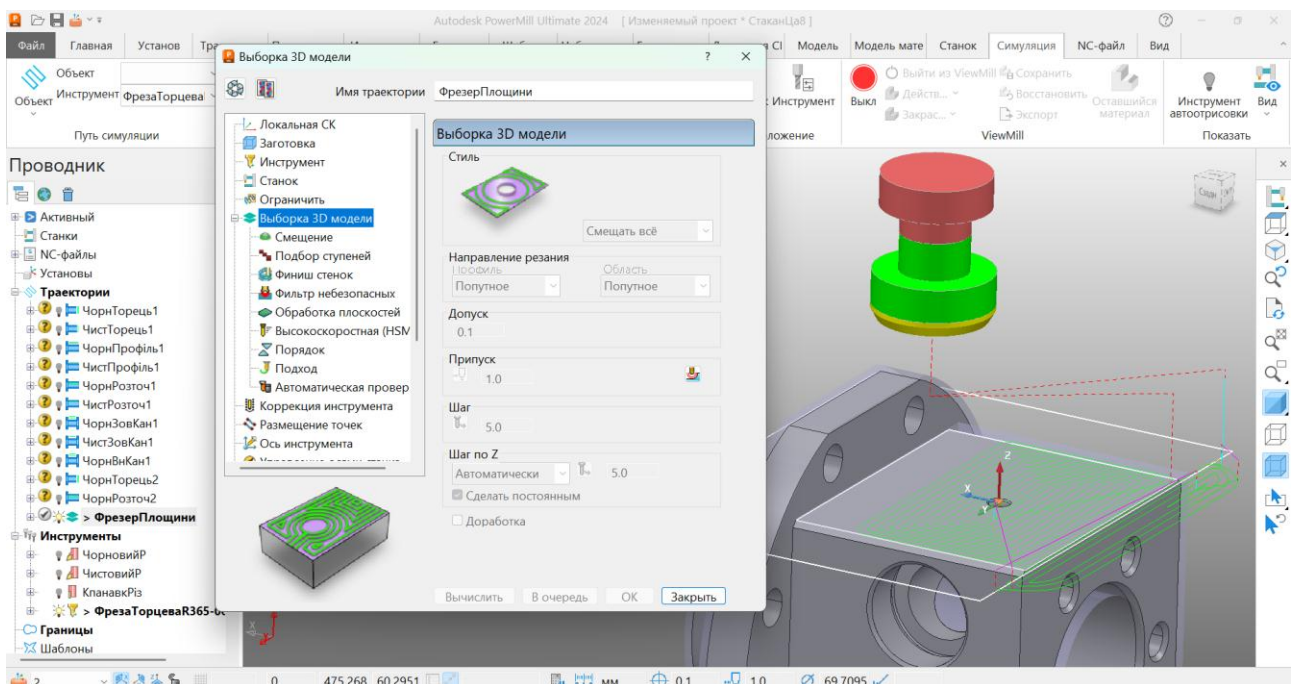


Рисунок 3.48 – Проектування фрезерування площини

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

БР.ПМ-036.00.000 ПЗ

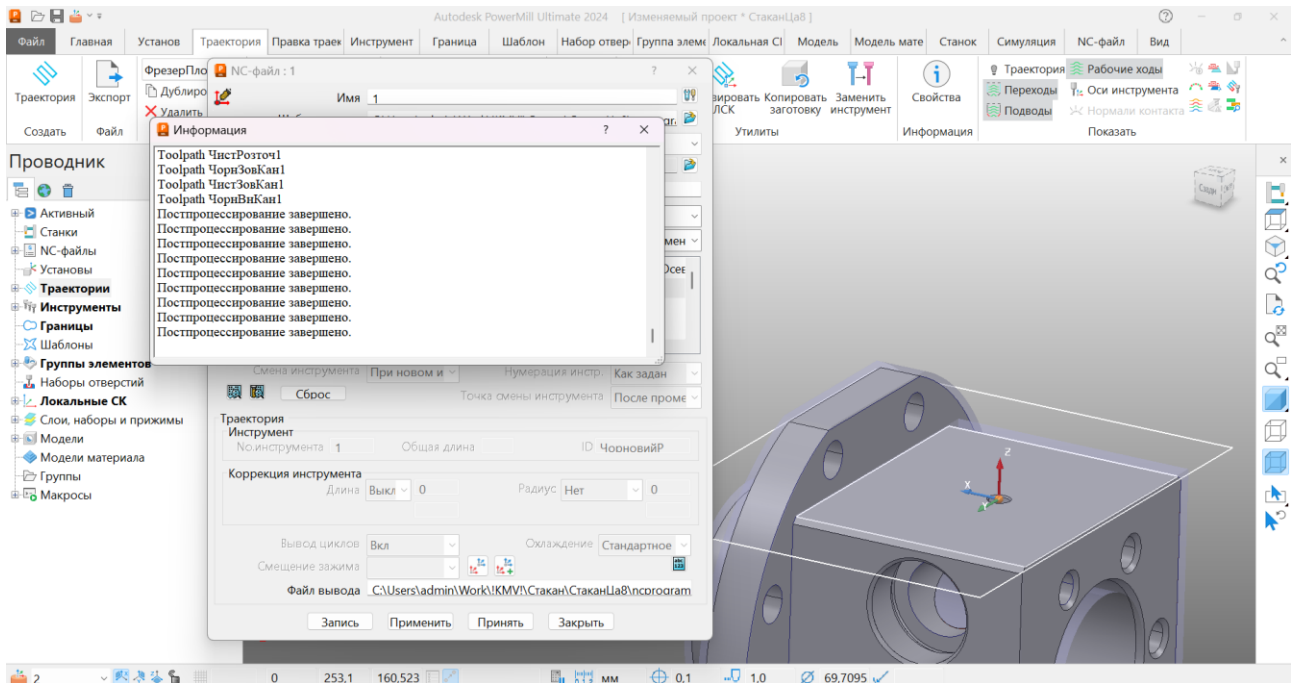


Рисунок 3.49 – Розрахунок NC- файла для установку 1

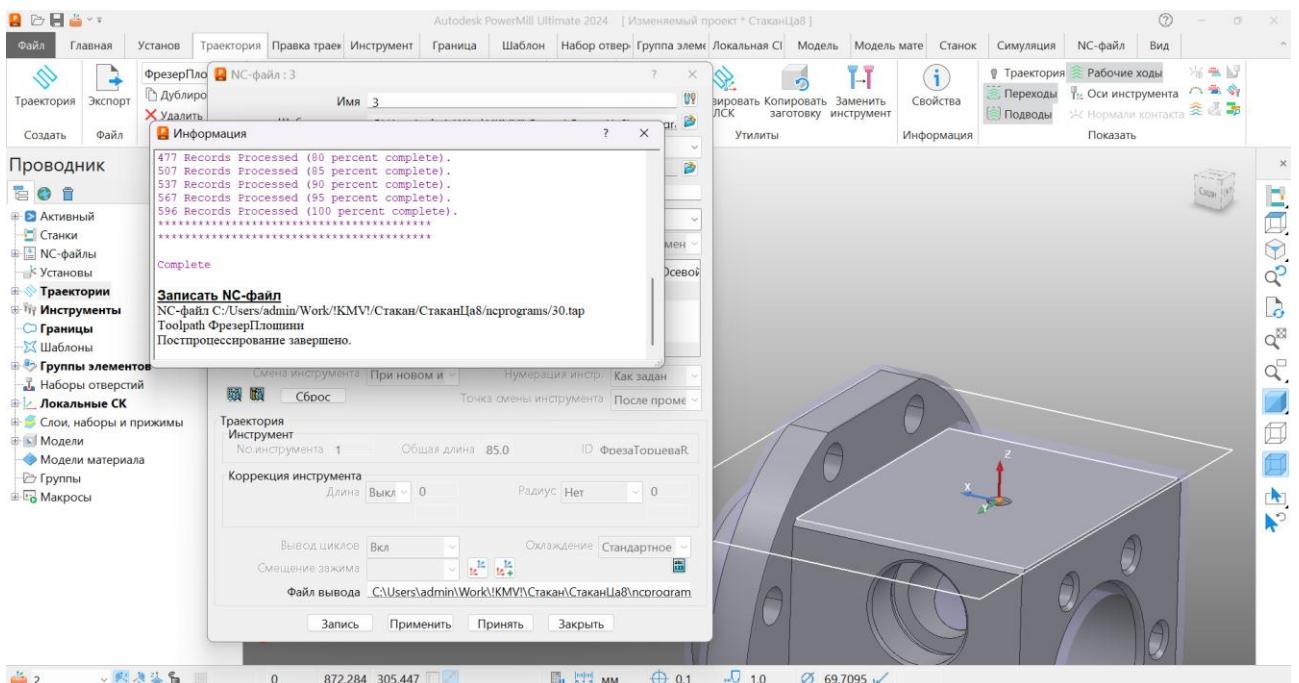


Рисунок 3.50 – Розрахунок NC- файла для фрезерування

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
БР.ПМ-036.00.000 ПЗ										

Висновки

В даній бакалаврській роботі розроблена сукупність технологічних і конструкторських розробок, потрібних для підготовки і виконання процесу виготовлення деталі “Стакан Ца8.210.240”. Зокрема, в роботі визначено програму випуску $N = 1400$ штук і розмір партії деталей $n = 70$ штук, проведено аналіз конструкції та функціонування деталі, а також аналіз технологічності її конструкції. Виконано аналіз базової технології і розроблено проектний маршрут обробки. Обґрунтовано вибрану заготовку (запропонована гаряче штампування на машинах ГKM), розраховано і вибрано припуски на механічну обробку; вибрано і спроектовано засоби технологічного оснащення; розраховано режими механічної обробки та технічні норми часу операцій механічної обробки; обґрунтовано застосування верстатів з ЧПК та розроблено для них програму керування; оформлено комплект технологічних документів.

В бакалаврській роботі також представлена графічна частина, яка містить: карту налагодження, складальне креслення верстатного пристрою та схеми до керуючої програми для верстатів з ЧПК.

					БР.ПМ-036.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

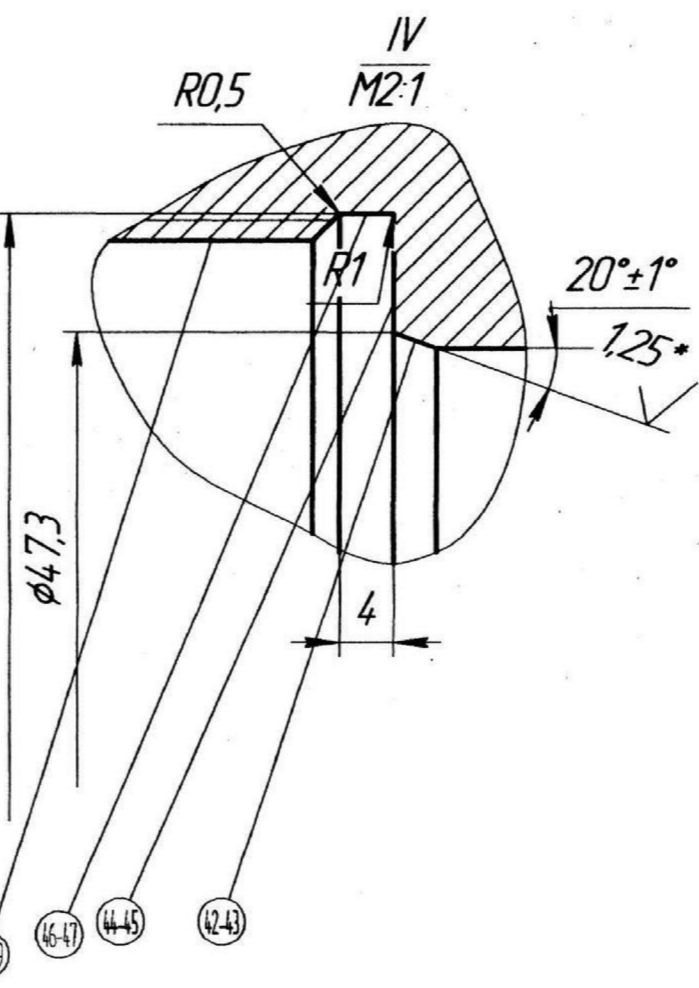
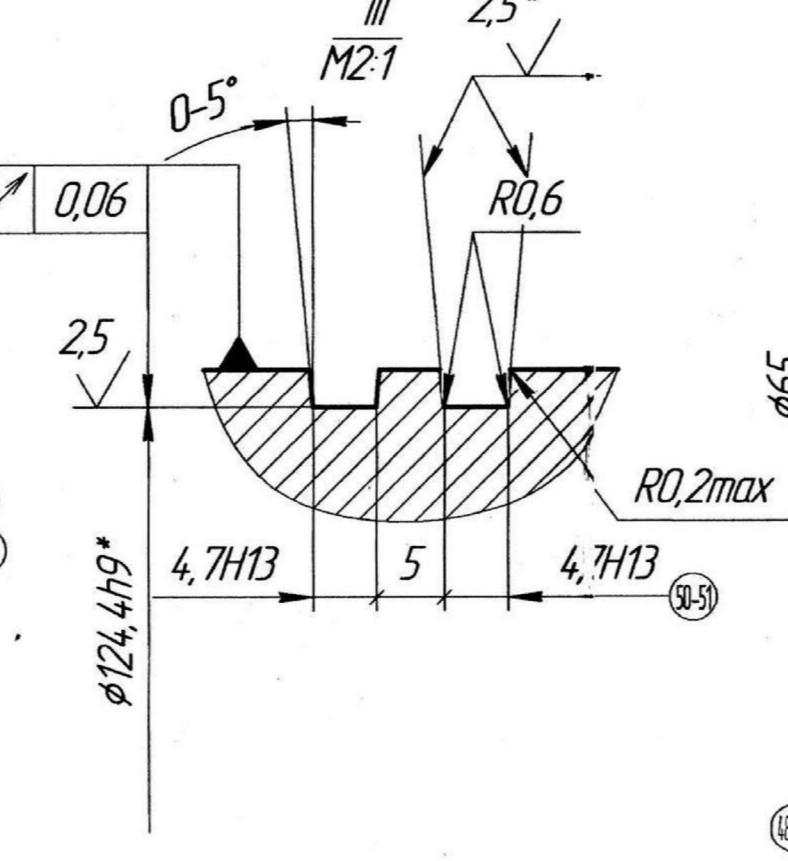
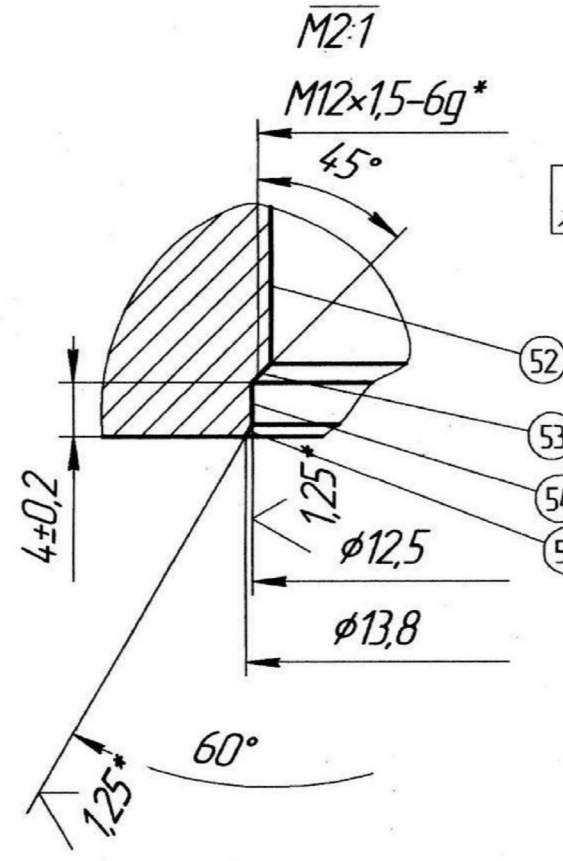
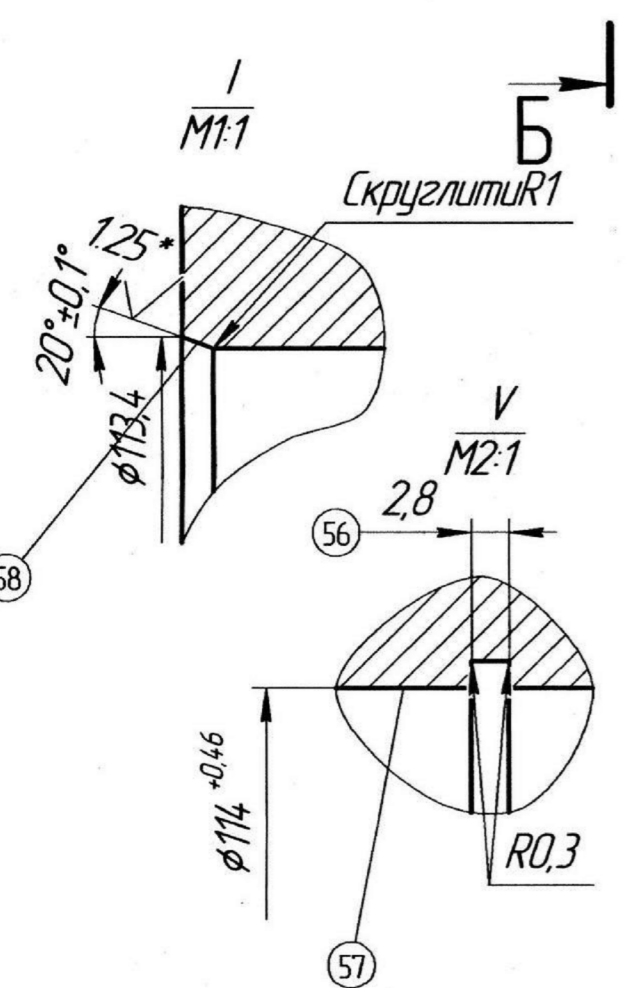
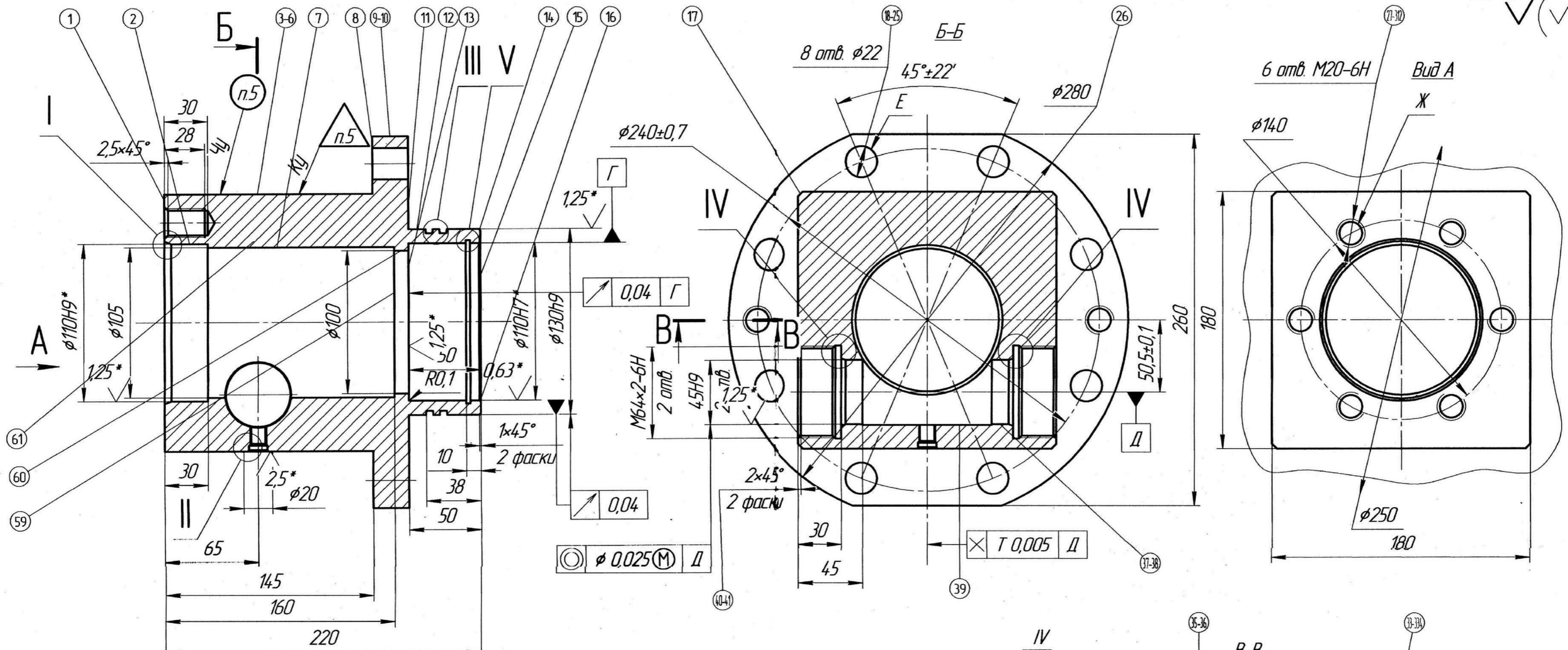
Список використаних джерел

1. Панчук В.Г., Карпик Р.Т., Врюкало В.В., Одосій З.М. Бакалаврська робота: методичні вказівки. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2021.с.
2. ДСТУ 4738:2007(ГОСТ 2590-2006)(EN 10060:2003, NEQ) Прокат сортовий сталевий гарячекатаний круглий. Сортамент
3. Основи технології виробництва машин : навчальний посібник / Г. П. Кремнев, В. М. Колеснік, Ф. В. Новіков, В. О. Жовтобрюх. Дніпро : 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.
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-036.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Додатки

Rz40 $\sqrt{(\checkmark)}$



1. 30..34HRC3
2. Невказані граничні відхилення розмірів: H14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$
3. Відхилення центрального кута між осями двох будь-яких отворів E $\pm 22'$, Ж $\pm 18'$.
4. *Розміри і шорсткість після покриття.
5. Покриття Хім.Н.9
6. маркувати і клеймити шрифтом ПО-3 ГОСТ2930-68

					Ца8.210.240			
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата	Стакан	Лит.	Маса	Масштаб
Разраб.						Н		1:2
Проб.						Аркциш	Аркциш	1
Н.контр.					Сталь 40Х ДСТУ 7806:2015			
Затв.								

Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

--	--	--	--	--

Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата

--	--	--	--	--

ІФНТУНГ	Ца8.210.240			
Стакан			Н	

«Затверджую»

Зав.кафедрою проф. Панчук В.Г.

**КОМПЛЕКТ
технологічної
документації**

*Технологічний процес
механічної обробки*

Розробив: ст. гр. ПМ-21-1

Бургарт Д.І.

Перевірів: доц. Шуляр І.О.

Акт №__ __ від “ ” _____ 2025 р.

ТЛ

Додаток Б

```
100 ; -----
101 ; NO.| ID   | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 1|ЧорновийР|   | 0.0 |
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 10 MM
105 ; PROGRAM NAME : 10
106 ; PART NAME   : Стакан
107 ; PROGRAM DATE : 2025-06-08 - 17:45:48
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|ЧорновийР|   | 0.0 |
118 ; -----
119 ;
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 0 MIN 3 SEC
122 ;
123 BLK FORM 0.1 Z X-68.0 Y-143.25 Z-223.2501
124 BLK FORM 0.2 X158.0 Y143.25 Z43.2499
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
    Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : ЧорнТорець1
130 ; -----
131 ; PARAMETRIC FEEDRATE DEFINITION
132   Q1=120; PLUNGE FEED RATE
133   Q2=1200; 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    : ЧорновийР
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 X370.0 Y200.0 FMAX
145 L Z-190.0001 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 X320.5 Y167.0 R0 FQ3
```

151 L X312.5 F0.2
152 L Y152.5
153 L X316.5
154 L X319.3284 Y153.9142
155 L X370.0 Y200.0 FQ3
156 ; -----
157 ; END TOOLPATH : ЧорнТорець1
158 ; -----
159 M09
160 M05
161 L M140 MBMAX FMAX
162 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
163 CYCL DEF 32.1
164 CYCL DEF 32.2
165 M30
166 END PGM 10 MM

100 ; -----
101 ; NO.| ID | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 1|ЧистовийР| | 0.0 |
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 11 MM
105 ; PROGRAM NAME : 11
106 ; PART NAME : Стакан
107 ; PROGRAM DATE : 2025-06-08 - 17:45:50
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|ЧистовийР| | 0.0 |
118 ; -----
119 ;
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 0 MIN 2 SEC
122 ;
123 BLK FORM 0.1 Z X-68.0 Y-143.25 Z-223.2501
124 BLK FORM 0.2 X158.0 Y143.25 Z43.2499
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : ЧистТорець1
130 ; -----
131 ; PARAMETRIC FEEDRATE DEFINITION
132 Q1=120; PLUNGE FEED RATE
133 Q2=1200; 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 : ЧистовийР
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 X370.0 Y200.0 FMAX
145 L Z-190.0001 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 X310.5 Y167.0 R0 FQ3
151 L Y165.0 F0.2
152 L Y152.5
153 L X311.5353 Y150.5681
154 L X370.0 Y200.0 FQ3
155 ; -----
156 ; END TOOLPATH : ЧистТорець1
157 ; -----
158 M09
159 M05
160 L M140 MBMAX FMAX
161 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
162 CYCL DEF 32.1
163 CYCL DEF 32.2
164 M30
165 END PGM 11 MM

100 ; -----
101 ; NO.| ID | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 1|ЧорновийР| | 0.0 |
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 12 MM
105 ; PROGRAM NAME : 12
106 ; PART NAME : Стакан
107 ; PROGRAM DATE : 2025-06-08 - 17:45:52
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|ЧорновийР| | 0.0 |
118 ; -----

119 ;
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 5 MIN 20 SEC
122 ;
123 BLK FORM 0.1 Z X-68.0 Y-143.25 Z-223.2501
124 BLK FORM 0.2 X158.0 Y143.25 Z43.2499
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
 Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : ЧорнПрофіль1
130 ; -----
131 ; PARAMETRIC FEEDRATE DEFINITION
132 Q1=120; PLUNGE FEED RATE
133 Q2=1200; 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 : ЧорновийР
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 X370.0 Y200.0 FMAX
145 L Z-190.0001 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 X314.5 Y297.8929 R0 FQ3
151 L Y293.9413 F0.2
152 L X160.0
153 L Y295.8929
154 L X162.8284 Y297.3071
155 L X314.5 FQ3
156 L Y296.1913
157 L Y291.9898 F0.2
158 L X160.0
159 L Y293.9413
160 L X162.8284 Y295.3555
161 L X314.5 FQ3
162 L Y294.2398
163 L Y290.0383 F0.2
164 L X160.0
165 L Y291.9898
166 L X162.8284 Y293.404
167 L X314.5 FQ3
168 L Y292.2883
169 L Y288.0867 F0.2
170 L X160.0
171 L Y290.0383

172 L X162.8284 Y291.4525
173 L X314.5 FQ3
174 L Y290.3367
175 L Y286.1352 F0.2
176 L X160.0
177 L Y288.0867
178 L X162.8284 Y289.5009
179 L X314.5 FQ3
180 L Y288.3852
181 L Y284.1837 F0.2
182 L X160.0
183 L Y286.1352
184 L X162.8284 Y287.5494
185 L X314.5 FQ3
186 L Y286.4337
187 L Y282.2321 F0.2
188 L X160.0
189 L Y284.1837
190 L X162.8284 Y285.5979
191 L X314.5 FQ3
192 L Y284.4821
193 L Y280.2806 F0.2
194 L X160.0
195 L Y282.2321
196 L X162.8284 Y283.6464
197 L X314.5 FQ3
198 L Y282.5306
199 L Y278.3291 F0.2
200 L X160.0
201 L Y280.2806
202 L X162.8284 Y281.6948
203 L X314.5 FQ3
204 L Y280.5791
205 L Y276.3775 F0.2
206 L X160.0
207 L Y278.3291
208 L X162.8284 Y279.7433
209 L X314.5 FQ3
210 L Y278.6275
211 L Y274.426 F0.2
212 L X160.0
213 L Y276.3775
214 L X162.8284 Y277.7918
215 L X314.5 FQ3
216 L Y276.676
217 L Y272.4745 F0.2
218 L X160.0
219 L Y274.426
220 L X162.8284 Y275.8402
221 L X314.5 FQ3
222 L Y274.7245
223 L Y270.523 F0.2
224 L X160.0
225 L Y272.4745

226 L X162.8284 Y273.8887
227 L X314.5 FQ3
228 L Y272.773
229 L Y268.5714 F0.2
230 L X160.0
231 L Y270.523
232 L X162.8284 Y271.9372
233 L X314.5 FQ3
234 L Y270.8214
235 L Y266.6199 F0.2
236 L X160.0
237 L Y268.5714
238 L X162.8284 Y269.9856
239 L X314.5 FQ3
240 L Y268.8699
241 L Y264.6684 F0.2
242 L X160.0
243 L Y266.6199
244 L X162.8284 Y268.0341
245 L X314.5 FQ3
246 L Y266.9184
247 L Y262.7168 F0.2
248 L X160.0
249 L Y264.6684
250 L X162.8284 Y266.0826
251 L X314.5 FQ3
252 L Y264.9668
253 L Y260.7653 F0.2
254 L X160.0
255 L Y262.7168
256 L X162.8284 Y264.1311
257 L X314.5 FQ3
258 L Y263.0153
259 L Y258.8138 F0.2
260 L X160.0
261 L Y260.7653
262 L X162.8284 Y262.1795
263 L X314.5 FQ3
264 L Y261.0638
265 L Y256.8623 F0.2
266 L X160.0
267 L Y258.8138
268 L X162.8284 Y260.228
269 L X314.5 FQ3
270 L Y259.1123
271 L Y254.9107 F0.2
272 L X160.0
273 L Y256.8623
274 L X162.8284 Y258.2765
275 L X314.5 FQ3
276 L Y257.1607
277 L Y252.9592 F0.2
278 L X160.0
279 L Y254.9107

280 L X162.8284 Y256.3249
281 L X314.5 FQ3
282 L Y255.2092
283 L Y251.0077 F0.2
284 L X160.0
285 L Y252.9592
286 L X162.8284 Y254.3734
287 L X314.5 FQ3
288 L Y253.2577
289 L Y249.0561 F0.2
290 L X160.0
291 L Y251.0077
292 L X162.8284 Y252.4219
293 L X314.5 FQ3
294 L Y251.3061
295 L Y247.1046 F0.2
296 L X160.0
297 L Y249.0561
298 L X162.8284 Y250.4704
299 L X314.5 FQ3
300 L Y249.3546
301 L Y245.1531 F0.2
302 L X160.0
303 L Y247.1046
304 L X162.8284 Y248.5188
305 L X314.5 FQ3
306 L Y247.4031
307 L Y243.2015 F0.2
308 L X160.0
309 L Y245.1531
310 L X162.8284 Y246.5673
311 L X314.5 FQ3
312 L Y245.4515
313 L Y241.25 F0.2
314 L X160.0
315 L Y243.2015
316 L X162.8284 Y244.6158
317 L X314.5 FQ3
318 L Y243.5
319 L Y239.2815 F0.2
320 L X212.5001
321 L X212.5 Y240.0001
322 L X212.1806 Y240.6113
323 L X211.2226 Y241.0903
324 L X210.0 Y241.25
325 L X212.8284 Y242.6642
326 L X314.5 FQ3
327 L Y241.5315
328 L Y237.3129 F0.2
329 L X212.5002
330 L X212.5001 Y239.2815
331 L X215.3285 Y240.6957
332 L X314.5 FQ3
333 L Y239.5629

334 L Y235.3444 F0.2
335 L X212.5004
336 L X212.5002 Y237.3129
337 L X215.3286 Y238.7272
338 L X314.5 FQ3
339 L Y237.5944
340 L Y233.3759 F0.2
341 L X212.5005
342 L X212.5004 Y235.3444
343 L X215.3288 Y236.7586
344 L X314.5 FQ3
345 L Y235.6259
346 L Y231.4073 F0.2
347 L X212.5007
348 L X212.5005 Y233.3759
349 L X215.3289 Y234.7901
350 L X314.5 FQ3
351 L Y233.6573
352 L Y229.4388 F0.2
353 L X212.5008
354 L X212.5007 Y231.4073
355 L X215.3291 Y232.8215
356 L X314.5 FQ3
357 L Y231.6888
358 L Y227.4703 F0.2
359 L X212.501
360 L X212.5008 Y229.4388
361 L X215.3293 Y230.853
362 L X314.5 FQ3
363 L Y229.7203
364 L Y225.5017 F0.2
365 L X212.5011
366 L X212.501 Y227.4703
367 L X215.3294 Y228.8845
368 L X314.5 FQ3
369 L Y227.7517
370 L Y223.5332 F0.2
371 L X212.5013
372 L X212.5011 Y225.5017
373 L X215.3296 Y226.9159
374 L X314.5 FQ3
375 L Y225.7832
376 L Y221.5647 F0.2
377 L X212.5014
378 L X212.5013 Y223.5332
379 L X215.3297 Y224.9474
380 L X314.5 FQ3
381 L Y223.8147
382 L Y219.5961 F0.2
383 L X212.5016
384 L X212.5014 Y221.5647
385 L X215.3299 Y222.9789
386 L X314.5 FQ3
387 L Y221.8461

388 L Y217.6276 F0.2
389 L X212.5017
390 L X212.5016 Y219.5961
391 L X215.33 Y221.0103
392 L X314.5 FQ3
393 L Y219.8776
394 L Y215.659 F0.2
395 L X212.5019
396 L X212.5017 Y217.6276
397 L X215.3302 Y219.0418
398 L X314.5 FQ3
399 L Y217.909
400 L Y213.6905 F0.2
401 L X212.5021
402 L X212.5019 Y215.659
403 L X215.3303 Y217.0733
404 L X314.5 FQ3
405 L Y215.9405
406 L Y211.722 F0.2
407 L X212.5022
408 L X212.5021 Y213.6905
409 L X215.3305 Y215.1047
410 L X314.5 FQ3
411 L Y213.972
412 L Y209.7534 F0.2
413 L X212.5024
414 L X212.5022 Y211.722
415 L X215.3306 Y213.1362
416 L X314.5 FQ3
417 L Y212.0034
418 L Y207.7849 F0.2
419 L X212.5025
420 L X212.5024 Y209.7534
421 L X215.3308 Y211.1676
422 L X314.5 FQ3
423 L Y210.0349
424 L Y205.8164 F0.2
425 L X212.5027
426 L X212.5025 Y207.7849
427 L X215.3309 Y209.1991
428 L X314.5 FQ3
429 L Y208.0664
430 L Y203.8478 F0.2
431 L X212.5028
432 L X212.5027 Y205.8164
433 L X215.3311 Y207.2306
434 L X314.5 FQ3
435 L Y206.0978
436 L Y201.8793 F0.2
437 L X212.503
438 L X212.5028 Y203.8478
439 L X215.3313 Y205.262
440 L X314.5 FQ3
441 L Y204.1293

442 L Y199.9108 F0.2
443 L X212.5031
444 L X212.503 Y201.8793
445 L X215.3314 Y203.2935
446 L X314.5 FQ3
447 L Y202.1608
448 L Y197.9422 F0.2
449 L X212.5033
450 L X212.5031 Y199.9108
451 L X215.3316 Y201.325
452 L X314.5 FQ3
453 L Y200.1922
454 L Y195.9737 F0.2
455 L X212.5034
456 L X212.5033 Y197.9422
457 L X215.3317 Y199.3564
458 L X314.5 FQ3
459 L Y198.2237
460 L Y194.0051 F0.2
461 L X212.5036
462 L X212.5034 Y195.9737
463 L X215.3319 Y197.3879
464 L X314.5 FQ3
465 L Y196.2551
466 L Y192.0366 F0.2
467 L X212.5037
468 L X212.5036 Y194.0051
469 L X215.332 Y195.4194
470 L X314.5 FQ3
471 L Y194.2866
472 L Y190.0681 F0.2
473 L X212.5039
474 L X212.5037 Y192.0366
475 L X215.3322 Y193.4508
476 L X314.5 FQ3
477 L Y192.3181
478 L Y188.0995 F0.2
479 L X212.5041
480 L X212.5039 Y190.0681
481 L X215.3323 Y191.4823
482 L X314.5 FQ3
483 L Y190.3495
484 L Y186.131 F0.2
485 L X212.5042
486 L X212.5041 Y188.0995
487 L X215.3325 Y189.5138
488 L X314.5 FQ3
489 L Y188.381
490 L Y184.1625 F0.2
491 L X212.5044
492 L X212.5042 Y186.131
493 L X215.3326 Y187.5452
494 L X314.5 FQ3
495 L Y186.4125

496 L Y182.1939 F0.2
497 L X212.5045
498 L X212.5044 Y184.1625
499 L X215.3328 Y185.5767
500 L X314.5 FQ3
501 L Y184.4439
502 L Y180.2254 F0.2
503 L X212.5047
504 L X212.5045 Y182.1939
505 L X215.3329 Y183.6081
506 L X314.5 FQ3
507 L Y182.4754
508 L Y178.2569 F0.2
509 L X212.5048
510 L X212.5047 Y180.2254
511 L X215.3331 Y181.6396
512 L X314.5 FQ3
513 L Y180.5069
514 L Y176.2883 F0.2
515 L X212.505
516 L X212.5048 Y178.2569
517 L X215.3333 Y179.6711
518 L X314.5 FQ3
519 L Y178.5383
520 L Y174.3198 F0.2
521 L X212.5051
522 L X212.505 Y176.2883
523 L X215.3334 Y177.7025
524 L X314.5 FQ3
525 L Y176.5698
526 L Y172.3512 F0.2
527 L X212.5053
528 L X212.5051 Y174.3198
529 L X215.3336 Y175.734
530 L X314.5 FQ3
531 L Y174.6012
532 L Y170.3827 F0.2
533 L X212.5054
534 L X212.5053 Y172.3512
535 L X215.3337 Y173.7655
536 L X314.5 FQ3
537 L Y172.6327
538 L Y168.4142 F0.2
539 L X212.5056
540 L X212.5054 Y170.3827
541 L X215.3339 Y171.7969
542 L X314.5 FQ3
543 L Y170.6642
544 L Y166.4456 F0.2
545 L X212.5057
546 L X212.5056 Y168.4142
547 L X215.334 Y169.8284
548 L X314.5 FQ3
549 L Y168.6956

550 L Y166.25 F0.2
551 L X254.3326
552 L X253.6311 Y166.3959
553 L X252.8779 Y166.4456
554 L X255.7063 Y167.8599
555 L Y168.4456 FQ3
556 L X243.4
557 L Y166.4456 F0.2
558 L X243.1821 Y166.4409
559 L X242.9659 Y166.4267
560 L X235.9129 Y165.8048
561 L X235.0552 Y166.1332
562 L X234.0006 Y166.25
563 L X212.5058 Y166.2526
564 L X212.5057 Y166.4456
565 L X215.3342 Y167.8599
566 L Y168.4456 FQ3
567 L X263.3136
568 L Y168.25
569 L Y166.25 F0.2
570 L X263.0608 Y166.2445
571 L X262.81 Y166.228
572 L X255.5268 Y165.5859
573 L X255.0345 Y165.965
574 L X254.3326 Y166.25
575 L X257.1611 Y167.6642
576 L X370.0 Y200.0 FQ3
577 ; -----
578 ; END TOOLPATH : ЧорнПрофіль1
579 ; -----
580 M09
581 M05
582 L M140 MBMAX FMAX
583 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
584 CYCL DEF 32.1
585 CYCL DEF 32.2
586 M30
587 END PGM 12 MM

100 ; -----
101 ; NO.| ID | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 1|ЧистовийР| | 0.0 |
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 13 MM
105 ; PROGRAM NAME : 13
106 ; PART NAME : Стакан
107 ; PROGRAM DATE : 2025-06-08 - 17:45:54
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|ЧистовийР| | 0.0 |
118 ; -----
119 ;
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 0 MIN 11 SEC
122 ;
123 BLK FORM 0.1 Z X-68.0 Y-143.25 Z-223.2501
124 BLK FORM 0.2 X158.0 Y143.25 Z43.2499
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : ЧистПрофіль1
130 ; -----
131 ; PARAMETRIC FEEDRATE DEFINITION
132 Q1=120; PLUNGE FEED RATE
133 Q2=1200; 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 : ЧистовийР
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 X370.0 Y200.0 FMAX
145 L Z-190.0001 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 X314.0 Y165.25 R0 FQ3
151 L X310.0 F0.2
152 L X263.3136
153 L X262.898 Y165.1992
154 L X262.5763 Y165.0581
155 L X258.9239 Y162.45
156 L X254.5741
157 L X254.0846 Y162.5498
158 L X253.8743 Y162.7924
159 L X253.7777 Y165.0054
160 L X253.5073 Y165.3173
161 L X252.8779 Y165.4456
162 L X243.4
163 L X243.1691 Y165.4174
164 L X242.9904 Y165.339
165 L X238.9487 Y162.4529

166 L X234.5053
167 L X234.5 Y165.0003
168 L X234.3534 Y165.1769
169 L X234.0001 Y165.25
170 L X210.5058 Y165.2529
171 L X210.5 Y240.0
172 L X210.3535 Y240.1768
173 L X210.0 Y240.25
174 L X160.0
175 L X156.1363 Y240.7676
176 L X370.0 Y200.0 FQ3
177 ; -----
178 ; END TOOLPATH : ЧистПрофіль1
179 ; -----
180 M09
181 M05
182 L M140 MBMAX FMAX
183 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
184 CYCL DEF 32.1
185 CYCL DEF 32.2
186 M30
187 END PGM 13 MM

100 ; -----
101 ; NO.| ID | DIA. | TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 1|ФрезаТорцеваR365-063Q22-S15H|69.7095| 0.0 | 85.0
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 30 MM
105 ; PROGRAM NAME : 30
106 ; PART NAME : Стакан
107 ; PROGRAM DATE : 2025-06-08 - 17:49:07
108 ; PROGRAMMED BY : ADMIN
109 ; POWERMILL CB : 2024019.0
110 ; POST VER : 2024.0.0.5142
111 ; OPTION FILE : HEIDENHAINMOD
112 ; OUTPUT WORKPLANE : 2
113 ;
114 ; -----
115 ; NO.| ID | DIA. | TIP RAD| LENGTH
116 ; -----
117 ; 1|ФрезаТорцеваR365-063Q22-S15H|69.7095| 0.0 | 85.0
118 ; -----
119 ;
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 1 MIN 1 SEC
122 ;
123 BLK FORM 0.1 Z X-68.0 Y-143.25 Z-223.2501
124 BLK FORM 0.2 X158.0 Y143.25 Z43.2499
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX

128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : ФрезерПлощини
130 ; -----
131 ; PARAMETRIC FEEDRATE DEFINITION
132 Q1=240; PLUNGE FEED RATE
133 Q2=2400; CUTTING FEED RATE
134 Q3=3000; SKIM FEED RATE
135 ; FMAX USED FOR RAPID
136 ;
137 ; TOOL NO. :1
138 ; TOOL TYPE : FORM
139 ; TOOL ID : ФрезаТорцеваR365-063Q22-S15H
140 ; TOOL DIA : 69.7095 LENGTH 85.0
141 ;
142 TOOL CALL 1 Z S1500 DL+0.0 DR+0.0
143 M03
144 L X45.0 Y0.0 FMAX
145 L Z100.0 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 Z53.2499 R0 FQ3
151 L X10.3809 Y-9.6108
152 L Z48.2499
153 L Z0.9999 FQ1
154 L Y16.7644 FQ2
155 CC X9.049 Y16.7644
156 C X9.0403 Y18.0962 DR+
157 L X4.8373 Y18.0687
158 CC X4.8461 Y16.7158
159 C X3.4931 Y16.7158 DR+
160 L Y-16.7158
161 CC X4.8461 Y-16.7158
162 C X4.8373 Y-18.0687 DR+
163 L X9.0403 Y-18.0963
164 CC X9.049 Y-16.7644
165 C X10.3809 Y-16.7644 DR+
166 L Y-9.6108
167 CC X16.3877 Y-9.6108
168 C X12.7836 Y-4.8054 DR-
169 CC X9.1796 Y0.0
170 C X15.1863 Y0.0 DR+
171 L Y21.6014
172 CC X13.8545 Y21.6013
173 C X13.8457 Y22.9332 DR+
174 L X0.0318 Y22.8428
175 CC X0.0407 Y21.4899
176 C X-1.3123 Y21.4899 DR+
177 L Y-21.4899
178 CC X0.0407 Y-21.4899
179 C X0.0318 Y-22.8428 DR+
180 L X13.8457 Y-22.9332
181 CC X13.8545 Y-21.6014

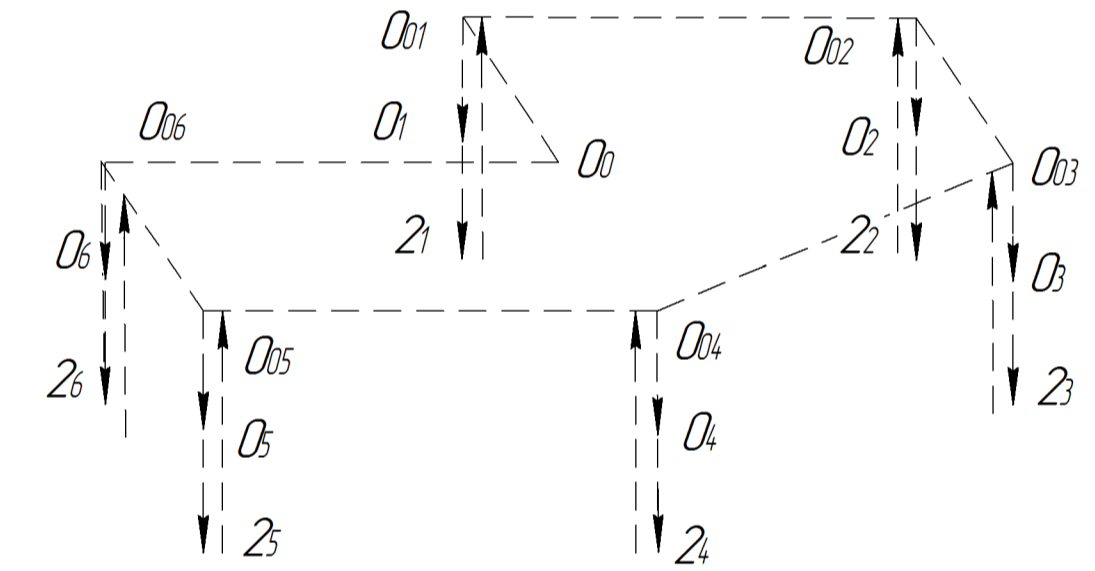
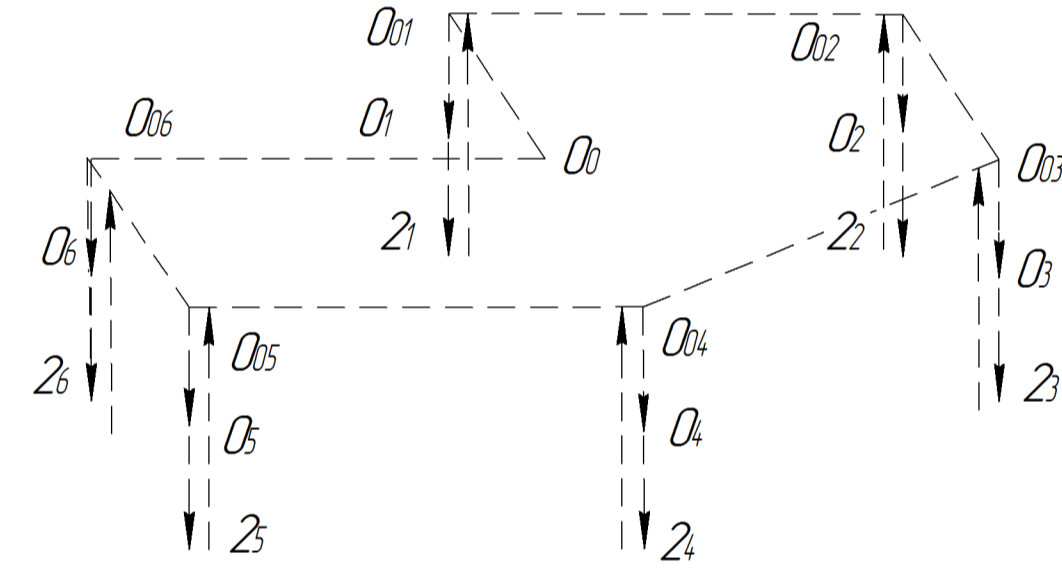
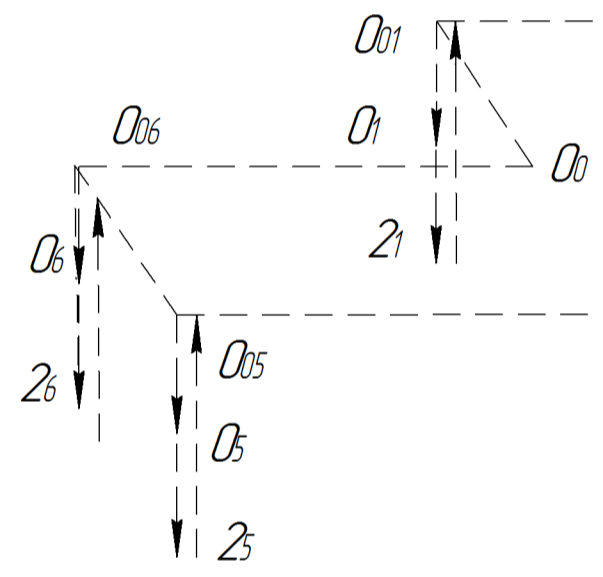
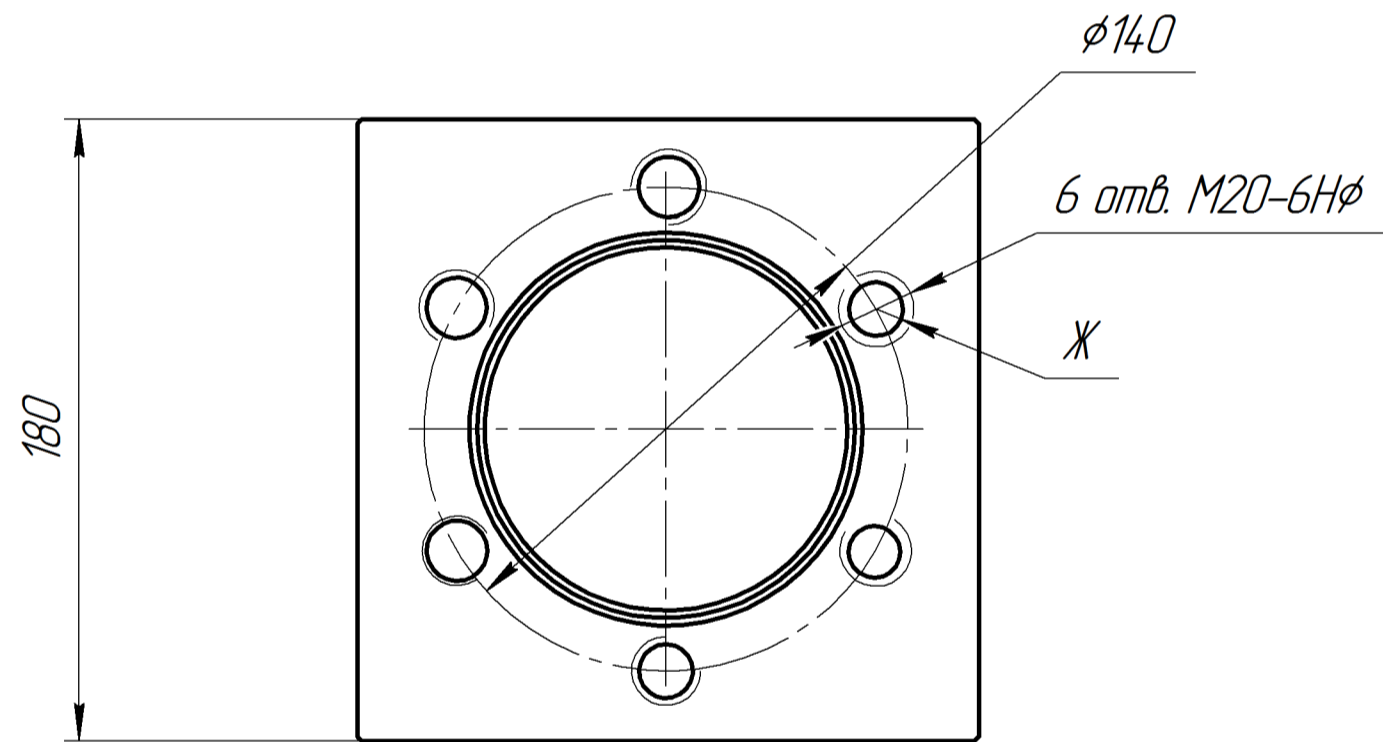
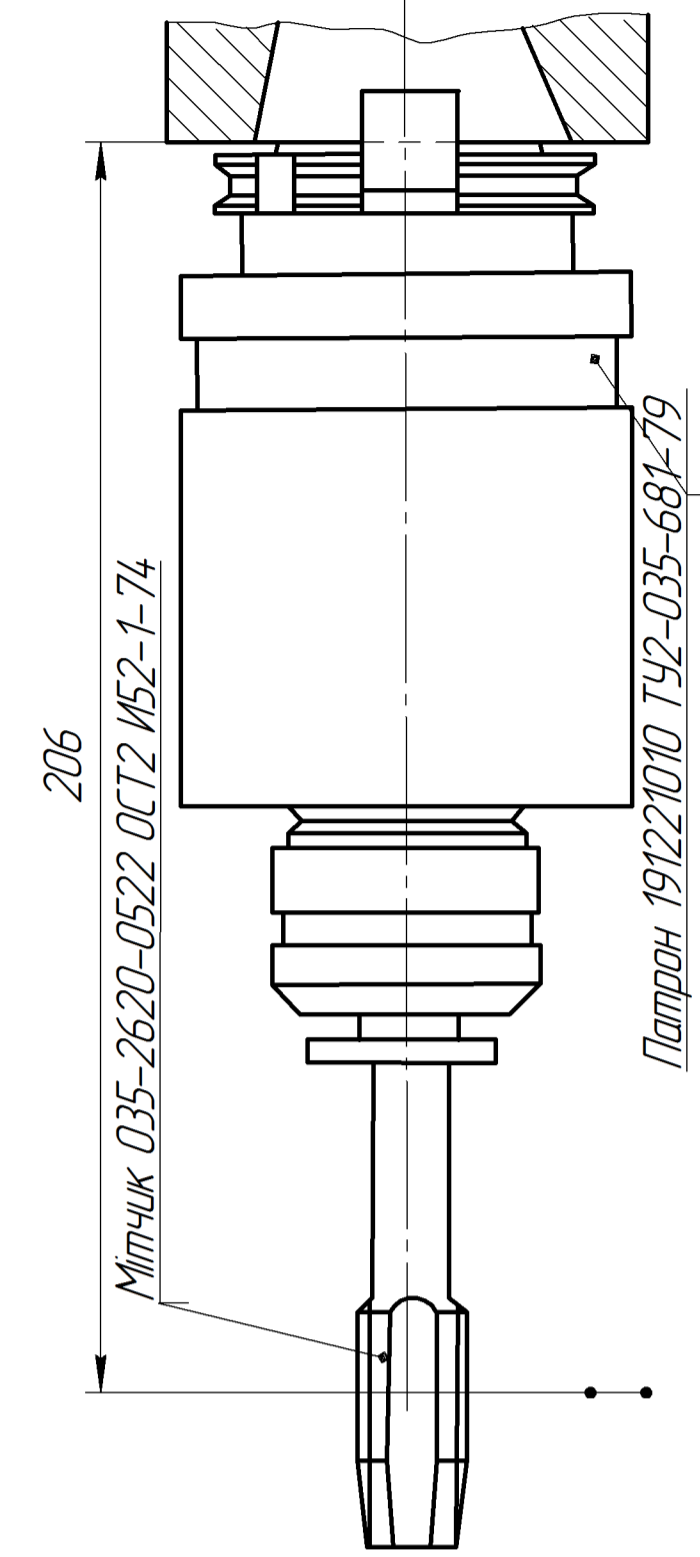
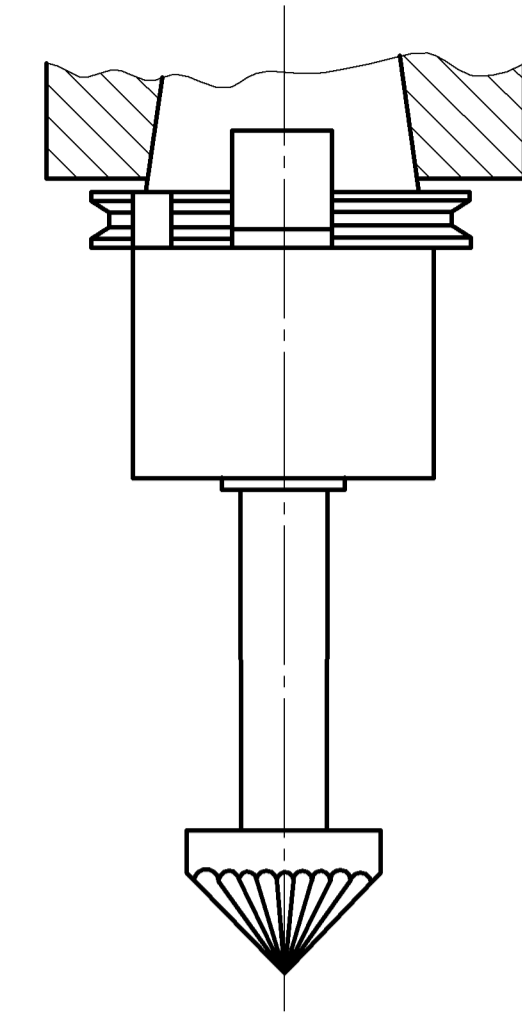
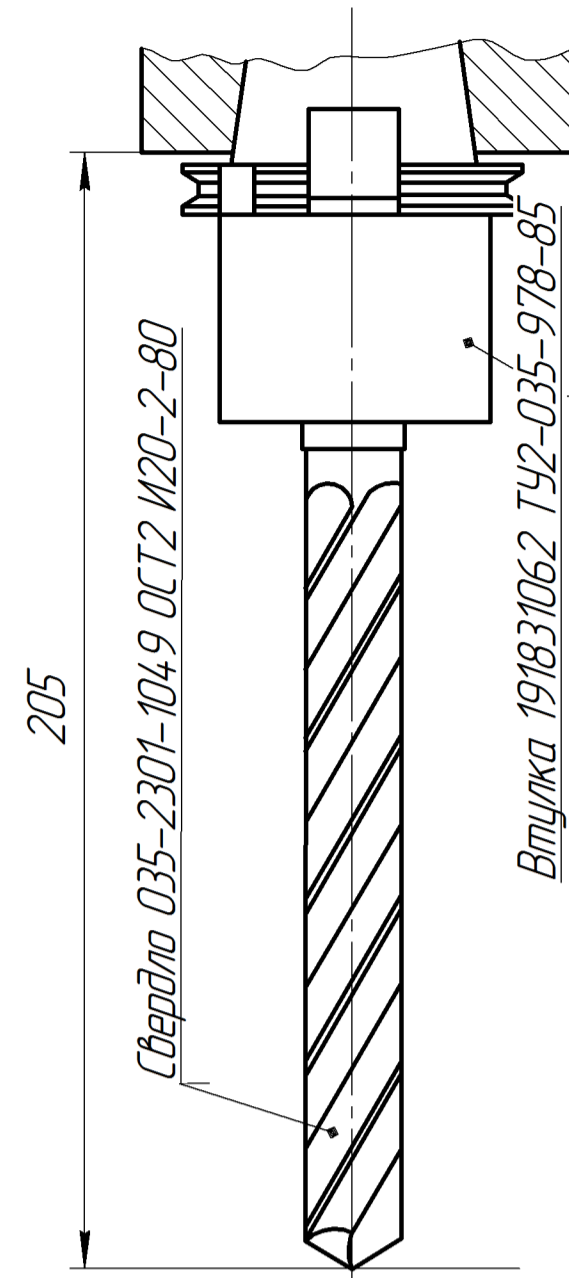
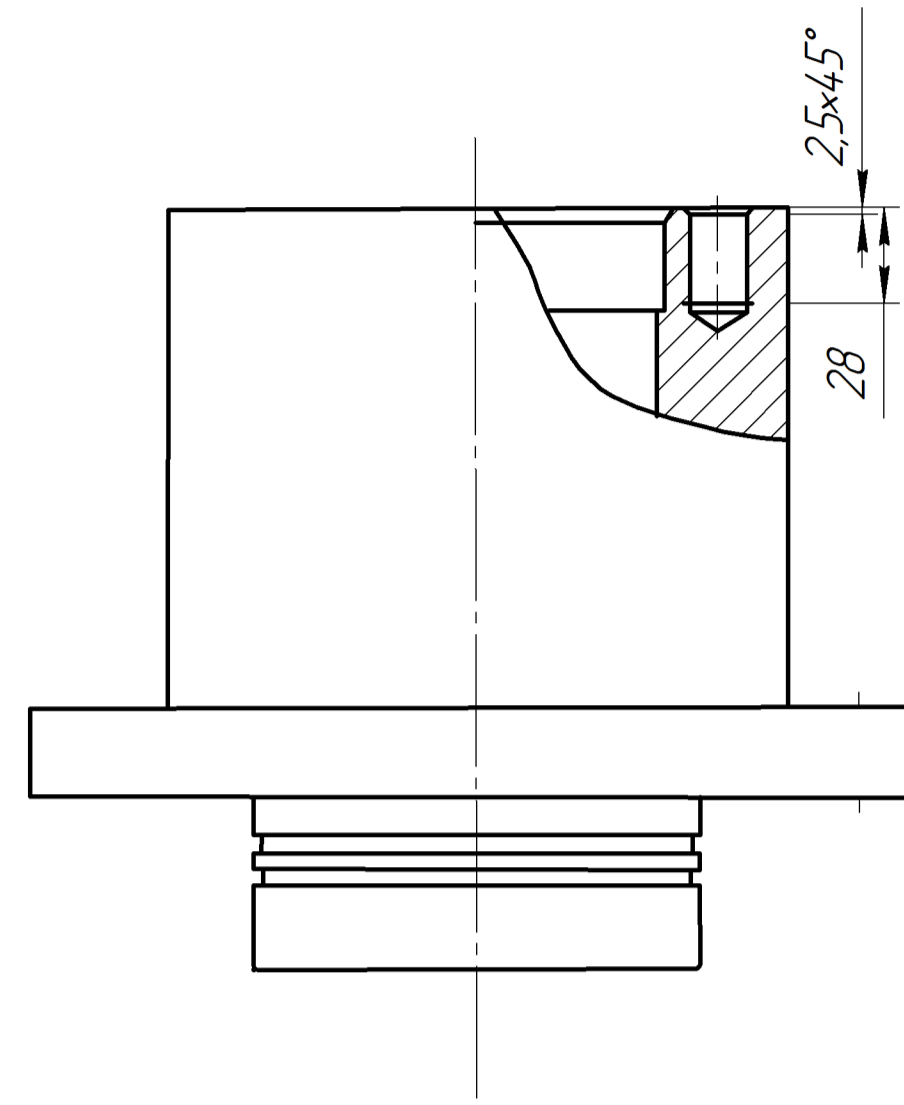
182 C X15.1863 Y-21.6014 DR+
183 L Y0.0
184 CC X21.1931 Y0.0
185 C X17.589 Y4.8054 DR-
186 CC X13.985 Y9.6108
187 C X19.9917 Y9.6108 DR+
188 L Y26.4383
189 CC X18.6599 Y26.4383
190 C X18.6512 Y27.7701 DR+
191 L X-4.7736 Y27.6169
192 CC X-4.7647 Y26.264
193 C X-6.1177 Y26.264 DR+
194 L Y-26.264
195 CC X-4.7647 Y-26.2639
196 C X-4.7736 Y-27.6169 DR+
197 L X18.6512 Y-27.7701
198 CC X18.6599 Y-26.4383
199 C X19.9917 Y-26.4383 DR+
200 L Y9.6108
201 CC X25.9985 Y9.6108
202 C X22.3944 Y14.4162 DR-
203 CC X18.7904 Y19.2216
204 C X24.7971 Y19.2216 DR+
205 L Y31.2752
206 CC X23.4653 Y31.2752
207 C X23.4566 Y32.6071 DR+
208 L X-9.579 Y32.391
209 CC X-9.5702 Y31.038
210 C X-10.9232 Y31.038 DR+
211 L Y-31.038
212 CC X-9.5702 Y-31.038
213 C X-9.579 Y-32.391 DR+
214 L X23.4566 Y-32.6071
215 CC X23.4653 Y-31.2752
216 C X24.7971 Y-31.2752 DR+
217 L Y19.2216
218 CC X30.8039 Y19.2216
219 C X27.1999 Y24.027 DR-
220 CC X23.5958 Y28.8325
221 C X29.6026 Y28.8325 DR+
222 L Y36.1122
223 CC X28.2707 Y36.1122
224 C X28.262 Y37.444 DR+
225 L X-14.3844 Y37.1651
226 CC X-14.3756 Y35.8121
227 C X-15.7286 Y35.8121 DR+
228 L Y-35.8121
229 CC X-14.3756 Y-35.8121
230 C X-14.3844 Y-37.1651 DR+
231 L X28.262 Y-37.444
232 CC X28.2707 Y-36.1122
233 C X29.6026 Y-36.1122 DR+
234 L Y28.8325
235 CC X35.6093 Y28.8325

236 C X32.0053 Y33.6379 DR-
237 CC X28.4012 Y38.4433
238 C X34.408 Y38.4433 DR+
239 L Y40.9385
240 CC X33.0656 Y40.9385
241 C X33.0568 Y42.2809 DR+
242 L X-19.4349 Y41.9376
243 CC X-19.4283 Y40.936
244 C X-20.349 Y41.3304 DR+
245 L X-20.4255 Y41.1519
246 L X-20.5066 Y40.8931
247 L X-20.534 Y40.6233
248 L Y-40.6233
249 L X-20.5066 Y-40.8931
250 L X-20.4255 Y-41.1519
251 L X-20.349 Y-41.3304
252 CC X-19.4283 Y-40.936
253 C X-19.4349 Y-41.9376 DR+
254 L X33.0568 Y-42.2809
255 CC X33.0656 Y-40.9386
256 C X34.408 Y-40.9386 DR+
257 L Y38.4433
258 CC X38.0982 Y38.4433
259 C X37.2915 Y42.0443 DR-
260 CC X36.7252 Y44.5721
261 C X38.4422 Y46.5117 DR+
262 CC X36.9261 Y44.7991
263 C X36.9261 Y47.0863 DR+
264 L X-19.6858 Y47.0862
265 CC X-19.6858 Y41.581
266 C X-23.4766 Y45.5731 DR+
267 L X-23.8336 Y45.234
268 CC X-20.5041 Y41.7277
269 C X-25.3394 Y41.7277 DR+
270 L Y-41.7277
271 CC X-20.5041 Y-41.7277
272 C X-23.8336 Y-45.234 DR+
273 L X-23.4766 Y-45.5731
274 CC X-19.6858 Y-41.581
275 C X-19.6858 Y-47.0861 DR+
276 L X36.9261 Y-47.0863
277 CC X36.9262 Y-44.7991
278 C X39.2134 Y-44.7991 DR+
279 L Y44.7991
280 CC X36.9261 Y44.7991
281 C X38.4422 Y46.5117 DR+
282 CC X40.0637 Y48.3472
283 C X37.8503 Y49.3956 DR-
284 L X37.8524 Y49.4001
285 CC X36.2773 Y50.1482
286 C X36.2773 Y51.892 DR+
287 L X-22.4103
288 CC X-22.4103 Y48.4065
289 C X-24.8105 Y50.9339 DR+

290 L X-29.0599 Y46.8984
291 CC X-26.6598 Y44.371
292 C X-30.1452 Y44.371 DR+
293 L Y22.2208
294 L Y-44.371
295 CC X-26.6598 Y-44.371
296 C X-29.0599 Y-46.8984 DR+
297 L X-27.0078 Y-48.8472
298 L X-24.8105 Y-50.9339
299 CC X-22.4103 Y-48.4065
300 C X-22.4103 Y-51.892 DR+
301 L X5.3341
302 L X39.3662
303 CC X39.3662 Y-48.4065
304 C X42.6012 Y-49.7038 DR+
305 L X42.7868 Y-49.2411
306 L X43.8891 Y-46.4922
307 L X44.0764 Y-45.8555
308 L X44.1396 Y-45.1949
309 L Y29.938
310 L Y45.1949
311 L X44.0764 Y45.8556
312 L X43.8891 Y46.4922
313 L X42.6012 Y49.7038
314 CC X39.3662 Y48.4065
315 C X39.3662 Y51.892 DR+
316 L X36.2773
317 L Z53.2499 FQ3
318 L X45.0 Y0.0
319 L Z104.5
320 L Z100.0
321 ; -----
322 ; END TOOLPATH : ФрезерПлощини
323 ; -----
324 M09
325 M05
326 L M140 MBMAX FMAX
327 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
328 CYCL DEF 32.1
329 CYCL DEF 32.2
330 M30
331 END PGM 30 MM

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Примітка
				<u>Документація</u>		
			<i>БР.ПМ-036.02.00.000 СК</i>			
				<i>Складальне креслення</i>		
				<u>Деталі</u>		
		1	<i>БР.ПМ-036.02.00.001</i>	<i>Корпус</i>	1	
		2	<i>БР.ПМ-036.02.00.002</i>	<i>Гільза</i>	2	
		3	<i>БР.ПМ-036.02.00.003</i>	<i>Поршень</i>	2	
		4	<i>БР.ПМ-036.02.00.004</i>	<i>Кришка</i>	2	
		5	<i>БР.ПМ-036.02.00.005</i>	<i>Шток</i>	2	
		6	<i>БР.ПМ-036.02.00.006</i>	<i>Важіль</i>	1	
		7	<i>БР.ПМ-036.02.00.007</i>	<i>Планка</i>	2	
		8	<i>БР.ПМ-036.02.00.008</i>	<i>Вісь</i>	4	
		9	<i>БР.ПМ-036.02.00.009</i>	<i>Втулка</i>	1	
		10	<i>БР.ПМ-036.02.00.010</i>	<i>Важіль</i>	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		12		<i>Гайки ГОСТ 5915-70</i>		
				<i>M24-6H.8.05</i>	2	
				<i>Гвинт ГОСТ 1478-80</i>		
		13		<i>M12-6gx35.66.05</i>	2	
		14		<i>M12-6gx45.66.05</i>	8	
		15		<i>Гвинт M6-6gx 16.66.05</i>	6	
				<i>ГОСТ 1491-80</i>		

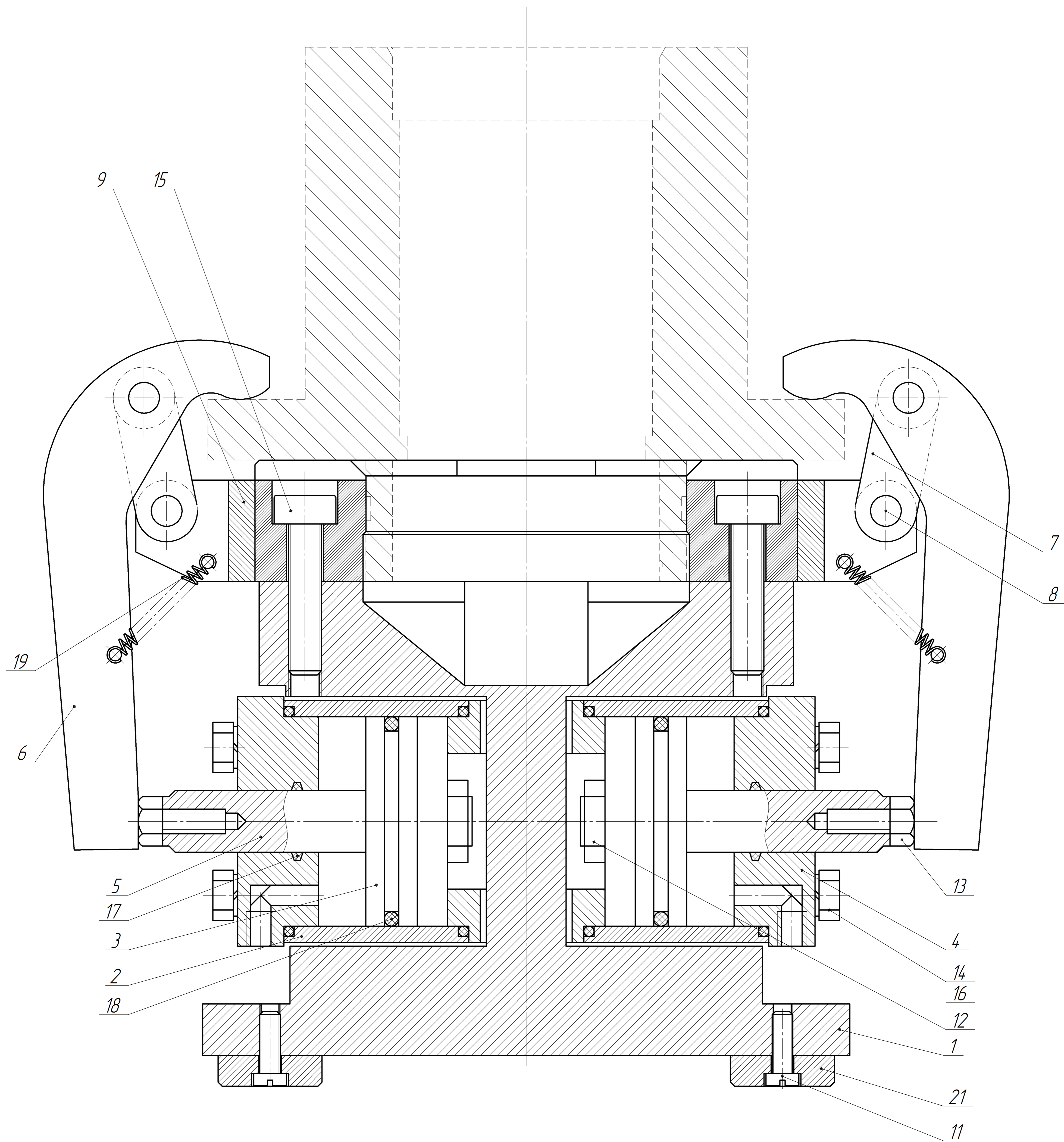
					БР.ПМ-046.02.00.000 ПЗ					
Зм.	Арк	Недокум	Підпис	Дата	Пристрій свердлильний					
Розробив	Бургаарт							Літ.	Арк	Аркушів
Перевір.	Шуляр							Н	1	2
Ре ценз.								ІФНТУНГ ПМ-21-1		
Н.контр.	Шуляр									
Затв.	Панчук									



Инструмент	Длина траект.	№ оп.п.	Координаты оп.п.		
			X, мм	Y, мм	Z, мм
Т04	О0-О01	О0	0	0	-300
	О01-О1	О1	+35,0	-60,62	-300
	О1-21	21	+35,0	-60,62	-315
	21-О01	О01	+35,0	-60,62	-300
	О01-О02	О02	-35,0	-60,62	-300
	О02-О2	О2	-35,0	-60,62	-315
	О2-22	22	-35,0	-60,62	-350
	22-О02	О02	-35,0	-60,62	-300
	О02-О03	О03	-70,0	0	-300
	О03-О3	О3	-70,0	0	-315
	О3-23	23	-70,0	0	-350
	23-О03	О03	-70,0	0	-300
	О03-О04	О04	-35,0	+60,62	-300
	О04-О4	О4	-35,0	+60,62	-315
	О4-24	24	-35,0	+60,62	-350
	24-О04	О04	-35,0	+60,62	-300
	О04-О05	О05	35,0	+60,62	-300
	О05-О5	О5	35,0	+60,62	-315
	О5-25	25	35,0	+60,62	-350
	25-О05	О05	35,0	+60,62	-300
	О05-О06	О06	70,0	0	-300
О06-О6	О6	70,0	0	-315	
О6-26	26	70,0	0	-350	
О06-О00	О00	70,0	0	-300	

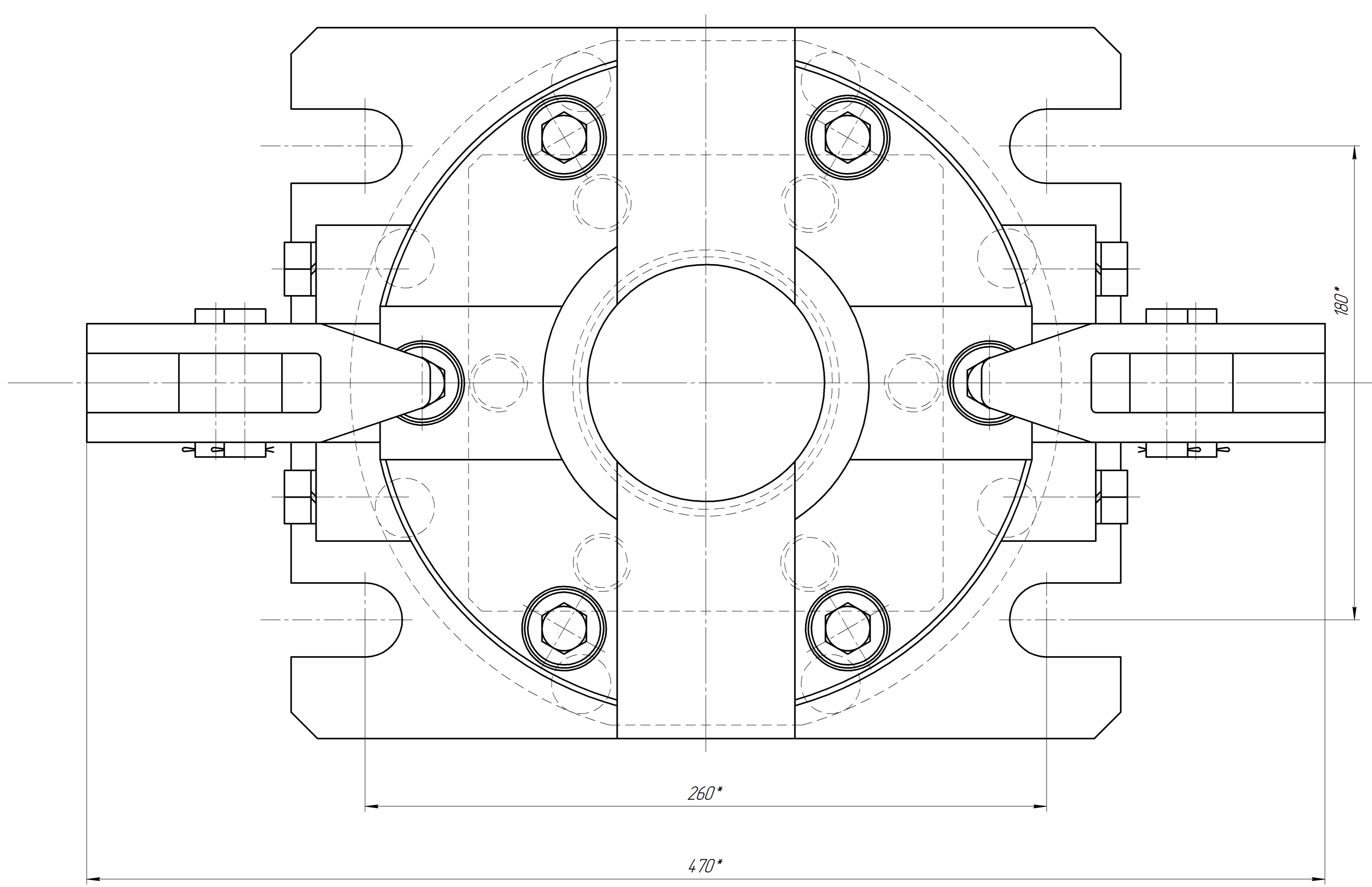
Операция 065				
Верстак мод. 2Д132МФ2				
Инструменты	t мм	Sx мм/хв	V м/хв	n ⁻¹ хв
Т02	8,95	100	14	250
Т03	2,5	95	28,3	500
Т03	1,35	450	11,3	180

БР.ПМ-036.01.00.000 СХ						
Карта наладки				Лист	Масса	Масштаб
Экз.	Арх.	№ Док.	Подп.	Дата	Н	
Разраб.	Бурзарт				Архив	1
Перев.	Щуляр				ИФНТУНГ	
Т.контр.	Щуляр				ПМ-21-1	
Прод.						
Н.контр.	Щуляр					
Затв.	Панчик					

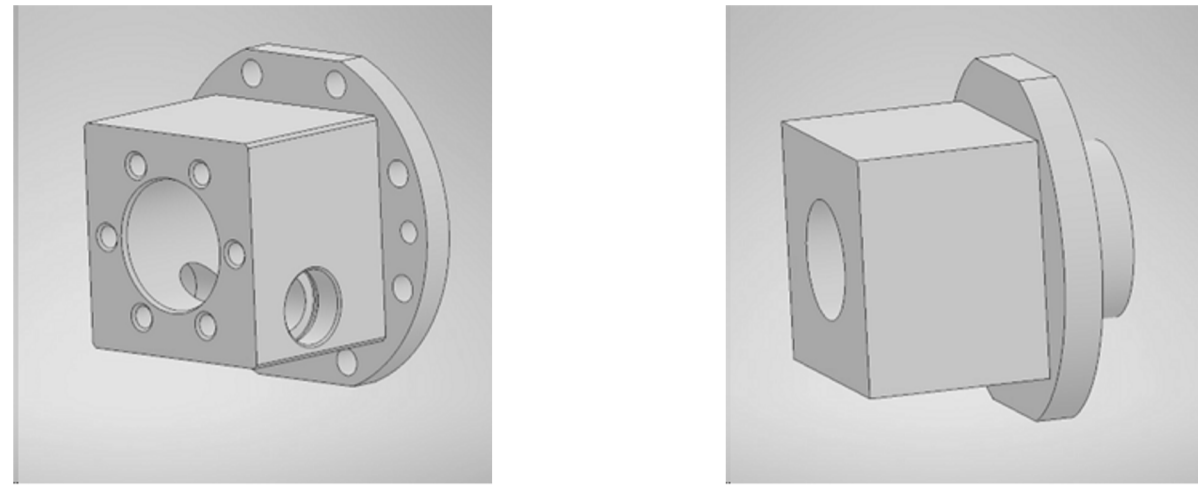


- 1 *Размір для довідок
- 2 Неказані граничні відхилення по h14; H14; ±IT14/2.
- 3 Верстат мод. 2Д132МФ2.
- 4 Тиск повітря 0,4 МПа.

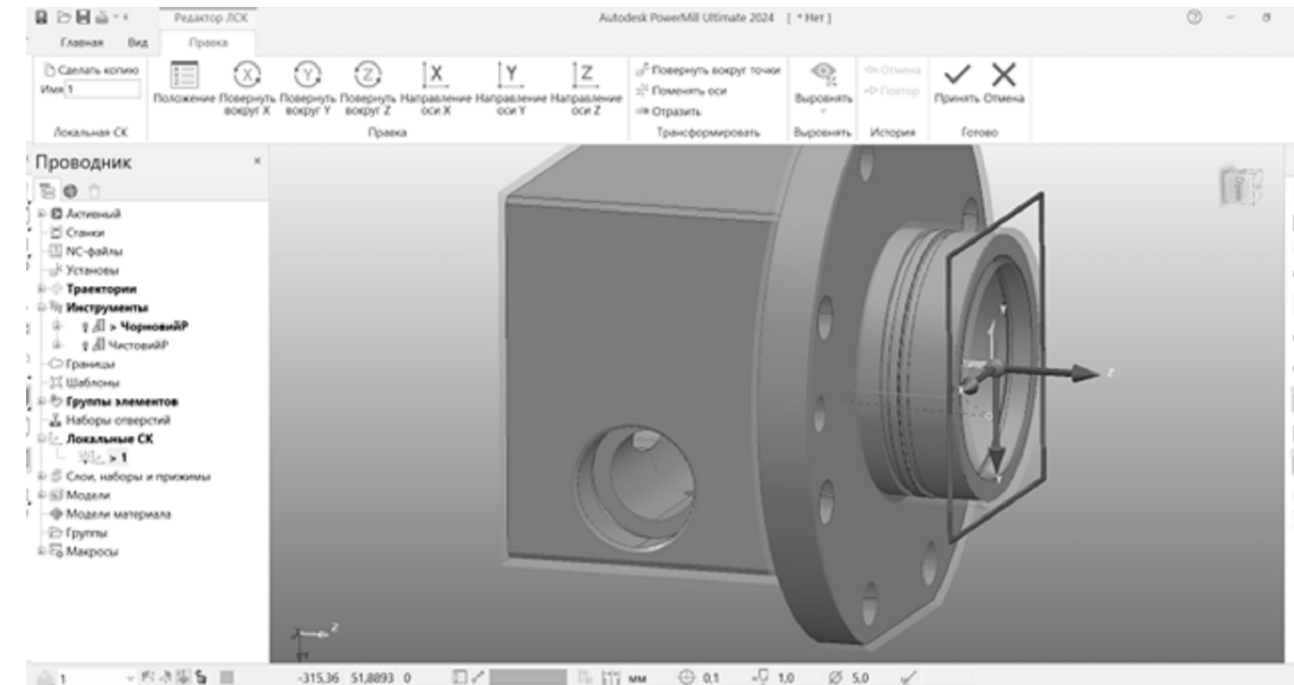
					БР.ПМ-036.02.00.000 СК			
Зм	Арж	№ Доким.	Підп	Дата	Пристрій свердлильний	Лит	Маса	Масштаб
Розраб	Бургадт					н		1:1
Перед	Щуляр					Аржш	Аржшб	
Т.контр.	Щуляр					ІФНТЧНГ		
Реценз	Щуляр					ПМ-21-1		
Н.контр.	Щуляр							
Затв	Панчик							



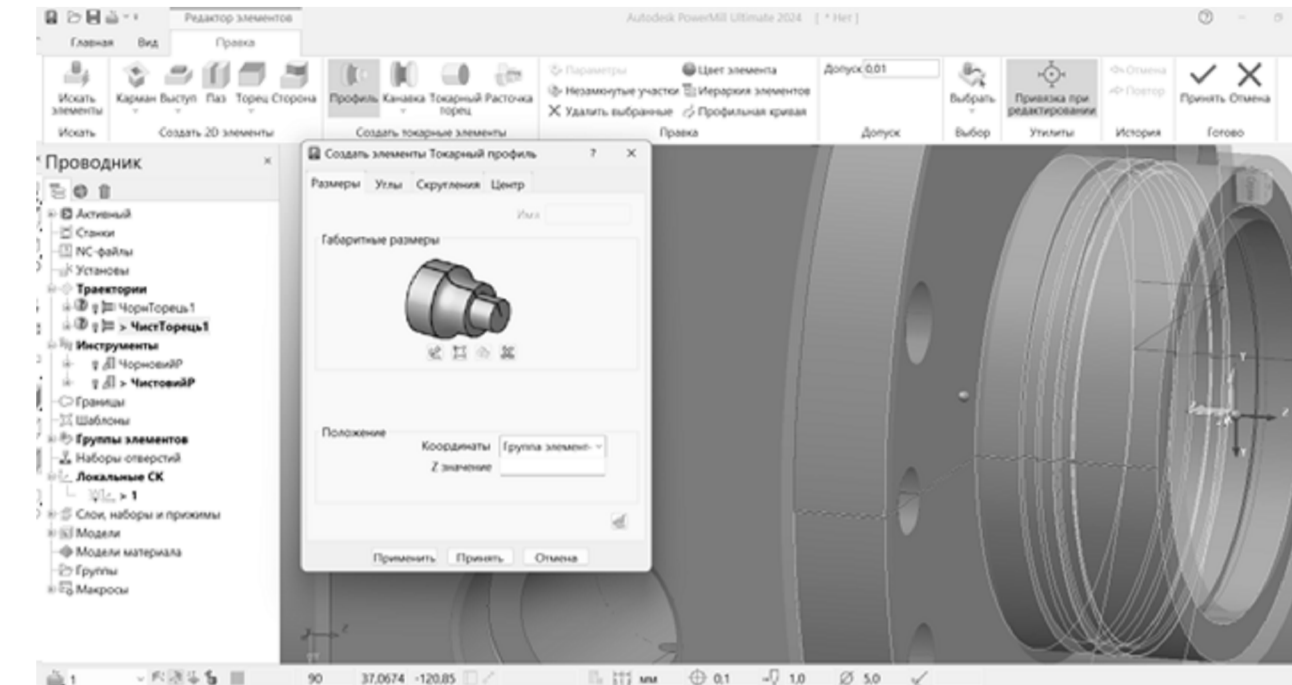
					БР.ПМ-036.02.00.000 СК			
Экз.	Арх.	№ Доким.	Лист	Дата	Прислiри свердлильний	Лит.	Маса	Масштаб
		Бургаарт				Н		1:1
		Шляр				Архив	Архив	
		Шляр				ІФНТЧНГ ПМ-21-1		
		Шляр						
		Панчик						



3D-моделі деталі та заготовки



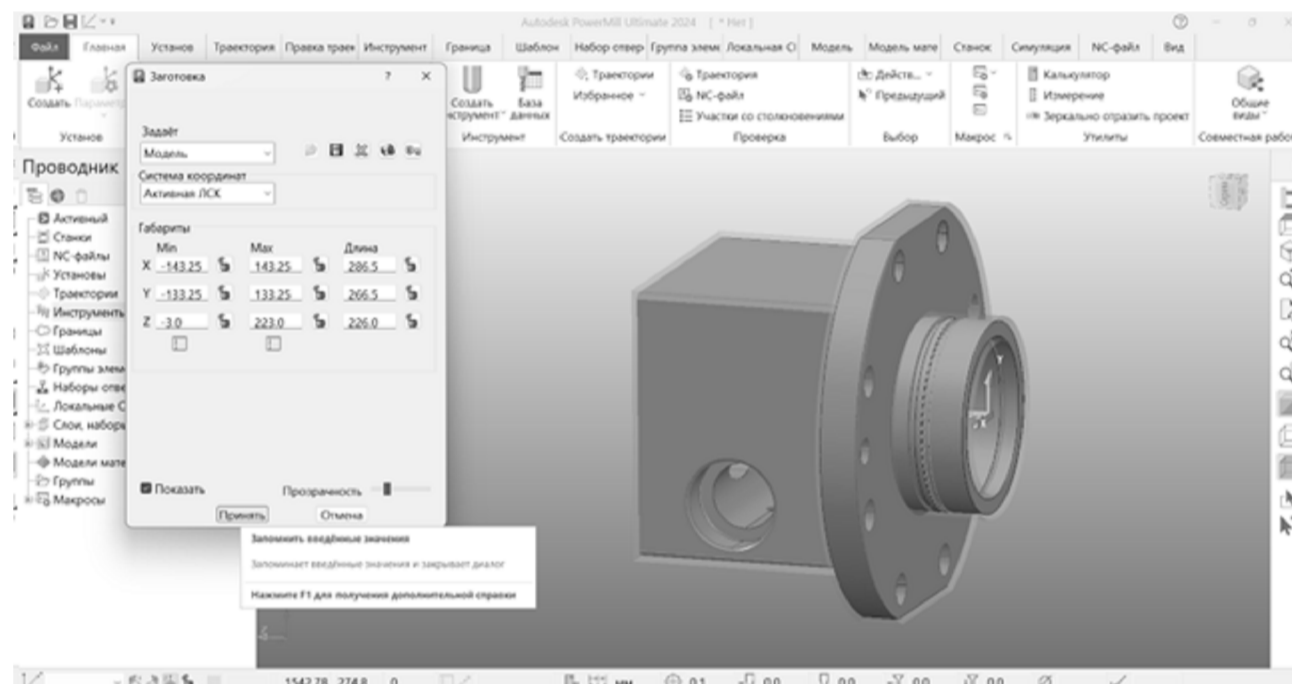
Створення локальної системи координат



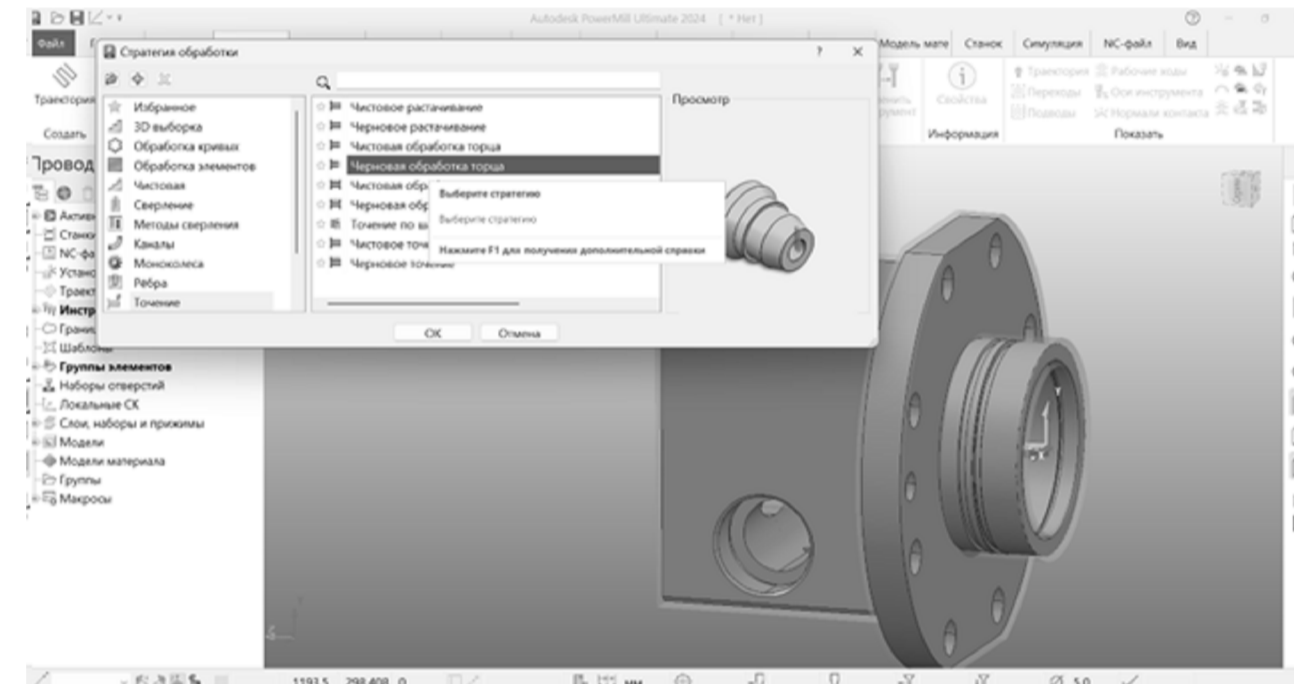
Створення локальної системи координат



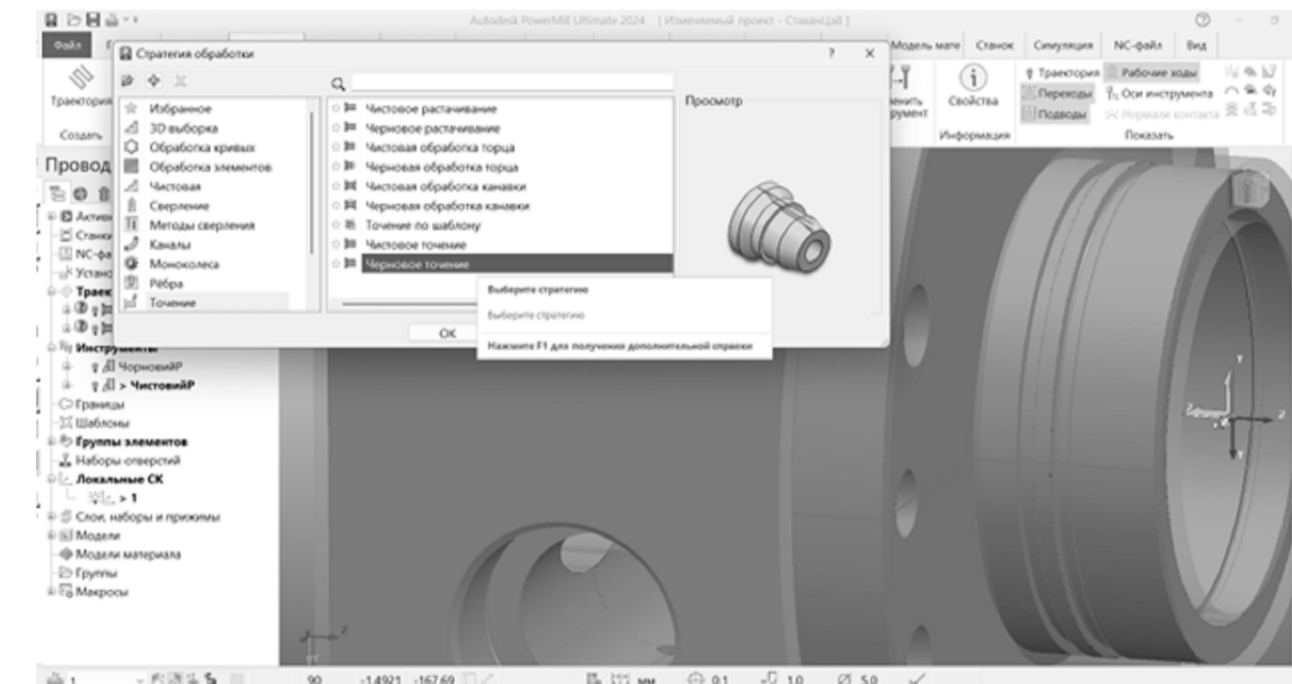
Вибір стратегії обробки



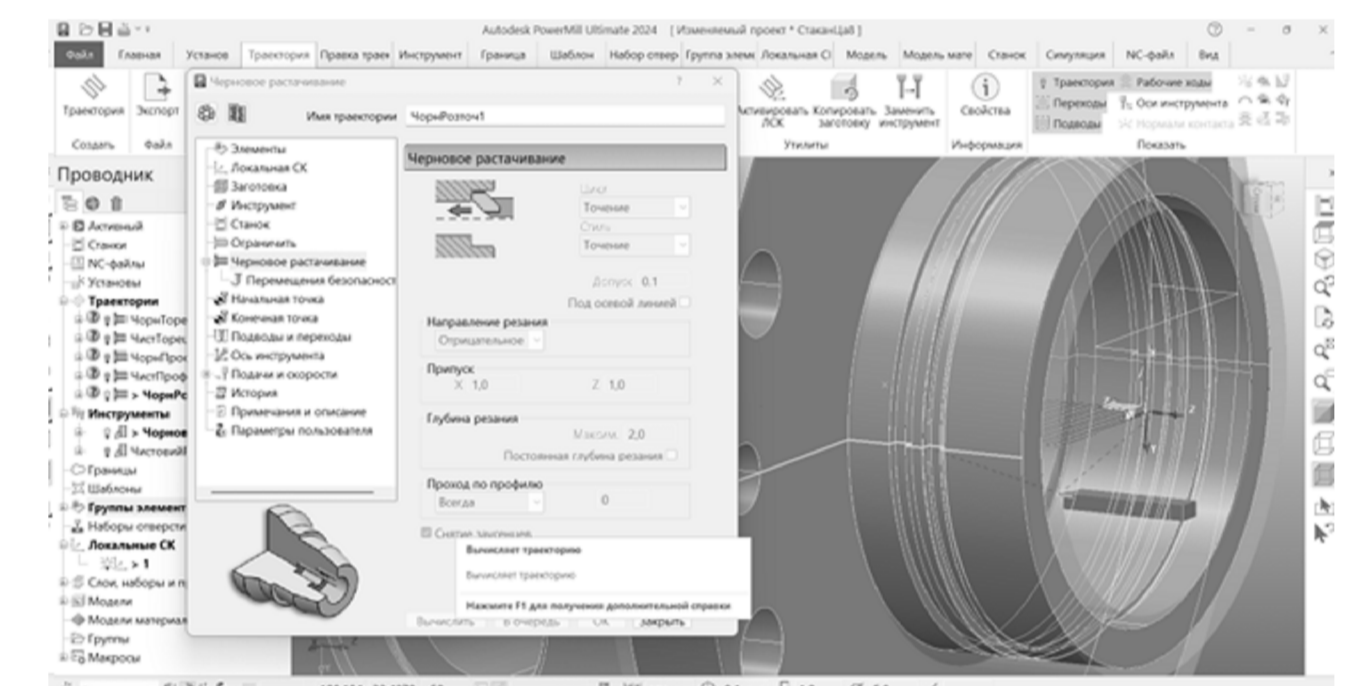
Імпортовані моделі деталі та заготовки



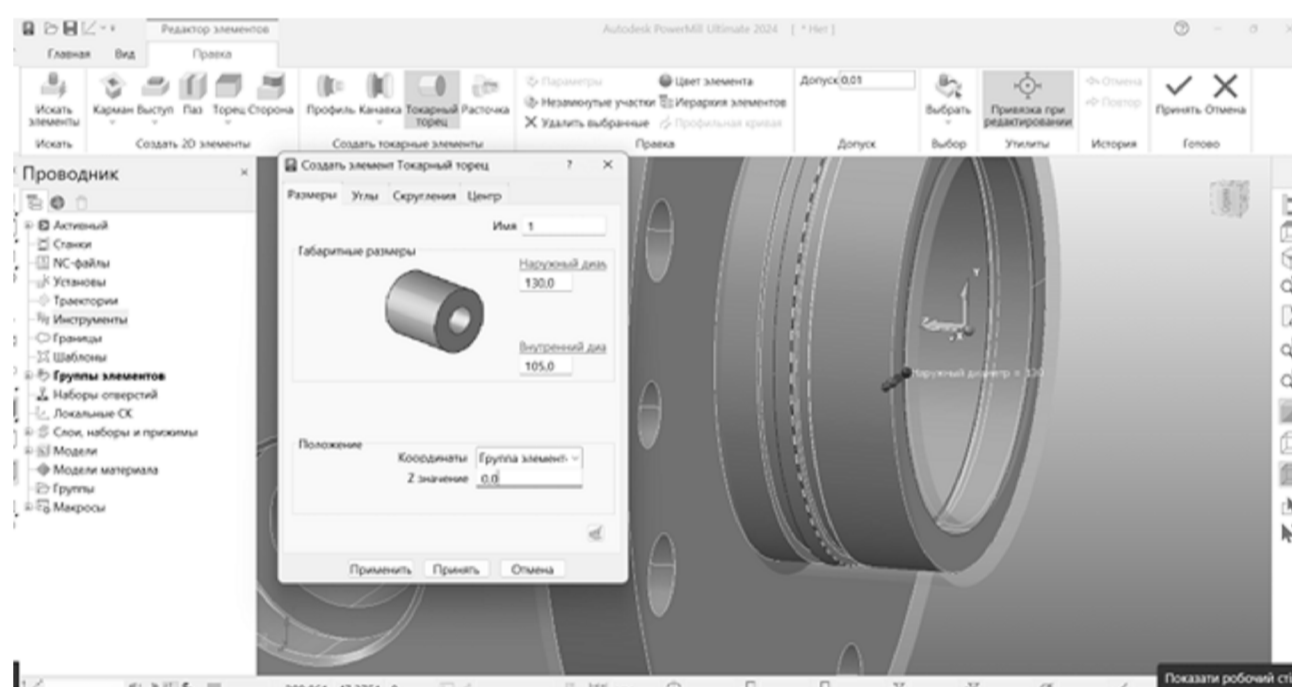
Вибір стратегії обробки



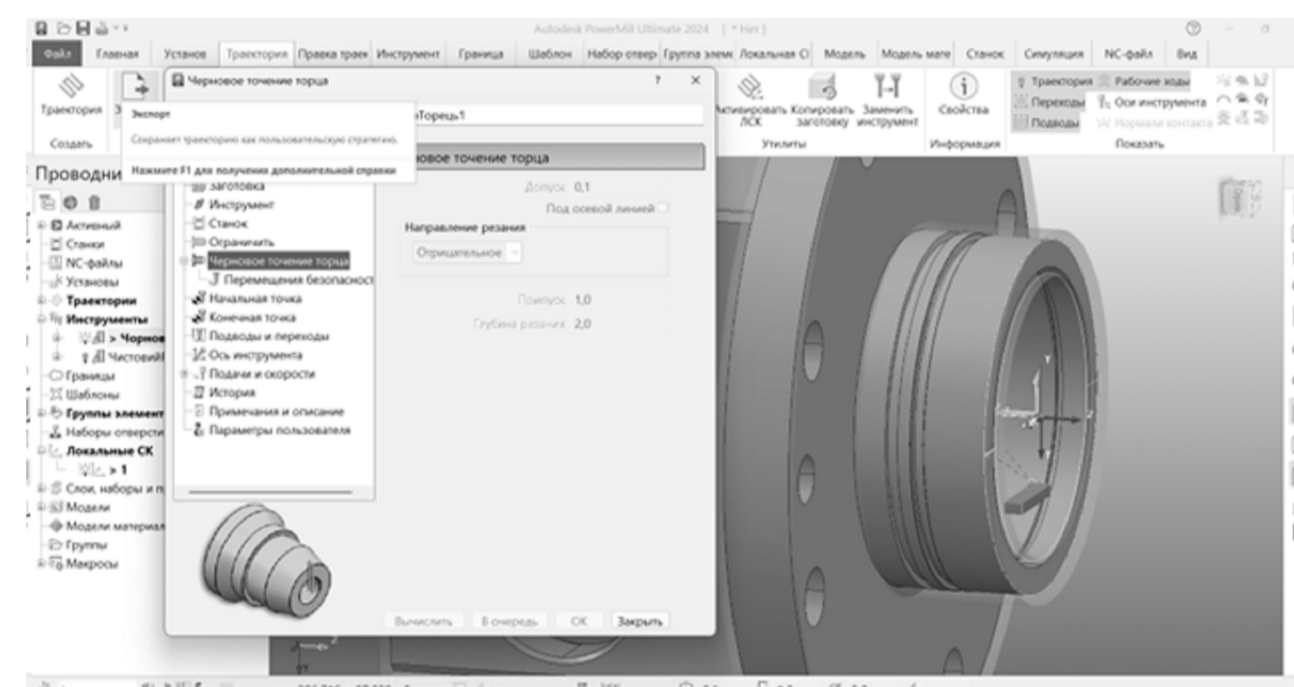
Вибір стратегії обробки



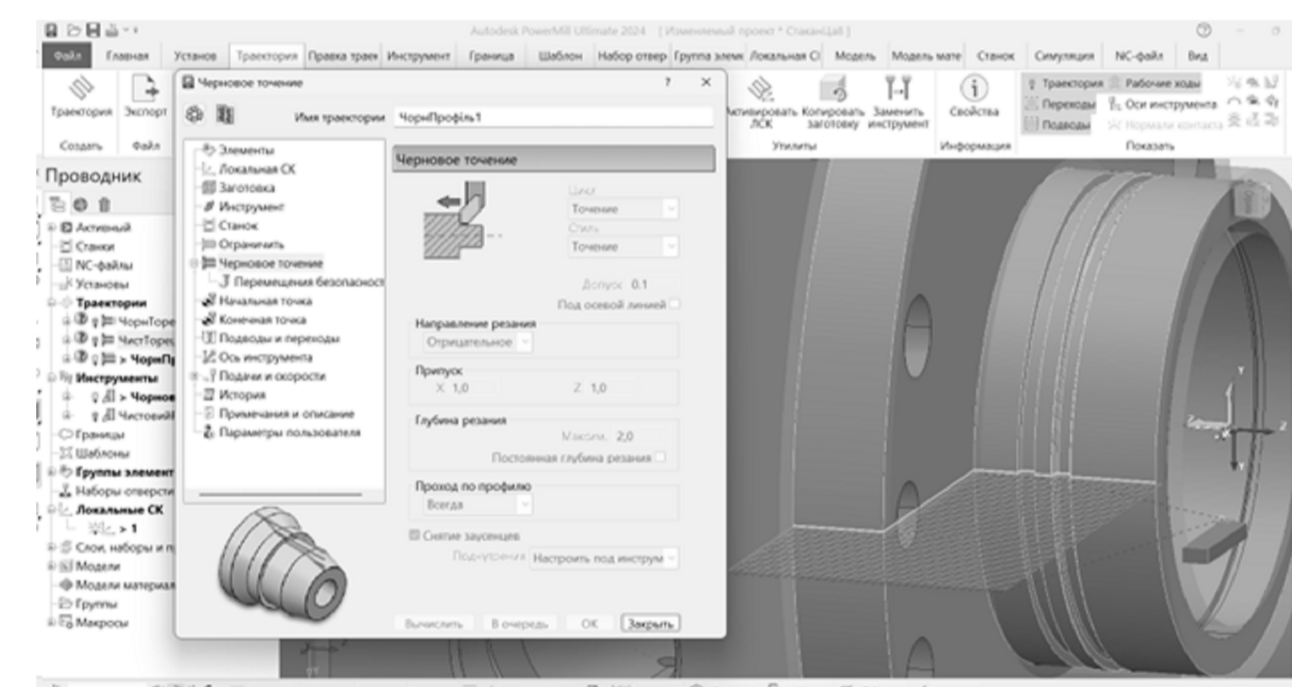
Проектування чорнового розточування



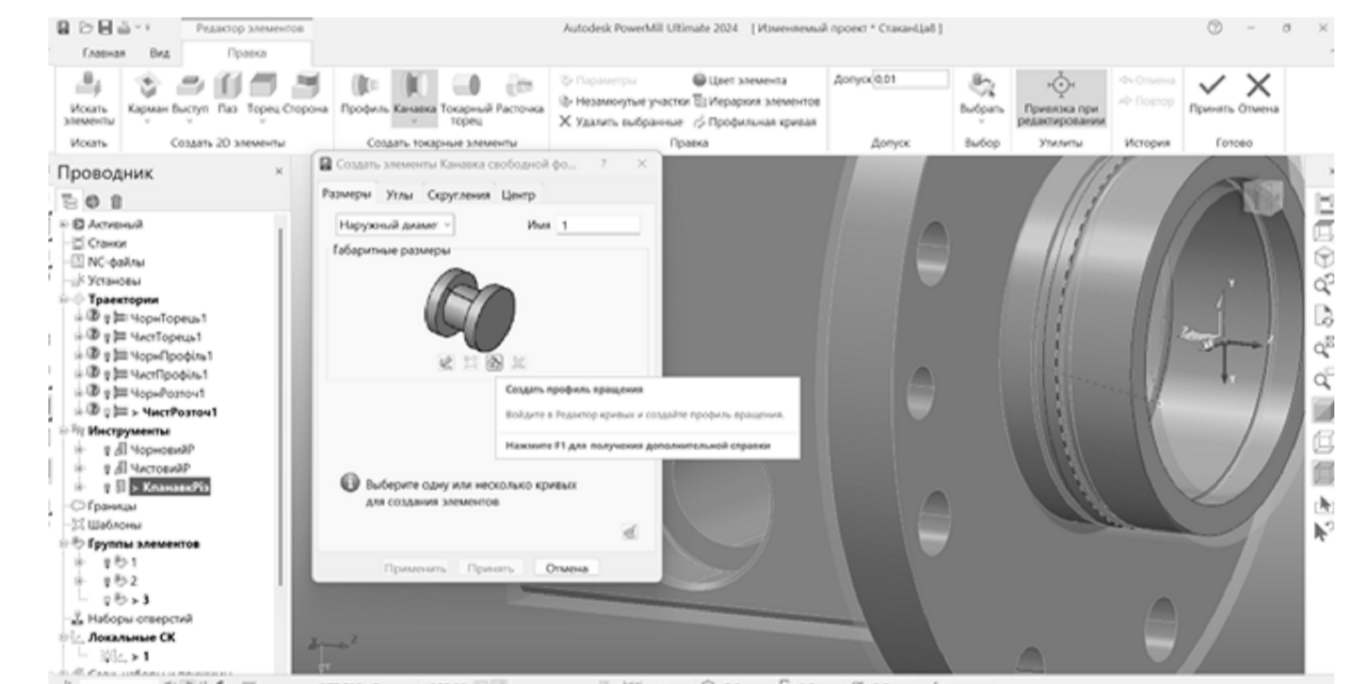
Створення елемента "Токарний торець"



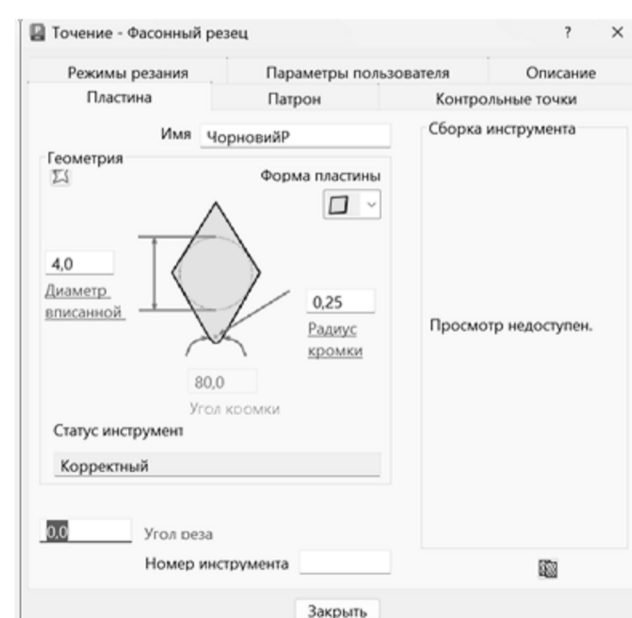
Проектування точіння торця



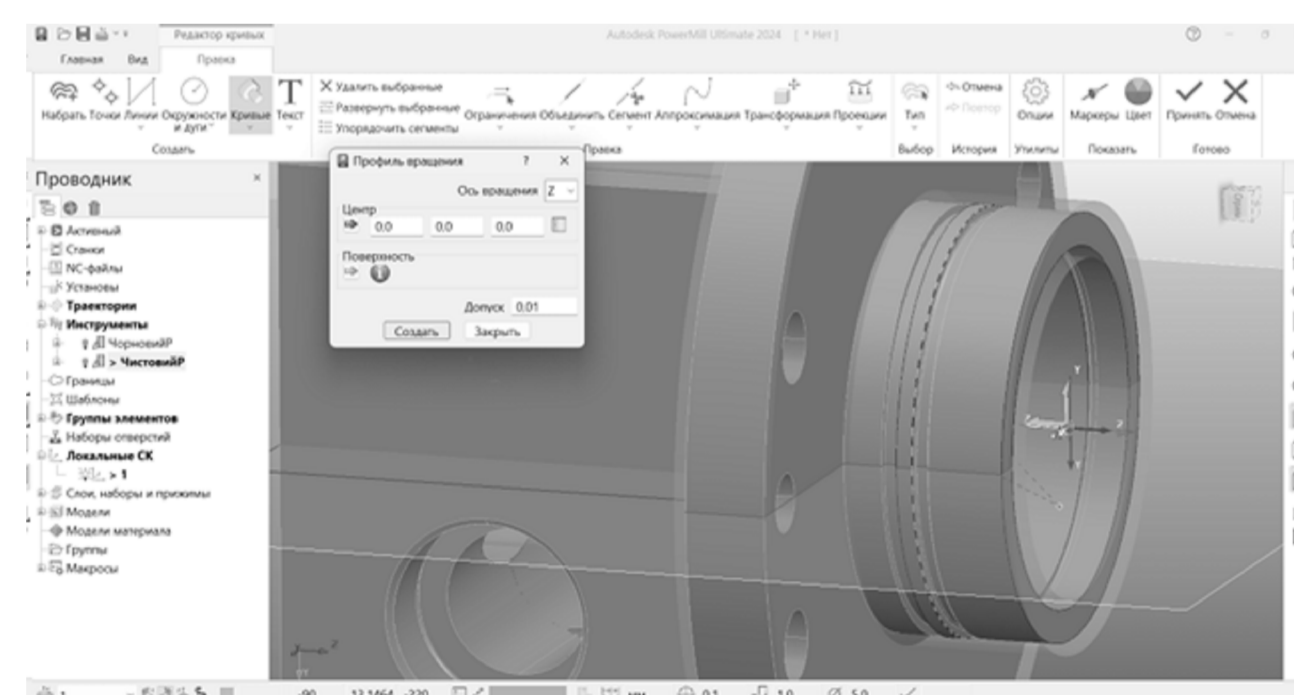
Проектування чорнового точіння



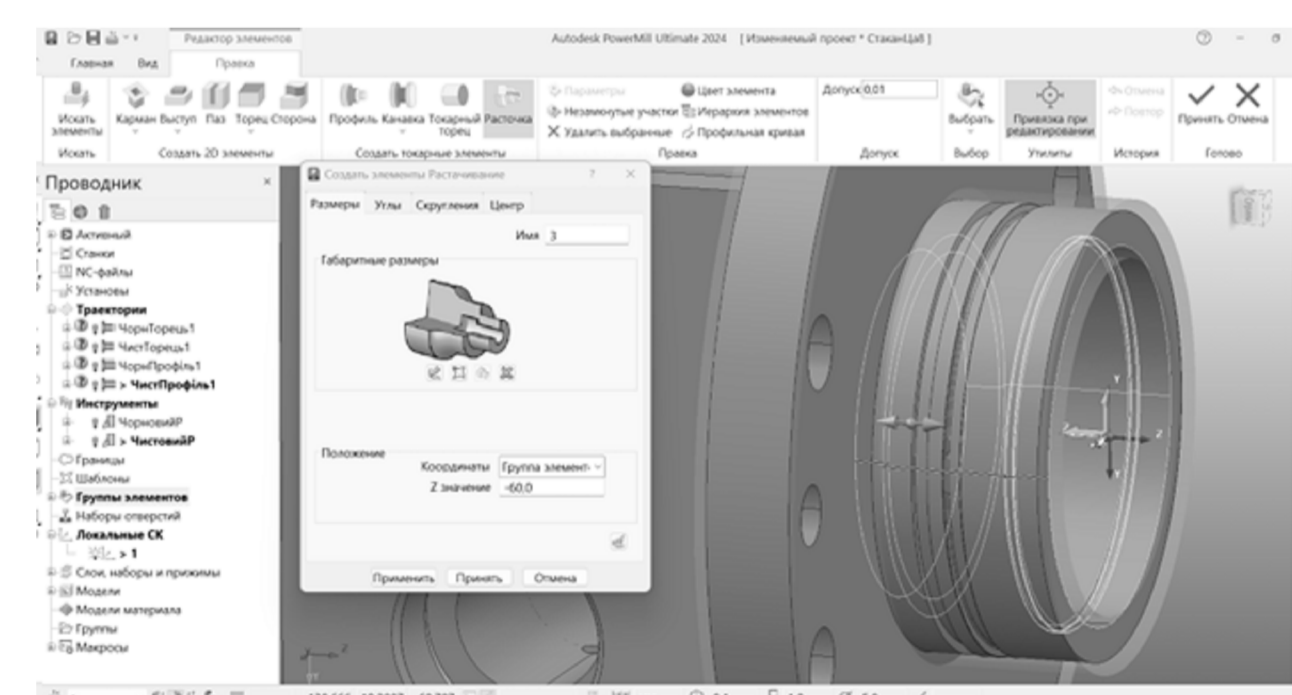
Створення елемента "Канавка"



Створення моделі різця

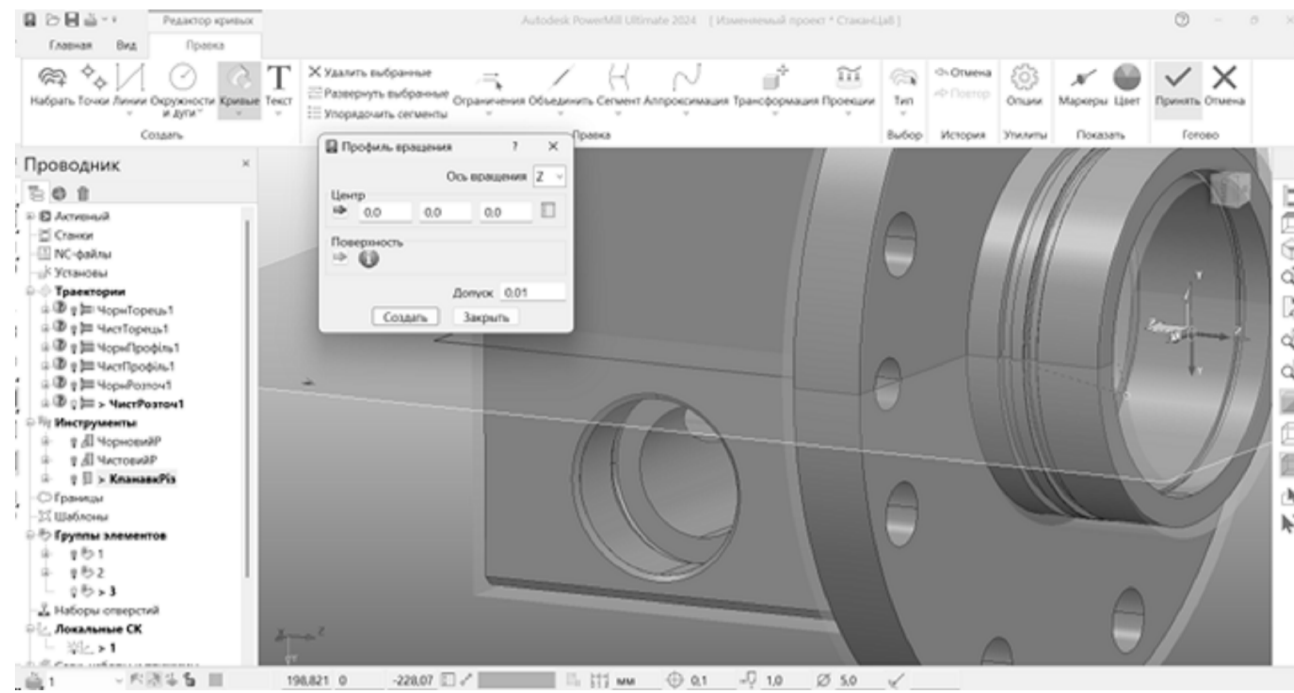


Осьовий перетин площиною

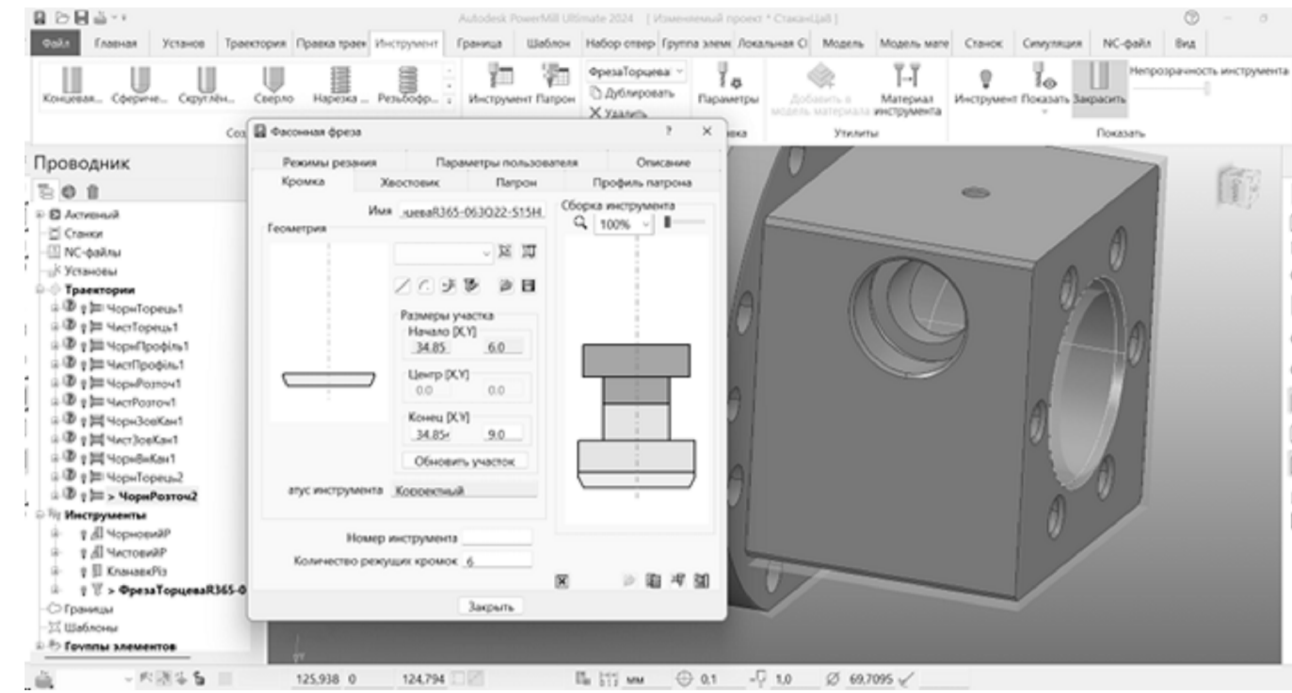


Отримання профілю розточування

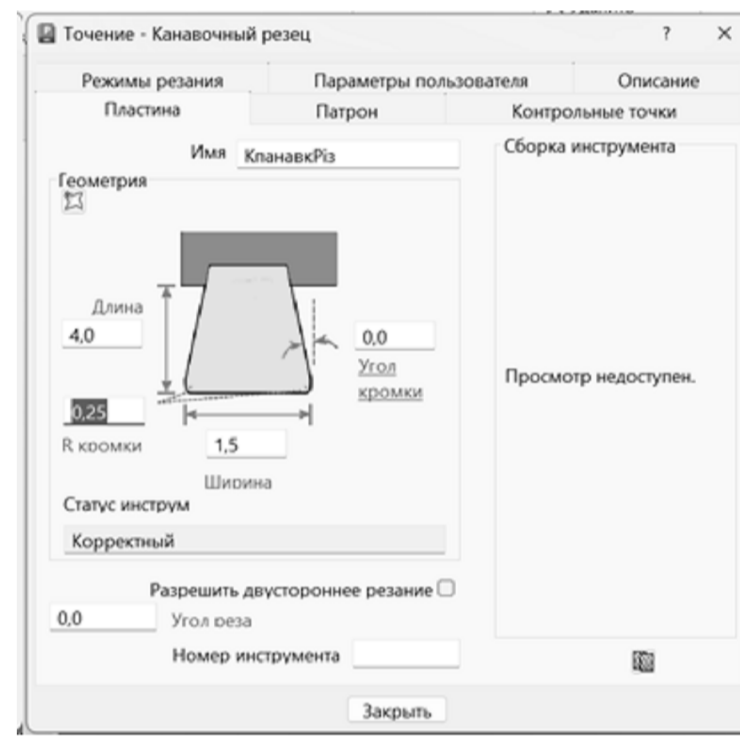
				БР.ПМ-036.03.00.000 СХ				
Зм.	Арх.	№ Док.	Підп.	Дата	Схеми до керуючої програми ЧПК	Лист	Маса	Масштаб
Розроб.	Шуляк	Бурдак	Шуляк			Аркши	Аркши	1
Лектор	Шуляк							ІФНТУНГ
Т.контр.	Шуляк							ПМ-21-1
Н.контр.	Шуляк							
Затв.	Ободко							



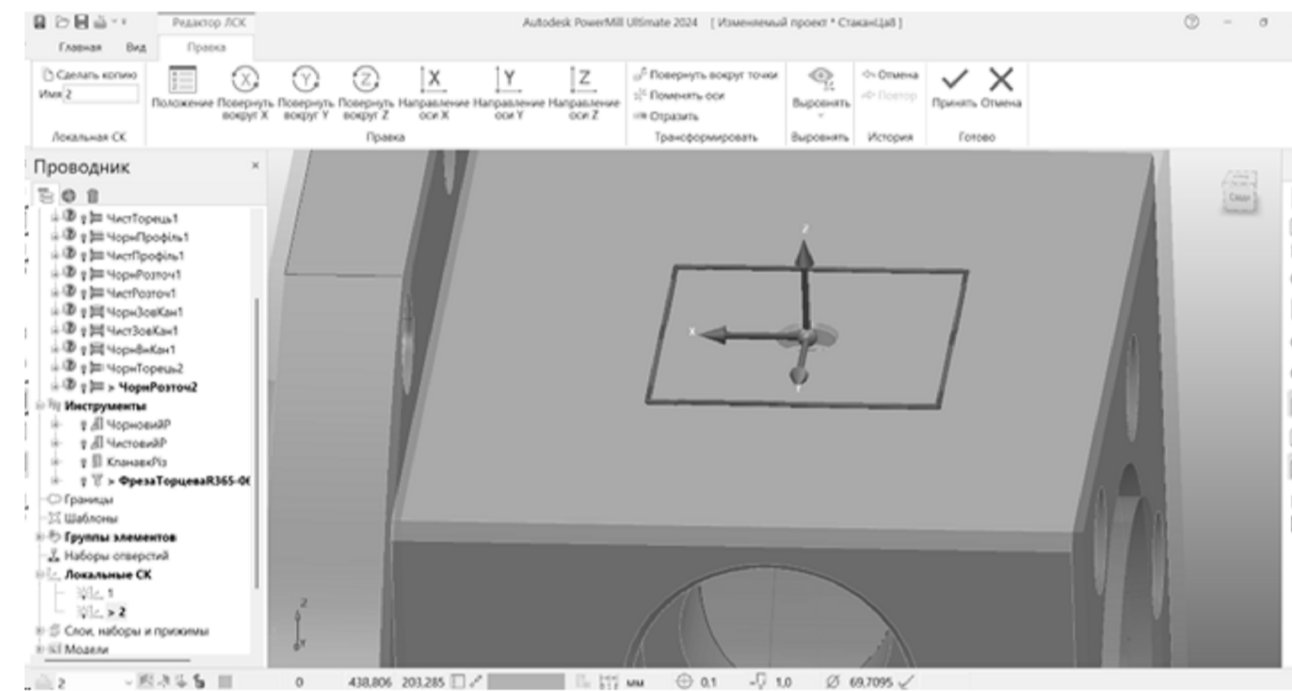
Осьвий перетин площиною



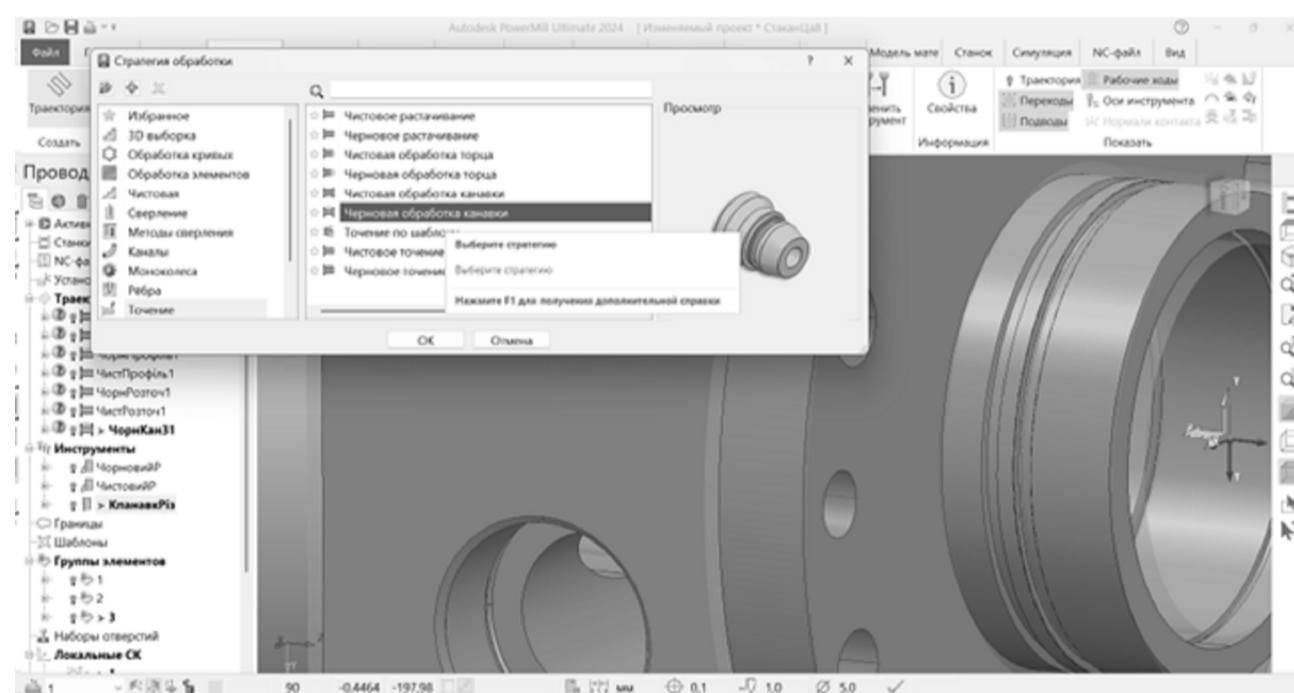
Створення моделі фрези



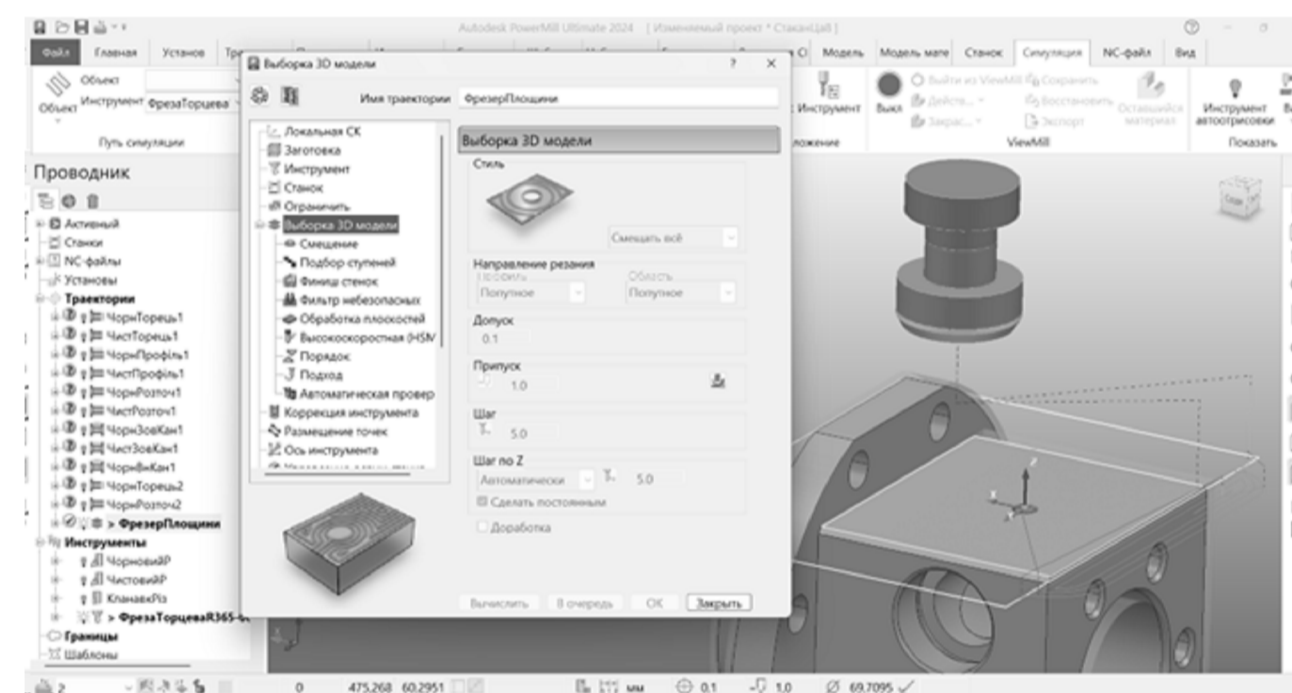
Створення моделі канавкового різця



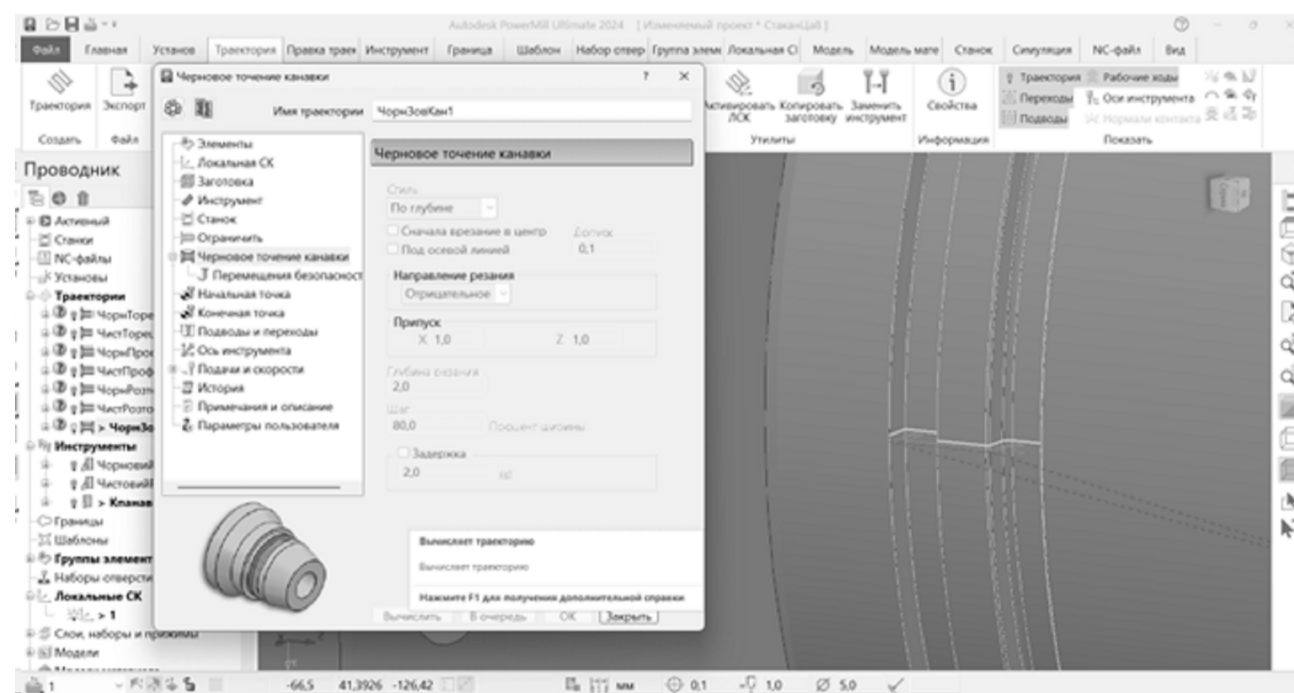
Створення локальної системи координат



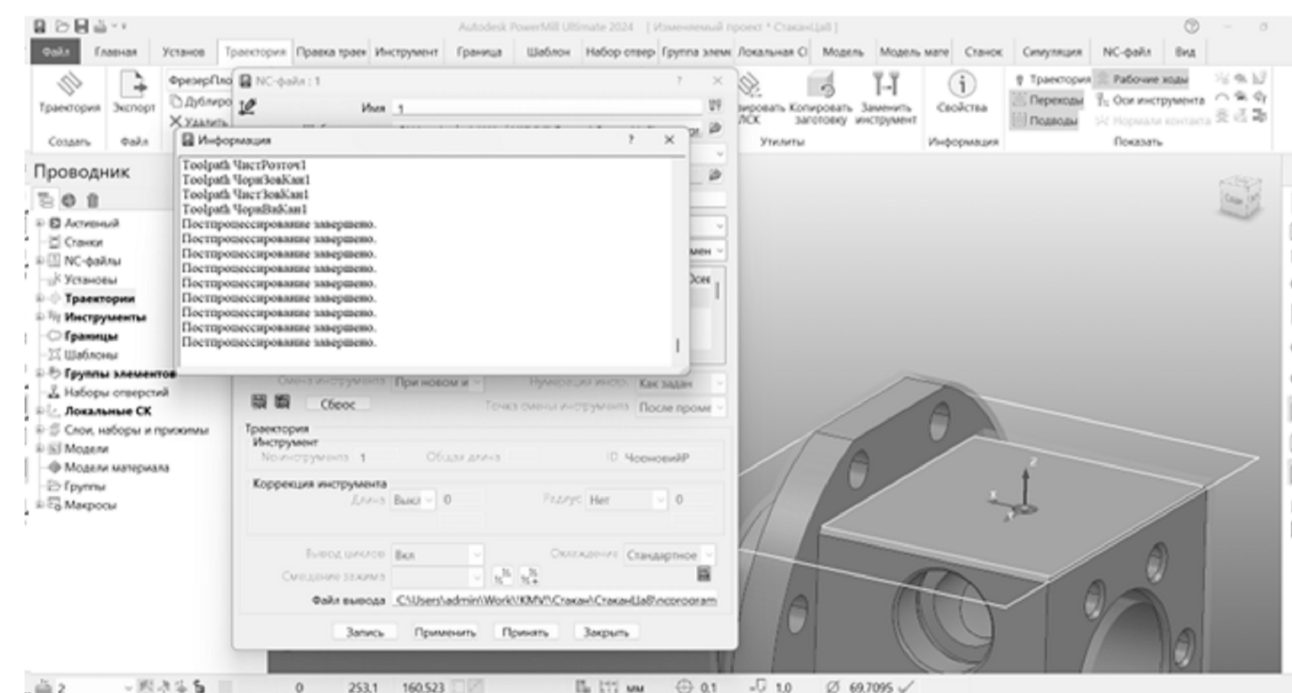
Вибір стратегії обробки



Проектування фрезерування площини



Проектування точіння канавки



Постпроцесування

```

100 ; -----
101 ; NO.| ID      | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 1|ЧорновийР| | 0.0 |
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 10 MM
105 ; PROGRAM NAME : 10
106 ; PART NAME    : Стакан
107 ; PROGRAM DATE : 2025-06-08 - 17:45:48
108 ; PROGRAMMED BY : ADMIN
109 ; POWERMILL CB : 2024019.0
110 ; POST VER     : 2024.0.0.5142
111 ; OPTION FILE  : HEIDENHAINMOD
112 ; OUTPUT WORKPLANE : 2
113 ; -----
114 ; -----
115 ; NO.| ID      | DIA.| TIP RAD| LENGTH
116 ; -----
117 ; 1|ФрезаТорцеваR365-063Q22-S15H|69.7095| 0.0 | 85.0
118 ; -----
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 H 1 M 1 S
123 BLK FORM 0.1 Z X-68.0 Y-143.25 Z-223.2501
124 BLK FORM 0.2 X158.0 Y143.25 Z43.2499
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
    Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : ФрезерПлощини
130 ; -----
131 ; PARAMETRIC FEEDRATE DEFINITION
132   Q1=240; PLUNGE FEED RATE
133   Q2=2400; CUTTING FEED RATE
134   Q3=3000; SKIM FEED RATE
135 ; FMAX USED FOR RAPID
...
305 L X42.7868 Y-49.2411
306 L X43.8891 Y-46.4922
307 L X44.0764 Y-45.8555
308 L X44.1396 Y-45.1949
309 L Y29.938
310 L Y45.1949
311 L X44.0764 Y45.8556
312 L X43.8891 Y46.4922
313 L X42.6012 Y49.7038
314 CC X39.3662 Y48.4065
315 C X39.3662 Y51.892 DR+
316 L X36.2773
317 L Z53.2499 FQ3
318 L X45.0 Y0.0
319 L Z104.5
320 L Z100.0
321 ; -----
322 ; END TOOLPATH : ФрезерПлощини
323 ; -----
324 M09
325 M05
326 L M140 MBMAX FMAX
327 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
328 CYCL DEF 32.1
329 CYCL DEF 32.2
330 M30
331 END PGM 30 MM

```

БР.ПМ-036.03.00.000 СХ				Схеми до керуючої програми ЧПК			Лист	Маса	Масштаб
Зм.	Арх.	№ Док.	Підп.	Дата					
Розраб.	Шуляр	Бурдак							
Перев.	Шуляр								
Т.контр.	Шуляр								
Н.контр.	Шуляр								
Затв.	Обласі								
							Архив	Архив	1
							ІФНТУНГ ПМ-21-1		