

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Інститут інженерної механіки та робототехніки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Павлишин Сергій Віталійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.91

(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

«Технологія виготовлення деталі «Стінка Фб 8.613.133»»

(назва роботи)

Прикладна механіка

(назва освітньої програми)

131- Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

С.В.Павлишин

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник: Врюкало Віктор Володимирович, к.т.н., доцент

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

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

професор

(посада)

(підпис)

(дата)

В. Г. Панчук

(ініціали та прізвище)

Рецензент

(посада)

(підпис)

(дата)

(ініціали та прізвище)

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

м.Івано-Франківськ-2025 рік

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут інженерної механіки та робототехніки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Освітній рівень - бакалавр

Спеціальність 131-Прикладна механіка

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«___» _____ 20__ року

ЗАВДАННЯ

НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Павлишину Сергію Віталійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Технологія виготовлення деталі «Стінка Фб 8.613.133»»

Керівник роботи: Врюкало Віктор Володимирович, 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	Врюкало В.В., доцент каф. КМВ		
2	Врюкало В.В., доцент каф. КМВ		
3	Врюкало В.В., 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)

Павлишин С.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Врюкало В.В.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної бакалаврської роботи: Технологія виготовлення деталі «Стінка Фб 8.613.133».

Розрахунково-пояснювальна записка на 114 сторінках і містить: 40 рисунків, 13 таблиць, 11 посилань на літературні джерела, 35 аркушів ф. А4 додатків.

Графічна частина: 5 аркушів формату А1.

Об'єкт дослідження – технологічний процес механічної обробки.

Предмет дослідження - деталь “ Стінка Фб 8.613.133”

Мета роботи – розробити технологію виготовлення стінки Фб 8.613.133, що забезпечить її виготовлення з мінімальними затратами, а також відповідно розробленому технологічному маршруту сконструювати спеціальний верстатний пристрій для базування і закріплення деталі на механообробній операції, розробити керуючу програму для верстата з ЧПК.

За для досягнення поставленої задачі проведено аналіз конструкції та призначення деталі, вибрано оптимальний спосіб отримання заготовки, відповідно заданого типу виробництва (литво в піщані форми машинною набивкою по металевих фформах) та по рекомендаціях технічної літератури розроблено проектний маршрут механічної обробки. В конструкторській частині для закріплення деталі на фрезерній операції (010) розроблено спеціальний верстатний пристрій. В 3 розділі розроблено керуючу програму для верстатів 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: Павлишин С.В.

SUMMARY

qualifying bachelor's work: Manufacturing technology of the part “Wall Ф6 8.613.133”.

Explanatory note on 114 pages and contains: 40 figures, 13 tables, 11 references to literary sources, 35 sheets of A4 applications.

Graphic part: 5 sheets of A1 format.

The object of research is the technological process of machining.

Subject of research - part “Wall Ф6 8.613.133”

Purpose - to develop a technology for the manufacture of the wall Ф6 8.613.133, which will ensure its manufacture with minimal cost, and in accordance with the developed technological route to design a special machine tool device for basing and fixing the part on the machining operation, to develop a control program for a CNC machine.

To achieve this task, we analyzed the design and purpose of the part, selected the optimal method of obtaining the workpiece, according to the specified type of production (sand mold casting by machine filling on metal molds), and developed a design route for machining based on the recommendations of technical literature. In the design part, a special machine tool device has been developed to fix the part for milling operation (010). In Chapter 3, a control program for CNC machines was developed. The appendices contain all the necessary technological documentation.

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

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

Student: Pavlyshyn S.V.

Зміст

Вступ

1 Технологічний розділ

1.1 Опис призначення і конструкції деталі

1.2 Аналіз технологічності деталі

1.3 Визначення річної програми випуску та кількості деталей у партії

1.4 Аналіз базового технологічного процесу

1.4.1 Доцільність застосованого виду заготовки

1.4.2 Аналіз базового техпроцесу

1.4.3 Обґрунтуванням проектного варіанту маршруту механічної обробки

1.5 Розробка операційної технології

1.5.1 Розрахунок припусків на механічну обробку отвору $\varnothing 52G7^{(+0,04)}_{(+0,01)}$ і

визначення технологічних розмірів

1.5.2 Розрахунок режимів різання і вибір моделей верстатів

1.5.3 Розрахунки пов'язані з підготовкою карти налагодження

1.5.5 Нормування технологічного процесу

2 Конструкторська частина

2.1 Опис будови і роботи пристрою

2.2 Розрахунки, що підтверджують працездатність і надійність конструкції

2.3 Розрахунок рівня уніфікації

3 Розроблення керуючих програм для верстатів з ЧПК

Висновки

Перелік літературних джерел

Додатки

					БР.ПМ-582.00.000 ПЗ		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Павлишин			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Врюкало				1	
Реценз.					ПМ-23-1К		
Н. Контр.		Врюкало					
Затверд.		Панчук					
Пояснювальна записка							

Вступ

Машинобудування є основою та базою розвитку всіх галузей народного господарства. Успішна і продуктивна діяльність підприємств можлива тільки при наявності сучасного обладнання. Отже розвиток машинобудування є першочерговим завданням економічного становлення країни. Для розробки і впровадження прогресивних технологій, потрібні грамотні інженери, які зможуть на сучасному рівні здійснити технологічне забезпечення виробничих процесів.

Робота над бакалаврською роботою дозволила глибше ознайомитися з особливостями сучасного виробництва, зрозуміти необхідність всіх підрозділів підприємства, та взаємозв'язок між ними. Для деталі стінка, яку випускав ВАТ «ПРОМПРИЛАД» було розроблено технологічний процес виготовлення та оснащення. Процес проектування допоміг чіткіше висвітлити роль інженера-технолога і інженера-конструктора при удосконаленні існуючого і розробці нового механо-складального виробництва.

					БР.ПІМ-582.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 Технологічний розділ

1.1 Опис призначення і конструкції деталі

Деталь “Стінка” Фб 8.613.133 є механічно обробленою виливкою дискового типу. Дана деталь є складовою частиною газового ротаційного лічильника ЛГР1000, що призначений для вимірювання газу в магістральних газопроводах.

У стінці розташовуються цапфи валів роторів з підшипниками кочення, маслорозбивні втулки, а також передбачено отвори для кріплення кронштейну лічильного механізму. Розглядувана деталь межує з боку поверхні фланця 1 з вимірною камерою лічильника і контактує з торцем корпусу лічильника, що ставить підвищені вимоги що до її площинності $T_{\square} = 0,05$ мм і шорсткості $Ra = 1,6$ мкм.

З боку бобишок стінка контактує з камерою лічильного механізму.

Найвідповідальнішими поверхнями стінки з поверхні отворів $\varnothing 52G7$ $Ra = 1,6$ мкм, для встановлення підшипників, $\varnothing 50H8$ $Ra = 1,6$ мкм під запресовку втулки і $\varnothing 30,2H9$ $Ra = 2,5$ мкм під вихід валу ротора.

Слід відмітити вимогу до співвісності даних отворів $T_{\oplus} = 0,02$ мм відносно поверхні отвору $\varnothing 52G7$, а також високу точність міжосьової віддалі $142,5^{+0,02}$, що викликана вимогою до точного взаємного розташування валів роторів у лічильнику. Крім того поставлено підвищені вимоги до перпендикулярності підшипникового отвору $\varnothing 52G7$ до базової площини Ж (пов.1).

До поверхні площини бобишок кріпиться кронштейн лічильного механізму, для чого передбачено 2-а отвори М4-7Н.

Зовнішня циліндрична поверхня стінки контактує з отвором кришки лічильника причому для збереження герметичності лічильника між стінкою і кришкою встановлюється гумове кільце, а це вимагає високої точності $\varnothing 370$ і шорсткості $Ra = 1,6$ мкм.

					БР.ПМ-582.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 1.3

1	2	3	4	5	6
2,2'	Плоскі поверхні бобищок. Для кріплення кронштейну лічильного механізму. Основні поверхні	Ø370d9 20h14	$(-0,87)$ $(-0,62)$	-	6,3
3,3'	Внутрішня циліндрична поверхня для встановлення підшипників кочення. Основна поверхня.	Ø52G7	$(+0,04)$ $(+0,01)$	Допуск перепендикулярності до площини пов. 1 $T_{\perp} = 0,03$ мм	1,6
4,4'	Внутрішня циліндрична поверхня виточки. В даній поверхні розташовується маслорозбризкуюче кільце. Служить для збору масла. Допоміжна поверхня	Ø60H14	$(+0,74)$	Допуск співвісності до пов.3 $T = 0,02$ мм	6,3
5,5'	Внутрішня циліндрична поверхня для запресовки упорної втулки. Основна поверхня	Ø50H8	$(+0,039)$	Допуск співвісності до пов.3 $T = 0,02$ мм	1,6
6,6'	Внутрішня циліндрична поверхня під вихід валу ротора. Основна поверхня	Ø30,2H9	$(+0,62)$	Допуск співвісності до пов.3 $T = 0,02$ мм	2,5
7,7'	Внутрішні циліндричні поверхні штифтових отворів Допоміжна технологічна база	Ø10H9	$(+0,036)$	Позиційний допуск $T_{\phi} = 0,2$ мм	1,6
8	Внутрішні циліндричні поверхні отворів під шпильки Для кріплення стінки до корпусу лічильника Основні поверхні	Ø13H14	$(+0,43)$	Позиційний допуск $T_{\phi} = 0,2$ мм	1,6
9	Шість виточок у отворах 8 Призначені для встановлення герметизуючи прокладок і прижимних втулок Робоча поверхня	Ø18H14	$(+0,43)$	Позиційний допуск $T_{\phi} = 0,2$ мм	3,2

Продовження таблиці 1.3

1	2	3	4	5	6
10,10'	Внутрішня циліндрична поверхня косого отвору Виконує функції масло відвідного каналу	Ø6H14	$\begin{pmatrix} +0,03 \\ \end{pmatrix}$	-	6,3
11	Поверхні різьбових отворів для кріплення кронштейну лічильного механізму Робоча поверхня	M4-7H	-	-	3,2
12	Зовнішня циліндрична поверхня диску. По даній поверхні стінка встановлюється у кришку лічильника. На даній поверхні розташовується ущільнююче кільце Основна поверхня	Ø370d9	$\begin{pmatrix} -0,21 \\ -0,35 \\ \end{pmatrix}$	-	1,6
		8h14	$\begin{pmatrix} \\ -0,36 \\ \end{pmatrix}$		3,2
	Міжосьова віддаль для отворів 3, 3', 4, 4', 5, 5', у бобиках. Міжосьова віддаль між осями валів отворів	142,5	$\pm 0,02$	-	-

1.2 Аналіз технологічності деталі

Розглядувана деталь стінка Фб 8.613.13 є вилівкою дискового типу, виготовленою з сірого чавуну СЧ20 ДСТУ 8833:2019 має торець складної форми, що викликається великою кількістю характерно розташованих ребер жорсткості, а це вимагає використання в опоці складного роз'єму. Крім того наявність отворів у бобиках передбачає застосування стержневої формовки.

Випивка отримується литвом у піщано-глинисту суміш з застосуванням дерев'яних моделей і ручної формовки, що забезпечує 11 клас точності (ГОСТ 26645-85), характерний для одиничного і дрібносерійного типів виробництва. Тим часом конструкції деталі дозволяє зостосовувати машинну формовку і набивку сіміші в металеві ящики при ручній формовці стержнів, що дасть змогу підвищити клас точності вилівки до 9-го і, як наслідок, сприятиме зменшенню припусків на механічну обробку.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-582.00.000 ПЗ				

Розміри і розташування поверхонь стінки дозволяють забезпечити її базування як з точки зору вибору чорнових баз – це поверхні фланців 1, 2 і 2', так і з точки зору вибору чистових баз - ці ж поверхні 1, 2, 2', а також поверхні штифтових отворів 7 і 7' (додаткова технологічна база), зовнішня циліндрична поверхня фланця 12.

Оскільки основною конструкторською базою є площина фланцю 1, то обробка з використанням цієї площини в якості установчої бази забезпечить дотримання принципу суміщення баз. Розташування механічно оброблюваних поверхонь дозволяє провести обробку з використанням одних і тих же баз (пов.1; 7 і 7'), що сприяє дотриманню принципу постійності технологічних баз.

Все, вище сказане, вказує на відсутність або мінімальне значення похибок базування при обробці поверхонь стінки.

Всі поверхні стінки мають вільний доступ інструменту.

Дану деталь можна обробити використовуючи існуючі в промисловості металорізальне обладнання і інструмент, придатний для обробки сірого чавуну.

Заготовка достатньо жорстка, що не обмежує застосування високопродуктивних режимів різання.

З погляду технологічності конструкції стінка має наступні недоліки:

- розташування отворів 3 і 3'; 4 і 4' не дозволяє обробити їх напрохід;
- поверхня отвору 10 розташована під кутом до осей бобишок, крім того свердління проводиться з циліндричної необробленої поверхні, що викликає труднощі, пов'язані з відводом свердла;

- при обробці деталі слід враховувати підвищені вимоги, що до співвісності отворів 3, 4, 5, а також перпендикулярності поверхні отвору 3 до площини 1 при жорсткій вимозі ($142,5 \pm 0,02$) до розташування відповідних отворів у бобишках. Це вимагає використання точного обладнання і пристроїв.

Конструкція деталі дозволяє використати для обробки верстати з ЧПК, включаючи верстати типу «Обробний центр», що відкриває широкі можливості для модернізації існуючої технології обробки.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-582.00.000 ПЗ				

1.3 Визначення річної програми випуску та кількості деталей у партії

Тип виробництва для проєктованого технологічного процесу – середньо-серійний

Приймаємо коефіцієнт $K_c = 16$.

Річна програма випуску визначається за формулою (1.1):

$$N = \frac{F_{\partial} \cdot 60}{K_c T_{ум.сер}} ; \text{шт.} \quad (1.1)$$

де $F_{\partial} = 1985$ год. - фонд робочого часу при однозмінній роботі;

$T_{ум.сер}$ – середній час, затрачений на виконання операцій.

$$T_{ум.сер} = \frac{\sum T_{ум.i}}{K_{он}} ; \text{хв.} \quad (1.2)$$

де $K_{он} = 12$, кількість операцій.

$\sum T_{ум.i}$ – штучний час кожної операції (див. табл. 1.4).

$\sum T_{ум.i} = 35,01$ хв.

$$T_{ум.сер} = \frac{35,01}{12} = 2,92, \text{ хв.}$$

$$N = \frac{1985 \cdot 60}{16 \cdot 2,92} = 2550, \text{ шт.}$$

Таблиця 1.4 – Норма штучного часу на виконання операцій механічної обробки деталі стінка Фб 8.613.133

Номер операції	Назва операції	$T_{ум}$, хв
010	Фрезерна	4,69
020	Фрезерна	3,38
030	Плоскошліфувальна	3,56
040	Радіально-свердлильна	1,53
050	Токарна	2,76
060	Розточна	4,83
070	Токарна	3,43
080	Свердлильна	1,83
090	Свердлильна	1,72
100	Свердлильна	2,95
110	Різьбонарізна	1,51
120	Плоскошліфувальна	2,82
	Разом:	35,01

					БР.ПІМ-582.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість деталей в партії для одночасного запуску визначається за формулою (1.3):

$$n = \frac{N \cdot a}{F};$$

де a – періодичність запуску, в днях.

Для середніх деталей $a = 6$ днів.

F – річний фонд робочого часу в днях;

$F = 250$ дні.

$$n = \frac{2550 \cdot 6}{250} = 61 \text{ шт.}$$

1.4 Аналіз базового технологічного процесу

1.4.1 Доцільність застосованого виду заготовки

На підприємстві заготовкою є вилівок отриманий з точністю 11-0-0-14 ГОСТ 26645-86, що відповідає 3-му класу точності виливки по ГОСТ 1855-55.

Відповідно до даного ГОСТу заготовка такої точності отримується литвом у пісчано-глинисті суміші. На базовому підприємстві застосовуються дерев'яні моделі і ручна набивка формовочної суміші, що для середньо серійного типу виробництва нерационально.

Тому з метою економії матеріалу і підвищення продуктивності праці доцільно впровадити металеві моделі і стержневі ящики, а також машинну набивку форм. Це дозволить підвищити клас точності виливки до 9-го згідно ГОСТ 26645-85.

Вага заготовки, використовуваної на заводі: $Q = 26,5$ кг при вазі готової деталі $q = 24,2$ кг.

Собівартість такої заготовки визначається за формулою (1.4):

$$S_{заг1} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_n \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{відх}}{1000} \text{ грн};$$

де C_i – базова вартість 1 тони заготовок, $C_i = 2800$ грн.

$S_{відх}$ – вартість 1 тони відходів, $S_{відх} = 400$ грн.

					БР.ПМ-582.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

k_T, k_C, k_B, k_M, k_H – коефіцієнт, що враховує: клас точності, групу складності, масу, марку матеріалу і об'єм виробництва заготовок.

$$k_T = 1,0 \text{ – коефіцієнт класу точності, } ([1], \text{с. } 35)$$

$$k_M = 1,0 \text{ – коефіцієнт марки матеріалу, } ([1], \text{с. } 34)$$

Деталь належить до 3 групи складності ([1], с. 38)

$$k_C = 1,0 \text{ – коефіцієнт групи складності, } ([1], \text{табл.2.8, с. } 33)$$

$$k_B = 0,84 \text{ – коефіцієнт маси виливки } ([1], \text{табл.2.8, с. } 33)$$

k_n – коефіцієнт групи серійності Для 3 групи серійності $k_n = 1,0$ ([1], табл.2.8, с. 33).

$$S_{заг1} = \left(\frac{8400}{1000} \cdot 26,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,84 \cdot 1 \cdot 1 \right) - (26,5 - 24,2) \cdot \frac{1200}{1000} = 184,2 \text{ грн};$$

У зв'язку із зміною класу точності виливки на 9 ГОСТ 26645-85 (п.1.2) міняється собівартість її виготовлення.

Собівартість виливки по зміненому варіанту:

$$Q = 23 \text{ кг};$$

$$q = 21,3 \text{ кг};$$

$$k_T = 1,03$$

$$k_M = 1,0$$

$$k_C = 1,0$$

$$k_B = 0,84$$

$$k_n = 0,76$$

$$S_{заг2} = \left(\frac{8400}{1000} \cdot 23 \cdot 1,03 \cdot 1 \cdot 0,84 \cdot 1 \cdot 0,76 \right) - (23 - 21,3) \cdot \frac{1200}{1000} = 125,01 \text{ грн};$$

Отже, другий варіант виготовлення заготовки є дешевшим від першого і передбачає одержання заготовки вищої точності і меншої маси.

Річний економічний ефект:

$$E_{з.р} = (S_{заг.1} - S_{заг.2}) \cdot N$$

при $N = 2550$ шт.

$$E_{з.р} = (184,2 - 125,01) \cdot 2550 = 150934,5 \text{ грн.}$$

					БР.ПІМ-582.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4.2 Аналіз базового техпроцесу

Розглянемо базовий технологічний процес.

Заводський технологічний процес для виготовлення стінка Фб 8.613.133 відповідає умовам серійного виробництва і сприяє досягненню заданої конструктором точно.

Згідно нього заготовку отримуємо 11-го класу точності, що не відповідає заданому типу виробництва ([1] табл. 2.5, с.28). Для здешевлення заготовки, економії матеріалу, можливості застосування високоточного обладнання з ЧПК при механічній обробці більш доцільно застосувати заготовку 9-го класу, яка отримується в металевих моделях при машинному складанні форм.

В базовому техпроцесі чітко прослідковуються принципи єдності і суміщення баз при проведенні механічної обробки. Після обробки чистових баз – торець 1 і бобишки 2, а також додаткових технологічних баз – штифтових отворів 7 і 7', подальша обробка проводиться тільки з використанням цих баз. Тому послідовність операцій і застосуванні на базовому підприємстві схеми базування (табл.1.5) змінювати недоцільно.

Згідно базового технологічного процесу деталь обробляється на універсальних металорізальних верстатах, оснащених спеціалізованими пристроями, придатними тільки для обробки даної деталі. Всі пристрої, крім застосованих на фрезерних операціях, характеризуються низьким рівнем механізації і містять переважно гвинтові чи ексцентрові затискачі, що значно збільшує допоміжний час на встановлення і зняття деталі.

Все устаткування розташоване за технологічною ознакою, що непродуктивно при серійному типі виробництва. Даній маршрутній технології характерний низький рівень концентрації операцій.

Базовий техпроцес вимагає застосування значної кількості металорізального обладнання (12 верстатів), що в свою чергу передбачає за діяння великої кількості верстатників і зайняття значної виробничої площі.

На фрезерній операції №10 застосовується верстат мод. 656ПК, що недоцільно в силу його великої потужності ($N = 22\text{кВт}$).

					БР.ПМ-582.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Недоцільним є застосування радіально-свердлильних верстатів при обробці груп отворів стінки через значні затрати часу на між операційні переходи і значну вартість даного обладнання.

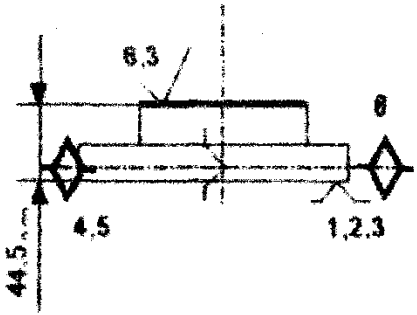
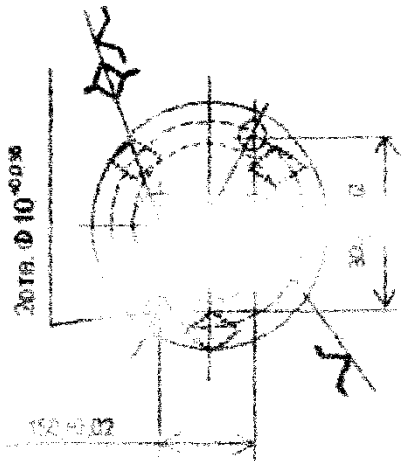
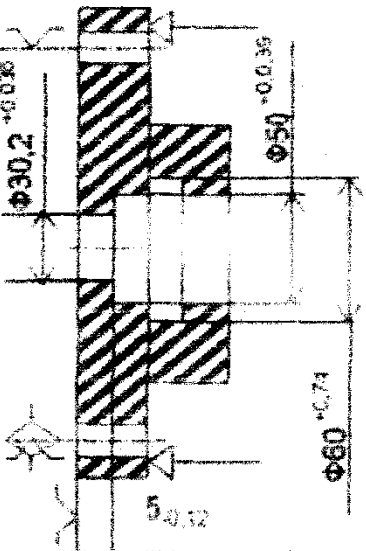
Інструмент, застосовуваний для обробки кришки – стандартний з традиційних матеріалів ріжучої частини, придатних для обробки сірого чавуну – тверді сплави ВК6, ВК8 ріжучі частини фрез і різців; швидкорізальна сталь Р6М5 – свердла, мітчики, зенковки. Однак зовсім не використовується високопродуктивний комбінований і спеціальний інструмент, що дозволив би проводити одночасну обробку ступінчатих отворів.

Контрольні операції здійснюються за допомогою як спеціального вимірного інструменту так і за допомогою універсальних засобів виміювання. Маршрут базового техпроцесу показано в табл.15.

Таблиця 1.5 - Базовий варіант маршруту механічної обробки деталі стінка Фб 8.613.133

Но-мер опе-рац.	Назва і зміст операції	Тип і модель верстату	Характеристика пристрою	Схема базування
1	2	3	4	5
010	Фрезерна 1.Фрезерувати площину фланця витримавши р-р 20. 0,52	Фрезерний 656ПК	Пристрій спеціальний затискний з пневмо-приводом Торцева фреза з вставними ножами	
020	Фрезерна 1.Фрезерувати площину бабишок витримавши р-р 20. 0,52	Вертикально-фрезерний 6Р13	Пристрій спеціальний затискний з механічним приводом Торцева фреза з вставними ножами	

Продовження таблиці 1.5

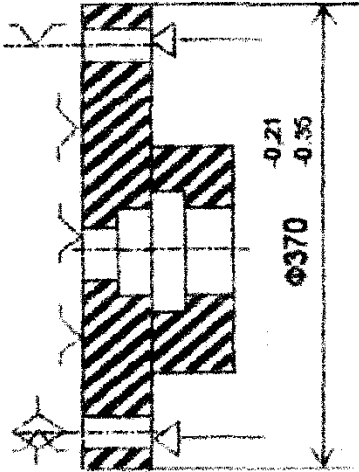
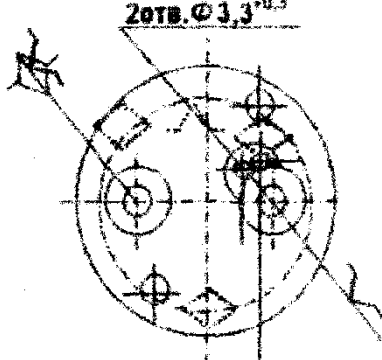
1	2	3	4	5
030	Плоскошліфувальна 1.Шліфувати площину бобишок з припуском 0,5 тах 2.Переустановити деталь 3.Шліфувати площину фланця в розмір	Плоскошліфувальний ЗБ756	Магнітний стіл	
040	Радіально-свердлильна 1.Свердлити 2-отв. до Ø9,7(+0,2) 2.Змінити інструмент, зняти кондукторні втулки 3.Розвернути 2-отв. до Ø10H7(+0,036)	Радіально-свердлильний 2Н55	Кондуктор Пристрій затискний Свердло Ø9,7 P6M5 Розвертка Ø10 P6M5	
050	Токарно-гвинторізна 1.Розточити отв. до Ø32(+0,18) начорно 2.Розточити отв. до Ø52,5(+0,23) начорно і начисто витримавши р-р 5.0,12	Токарно-гвинторізний 16К40П	Пристрій спеціальний токарний з ручним затиском Розточні упорні різці ВК6	

Арк.

БР.ПІМ-582.00.000 ПЗ

Змн. Арк. № док. Підпис Дата

Продовження таблиці 1.5

1	2	3	4	5
060	<p>Розточна</p> <p>1.Розточити отв. до $\varnothing 30,2^{(+0,036)}$ начисто</p> <p>2.Розточити отв. до $\varnothing 50^{(+0,039)}$ начисто витримавши р-р 5. 0,12</p> <p>3.Розточити отв. до $\varnothing 52 \begin{pmatrix} +0,04 \\ +0,01 \end{pmatrix}$</p> <p>4.Змістити стіл на міжосьову віддаль 142,5 ($\pm 0,02$)</p> <p>5.Повторити переходи 1-3 для отвору в другій бобишці</p>	Горизонтально-розточна 2А615	Пристрій спеціальний, затискний Затискачі гвинтові Розточні державочні різці	Схема базування аналогічне до операції 050
070	<p>Токарно-гвинторізна</p> <p>1.Обточити поверхню $\varnothing 370 \begin{pmatrix} +0,21 \\ +0,35 \end{pmatrix}$ начорно і начисто</p>	Токарно-гвинторізний 16К40П	Пристрій спеціальний токарний з ручним затиском Прохідний різець ВК6	
080	<p>Вертикально-свердлильна</p> <p>1.Свердлити 2 отв. $\varnothing 3,3^{+0,3}$ на глибину $12^{+0,1}$ під різьбу М4-7Н</p> <p>2.Зенкувати фаску $0,5 \times 45^\circ$ в 2-х отв. $\varnothing 3,3^{+0,3}$</p>	Вертикально-свердлильний 2А135	Підставка цехова Швидкозмінні патрони Свердло Зенковка Р6М5	

БР.ПІМ-582.00.000 ПЗ

Арк.

Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата
------	------	-----------	--------	------

1.4.3 Обґрунтування проектного варіанту маршруту механічної обробки

Виходячи з проведеного аналізу заводського технологічного процесу (п.1.4.2) можна запропонувати наступні міроприємства по його удосконаленню:

1) використати заготовку вищого класу точності – 9-го ГОСТ 26645-85, що дасть економію матеріалу і дозволить зменшити припуски на механічну обробку (п. 1.4.1);

2) чорнові і чистові бази, а також послідовність виконання операцій залишити аналогічними до базового техпроцесу, оскільки вони сприяють досягненню заданої конструктором точності і якості поверхонь;

3) застосувати спеціальний (комбінований) інструмент при обробці отворів;

4) з метою збільшення ступеню концентрації операцій вивільнення робочих місць і виробничих площ, економії допоміжного часу, гарантування досягнення заданої точності обробки застосувати багатоцільовий свердлильно-фрезерно-розточний верстат вертикальної компоновки мод.21104Н7Ф4.

Підвищення рівня концентрації операцій дозволить зекономити допоміжним час не переустановку деталі і міжопераційне транспортування, вивільнить виробничі площі і робочу силу.

5) модернізувати верстатні пристрої шляхом застосування механізованого пневмоприводу.

Ці та інші міроприємства по удосконаленню базової технології показано в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Запропонований варіант маршруту механічної обробки деталі стінка Фб 8.613.133

Но-мер опе-рац.	Назва і зміст операції	Тип і модель верстату	Характеристика пристрою	Схема базування
1	2	3	4	5
010	Вертикально-фрезерна 1.Фрезерувати площину фланця витримавши р-р 20. 0,52	Вертикаль-но-фрезер-ний 6Р13	Пристрій спеціальний з пневмо-приводом	Аналогічно до операції 010 базового технологічного процесу (табл.1.5)

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-582.00.000 ПЗ				

Продовження таблиці 1.6

1	2	3	4	5
020	Плоскошліфувальна 1.Шліфувати площину фланця з припуском 0,5 max	Плоскошліфувальний 3Д756	Аналогічно до операції 010 базового технологічного процесу (табл.1.5)	
030	Вертикально-свердлильна 1.Свердлити 2 отв. $\varnothing 9,7^{+0,2}$ на прохід 2.Змінити інструмент, зняти кондукторні втулки 3.Розвернути 2 отв. $\varnothing 10H9^{(+0,036)}$	Вертикально-свердлильний Vector 650 M HDH	Кондуктор Пристрій затискний Свердло $\varnothing 9,7$ P6M5 Розвертка $\varnothing 10$ P6M5	
040	Свердлильно-фрезерна-розточна 1.Фрезерувати бобики в р-р 44,5. 0,23 по програмі 2.Розточити 2отв. $\varnothing 26^{(+0,18)}$ по програмі 3.Розточити 2 отв. $\varnothing 51,9^{(+0,23)}$ витримавши р-р 5. 0,12 по програмі 4. Розточити 2 отв. $\varnothing 30,2^{(+0,036)}$ по програмі 5.Розточити 2отв. $\varnothing 50^{(+0,0393)}$ начисто витримавши р-р 5. 0,12 по програмі 6. Розточити 2 отв. $\varnothing 52^{(+0,04 / +0,01)}$ по програмі Розточити 2-і виточки $\varnothing 60H14^{(+0,74)}$ 7.Центрувати 2 отв. до $\varnothing 4^{+0,2}$ 8.Свердлити 2 отв. на глибину $12^{+0,1}$ по програмі	Свердлильно-фрезерно-розточний	Пристрій спеціальний затискний з пневмо-приводом Торцева фреза $\varnothing 100$ Розточні державочні різці Спецоправка для розточування радіальних виточок Центровочне свердло В2 Сверло $\varnothing 3,3$	

Продовження таблиці 1.6

1	2	3	4	5
	9.Нарізати різьбу М4-7Н витримавши розмір 14±0,1; 21±0,1; 6±0,1; 10.Центрувати отв. до Ø10 ^{+0,43} 11.Свердли 6 отв. Ø113 ^{+0,43} / Ø18 ^{+0,43}		Мітчик М4-7Н Центровочне свердло В2 Комбіноване 2-х ступінчасте свердло	
050	Вертикально-свердлильна 1.Свердли 2 отв. Ø6 ^{+0,03} на вихід у виточки Ø60 під кутом 20°	Вертикально-свердлильний Vector 650 M HDH	Підставка цехова Цанговий патрон Свердло Р6М5	Аналогічно до операції 090 базового технологічного процесу (табл.1.5)
060	Токарно-гвинторізна 1.Обточити поверхню Ø370 ^(-0,21 / - 0,35) начорно і начисто	Токарно-гвинторізний 16К40П	Пристрій спеціальний токарний з ручним затиском Прохідний різець ВК6	Аналогічно до операції 070 базового технологічного процесу (табл.1.5)
070	Плоско-шліфувальна 1.Шліфувати площину фланця в розмір 44 ^{-0,19}	Плоско-шліфувальний ЗБ756	Пристрій спеціальний затискний з ручним затиском	Аналогічно до операції 010 базового технологічного процесу (табл.1.5)

					БР.ПІМ-582.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.5 Розробка операційної технології

1.5.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

отвору $\varnothing 52G7 \begin{pmatrix} +0,04 \\ +0,01 \end{pmatrix}$ і визначення технологічних розмірів

Для виготовлення деталі заготовкою служить відливка 9-го класу точності масою 23,0 кг.

Технологічний маршрут обробки поверхні $\varnothing 52G7 \begin{pmatrix} +0,04 \\ +0,01 \end{pmatrix}$ складається з трьох переходів: чорнового, чистового і тонкого розточування. На даній операції заготовка базується по площині фланця(установча база пов.1 і по двох штифтових отворах $\varnothing 10H9 \begin{pmatrix} +0,036 \end{pmatrix}$).

Для розрахунку припусків складаємо таблицю 1.7, у яку послідовно записуємо технологічний маршрут обробки і всі значення елементів припуску. Сумарне значення параметрів R_z і T , які характеризують якість поверхні литої заготовки становить 500 ([2], табл.6.,с.182), решта параметрів R_z і T вибираємо по [2], табл.5.,с.11. Після першого технологічного переходу величина T для деталей з чавуну з розрахунків вилучається.

Таблиця 1.7 Розрахунок елементів припуску

Техно-логічні переходи	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск $2Z_{\min}$ мкм	Розрахунковий розмір, фр мм	Допуск δ , мкм	Граничні розміри, мм		Граничні значення припусків, мм	
	R_z	T	Δ	ϵ				d_{\min}	d_{\max}	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
Заготовка	500		111	-	-	50,58	1000	50	51	-	-
Розточування											
1.чорнове	100	-	5,55		0,064	1222	51,78	300	51,8	0,80	1,50
2.чистове	25	-	0,278		0,003	211	51,99	74	51,99	0,19	0,42
3.тонке	8,30	-	-		0,0002	51	52,04	30	52,04	0,05	0,09

Сумарне значення просторових відхилень для заготовки даного типу визначається за формулою (1.5):

$$\Delta\Sigma = \sqrt{\Delta_{кор}^2 + \Delta_{зм}^2}; \quad ([2], \text{с.178}) \quad (1.5)$$

де $\Delta_{кор}$ – величина короблення поверхні;

					БР.ПМ-582.00.000 ПЗ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$\Delta_{кор} = \sqrt{(\Delta_k \cdot d)^2 + (\Delta_k \cdot L)^2}; \quad (1.6)$$

L – довжина оброблюваної поверхні;

$L = 20$ мм;

d – діаметр оброблюваної поверхні;

$d = 52$ мм;

Δ_k – величина питомого короблення поверхні;

$\Delta_k = 2,0$ мкм/мм ([1], табл. 4.8 с.71)

$$\Delta_{кор} = \sqrt{(2 \cdot 52)^2 + (2 \cdot 20)^2} = 111 \text{ мкм}; \quad (1.7)$$

$\Delta_{зм}$ – допуск похибки відливки по зміщенню осі;

При визначенні $\Delta_{зм}$ у даному випадку слід приймати до уваги точність розміщення базових поверхонь, які використовуються при даній схемі установки і отриманих на попередніх операціях відносно оброблюваної у даній установці поверхні.

Оскільки обробка базуючи поверхонь Ф10н9 проводиться з базуванням по поверхнях центральних отворів у бобиках, то зміщення поверхні під отвір Ф52G7 відносно базових штифтових отворів відсутнє, тобто:

$\Delta_{зм} = 0$ мкм;

Таким чином сумарне значення просторового відхилення заготовки становить:

$$\Delta\Sigma = \sqrt{111^2 + 0^2} = 111 \quad \text{мкм};$$

Величина залишкового просторового відхилення після чорнового розточування становить:

$$\Delta_2 = 0,05 \cdot \Delta_1 = 0,05 \cdot 5,55 = 0,278 \text{ мкм};$$

Похибка установки при чорновому розточуванні:

$$\varepsilon_1 = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}; \quad ([1], \text{с.73}) \quad (1.8)$$

де, ε_6 – похибка базування;

ε_3 – похибка закріплення.

					БР.ПІМ-582.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\operatorname{tg} \alpha = 0,064 / 335 = 0,00019 \text{ мм};$$

Похибка базування при довжині міжосьової віддалі $L = 335 \text{ мм}$.

$$\varepsilon_{\delta} = L_{об} \cdot \operatorname{tg} \alpha = 335 \cdot 0,00019 = 0,064 \text{ мм} \quad (1.10)$$

Оскільки напрям сили закріплення при розточуванні осі оброблюваного отвору, то похибка закріплення відсутня.

$$\varepsilon_3 = 0 \text{ мм};$$

Тоді похибка установки при чорновому розточуванні становить:

$$\varepsilon_1 = \sqrt{0,064^2 + 0^2} = 0,064 \text{ мм};$$

Похибка установки при чистовому розточуванні:

$$\varepsilon_2 = 0,05\varepsilon_1 + \varepsilon_{ind} \quad ([1], \text{ с.85}) \quad (1.11)$$

Оскільки обробка ведеться з однією установкою $\varepsilon_{ind} = 0 \text{ мм}$;

$$\varepsilon_2 = 0,05 \cdot 0,064 = 0,003 \text{ мм}$$

Остаточна похибка установки при тонкому розточуванні

$$\varepsilon_3 = 0,05 \cdot 0,003 = 0,0002 \text{ мм}$$

На основі вище розрахованих даних проводимо розрахунок мінімальних значень міжопераційних припусків, користуючись формулою (1.12):

$$2Z_{min} = 2(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{A_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}); \quad ([1], \text{ с.88}) \quad (1.12)$$

де, Rz_{i-1} – висота нерівностей профілю на попередньому переході.

T_{i-1} – глибина дефектного шару на попередньому переході.

Мінімальний припуск під точіння:

чорнове

$$2Z_{min} = 1222 \text{ мкм}$$

чистове

$$2Z_{min} = 211 \text{ мкм}$$

тонке

$$2Z_{min} = 51 \text{ мкм}$$

Визначаємо розрахункові значення розмірів:

$$d_{p3} = 52,04 - 0,051 = 51,99 \text{ мм}$$

$$d_{p2} = 51,99 - 0,211 = 51,78 \text{ мм}$$

					БР.ПІМ-582.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d_{p3} = 51,78 - 1,222 = 50,56 \text{ мм}$$

значення допусків для кожного переходу приймаємо згідно [2], табл.5, с.11 у відповідності з квалітетом того чи іншого виду обробки.

Найбільш граничні розміри визначаємо округлюючи розрахункові розміри до точності допуску відповідного переходу.

Найменші граничні розміри визначаємо відніманням допуску від округленого найбільшого граничного розміру:

$$d_{\max_{3г}} = 51 - 1 = 50 \text{ мм}$$

$$d_{\max_1} = 51,8 - 0,3 = 51,50 \text{ мм}$$

$$d_{\max_2} = 51,99 - 0,074 = 51,92 \text{ мм}$$

$$d_{\max_3} = 52,04 - 0,03 = 52,01 \text{ мм}$$

Визначаємо граничні значення припусків:

для тонкого розточування

$$2Z_{\max_3} = 52,01 - 51,92 = 0,09 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min_3} = 52,04 - 51,99 = 0,05 \text{ мм}$$

для чистового розточування

$$2Z_{\max_2} = 51,92 - 51,5 = 0,42 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min_2} = 51,99 - 51,8 = 0,19 \text{ мм}$$

для чорнового розточування

$$2Z_{\max_1} = 51,5 - 50 = 1,50 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min_1} = 51,8 - 51 = 0,80 \text{ мм}$$

Загальний припуск $2Z_{\min}$ і $2Z_{\max}$ визначаємо сумуючи припуски:

$$2Z_{\min} = 0,8 + 0,19 + 0,05 = 1,04 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max} = 1,5 + 0,42 + 0,09 = 2,01 \text{ мм}$$

Загальний номінальний припуск

$$2Z_{\text{ном}} = 2Z_{\min} + E_{zd3г} - E_{sdдт};$$

$$2Z_{\text{ном}} = 1,04 + 0,5 - 0,03 = 1,5 \text{ мм}$$

Проводимо перевірку правильності виконаних розрахунків

$$2Z_{\max_1} - 2Z_{\min_1} = 1,5 - 0,8 = 0,70$$

$$\delta_{3г} - \delta_1 = 0,5 - 0,3 = 0,20$$

					БР.ПМ-582.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$2Z_{\max_2} - 2Z_{\min_2} = 0,42 - 0,19 = 0,23$$

$$\delta_1 - \delta_2 = 0,3 - 0,074 = 0,23$$

$$2Z_{\max_3} - 2Z_{\min_3} = 0,09 - 0,05 = 0,04$$

$$\delta_2 - \delta_3 = 0,074 - 0,03 = 0,04$$

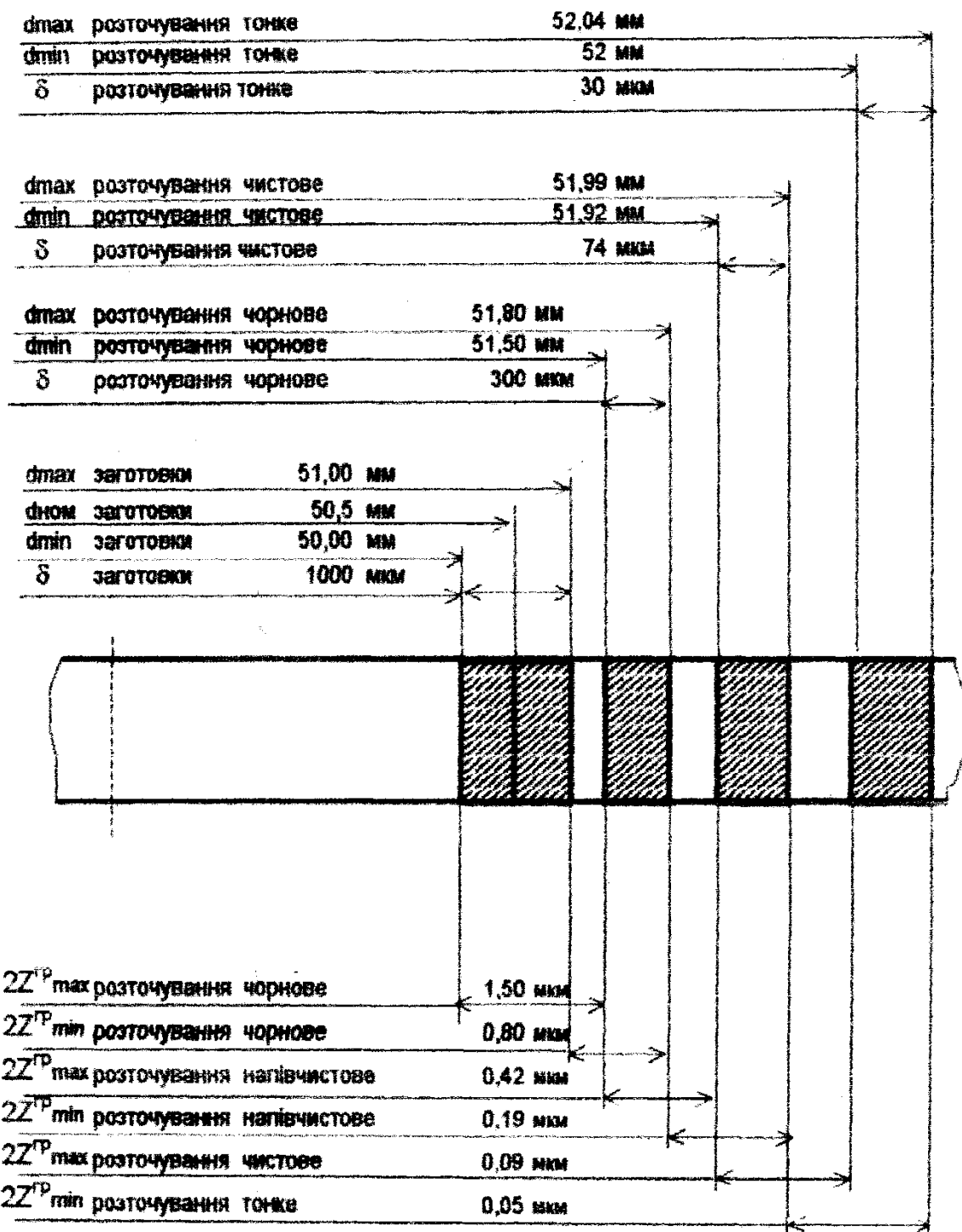


Рисунок 1.2 – Схема розташування полів припусків та допусків.

На решту поверхонь припуски і допуски на розміри призначаємо згідно ГОСТ 26645-85 (табл. 1.8).

Таблиця 1.8 – табличні значення припусків на обробку деталі стінка Фб 8.613.133

Поверхня	Розмір, мм	Припуски, мм		Допуск, мм
		Табличні	Розрахункові	
1,2	44 _{-0,62}	2×2,4	-	±1,0
3	Ø52G7	2×2,4	2×1	±1,0
5	Ø50H8	2×2,4	-	±1,0
6	Ø30,2H9	2×2,0	-	±0,9
12	Ø370d9	2×2,8	-	±1,6

На решту поверхонь деталі (отвори малого діаметру $d < 20$ мм, виточки) призначаємо напуски.

1.5.2 Розрахунок режимів різання і вибір моделей верстатів

1.5.2.1 Визначення режимів різання розрахунковим методом для

чистої обробки поверхні $\text{Ø}52\text{G}7 \begin{pmatrix} +0,04 \\ +0,01 \end{pmatrix}$

Вихідні дані

Верстат – 21104Н7Ф4

Інструмент – різець розточний державочний 2141-0266 ВК3 ГОСТ 9795-73

Робоча довжина оправки $L = 80$ мм

$\alpha = 8^\circ$, $\varphi = 90$, $\gamma = 8$, $A * B = 10 \times 10$

Довжина різання $L = 20$ мм

Діаметр оброблюваної поверхні – 52 мм

Матеріал ріжучої частини різця – ВК3

Матеріал заготовки СЧ20 ГОСТ 1412-85

$\sigma_B = 210$ МПа

НВ240

Режими різання

Глибина різання $t = 0,045$ мм

Подача $S = 0,13$ мм/об ([3] табл14, с.268)

Швидкість різання визначається за формулою (1.14):

$$V = \frac{C_v \cdot K_v}{T^{m_t} S^y} \text{ м/хв } ([3], \text{ с.265}) \quad (1.14)$$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.ПІМ-582.00.000 ПЗ

де C_v – постійний коефіцієнт

$$C_v = 292 \text{ ([3] табл17, с.269)}$$

m, x, y – показники степеня ([3] табл17, с.269)

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

T – період стійкості інструменту, ([3], с.268)

$$T = 60 \text{ хв.}$$

K_v – загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\varphi v} \cdot K_{\varphi 1v}; \quad (1.15)$$

де K_{mv} – коефіцієнт впливу оброблюваного матеріалу ([3], с.262)

$$K_{mv} = (190 / HB)^{nv}; \quad (1.16)$$

де

nv – показник степеня;

$$nv = 1,25, \text{ ([3] табл. 2, с.262)}$$

$$K_{mv} = (190 / 240)^{1,25} = 0,75;$$

K_{nv} – коефіцієнт впливу стану поверхні заготовки, ([3] с.263)

$$K_{nv} = 1,0$$

K_{uv} – коефіцієнт впливу інструментального матеріалу, ([3] табл. 6,с.263)

$$K_{uv} = 1,15$$

$K_{\varphi v}$ – коефіцієнт впливу головного кута в плані, ([3] табл. 18,с.271)

$$K_{\varphi v} = 0,79$$

$K_{\varphi 1v}$ – коефіцієнт впливу допоміжного кута в плані, ([3] табл. 18,с.271)

$$K_{\varphi 1v} = 1$$

Оскільки ведеться розточування приймаємо поправочний коефіцієнт

$$K = 0,90, \text{ ([3] табл. 17,с.270, прим.1)}$$

$$K_v = 0,75 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 0,7 \cdot 1 = 0,054;$$

Швидкість різання

$$V = \frac{292 \cdot 0,54}{60^{0,2} \cdot 5^{0,3} \cdot 0,045^{0,15} \cdot 0,13^{0,2}} = 166,49 \text{ м/хв.}$$

					БР.ПІМ-582.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сила різання визначається за формулою (1.17):

$$P_z = 10C_p \cdot t^{xp} \cdot S^{xp} \cdot V^{xp} \cdot K_p; \text{ Н} \quad ([3] \text{ с.271}) \quad (1.17)$$

де C_p – постійний коефіцієнт, ([3] табл. 22,с.273)

$$C_p = 92;$$

x_p ; y_p ; n_p - показники степеня ([3] табл. 22,с.273)

$$x_p = 1; y_p = 0,75; n_p = 0;$$

K_p – поправочний коефіцієнт, ([3] с.271)

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\xi p}; \quad (1.18)$$

де

K_{mp} – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу, ([3] с.264, табл. 9)

$$K_{mp} = (HB / 190)^{P_p}; \quad (1.19)$$

де P_p – показник степеня, $P_p = 0,40$ ([3] с.264, табл. 9)

$$K_{mp} = (240 / 190)^{0,43} = 1,10;$$

$K_{\varphi p}$, $K_{\gamma p}$, $K_{\lambda p}$, $K_{\xi p}$ – поправочні коефіцієнти на геометричні параметри інструменту ([3] с.275, табл. 23)

$$K_{\varphi p} = 0,89;$$

$$K_{\gamma p} = 1,0;$$

$$K_{\lambda p} = 1,0;$$

$$K_{\xi p} = 1,1 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 = 0,98$$

$$P_z = 10 \cdot 92 \cdot 0,045^1 \cdot 0,13^{0,75} \cdot 166,49^0 \cdot 0,98 = 8,78; \text{ Н}$$

Частота обертання шпинделя верстату

$$n = \frac{1000V}{\pi D} \text{ хв}^{-1} \quad (1.20)$$

Частота обертання становить

$$n = \frac{1000 \cdot 166,49}{3,14 \cdot 52} = 1020 \text{ хв}^{-1}$$

Ефективна потужність різання:

					БР.ПІМ-582.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \text{ кВт}; \quad ([3] \text{ с.271}) \quad (1.21)$$

$$N_e = \frac{8,78 \cdot 166,49}{1020 \cdot 60} = 0,02 \text{ кВт};$$

Потужність приводу головного руху:

$$N = \frac{N_e}{\eta} \text{ кВт}; \quad ([3] \text{ с.271}) \quad (1.21)$$

де η – коефіцієнт корисної дії ланцюга приводу головного руху

Наданій операції використовуємо багатоцільовий верстат моделі 21104Н7Ф4.

Таблиця 1.9 – Паспортні дані верстату 21104Н7Ф4

Частота обертання шпинделя, хв^{-1}	30-3000
Подача, мм/хв	50-2000
Потужність електродвигуна, кВт	5,6
Коефіцієнт корисної дії, %	0,80

$$N = \frac{0,22}{0,8} = 0,03 \text{ кВт};$$

Для безступінчатого приводу:

Приймаємо частоту обертання $n = 720 \text{ хв}^{-1}$

Подача $S = 0,13 \text{ мм/об}$; $S_m = 94 \text{ мм/хв}$;

Дійсна швидкість різання становить

$$V = \frac{3,14 \cdot 52 \cdot 720}{1000} = 117,6 \text{ м/хв}$$

Основний технологічний час на обробку поверхні $\text{Ø}52\text{G}7 \begin{pmatrix} +0,04 \\ +0,01 \end{pmatrix}$

$$T_o = \frac{L_{px}}{S \cdot n}; \quad (1.23)$$

де L_{px} – довжина робочого ходу

$$L_{px} = L_0 + L_1 + L_2; \quad (1.24)$$

де L_0 – довжина точіння;

					БР.ПІМ-582.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$L_0 = 20,0 \text{ мм};$$

L_1 – довжина врізання;

$$L_1 = 3,0 \text{ мм}; \text{ ([4] табл. 2, с.620)}$$

L_2 – довжина перебігу інструменту;

$$L_2 = 0 \text{ мм}; \text{ ([4] табл. 2, с.620)}$$

$$L_{px} = 20 + 3 + 0 = 23 \text{ мм};$$

$$T_o = \frac{23}{0,13 \cdot 720} = 0,25 \text{ хв.}$$

1.5.2.2 Визначення режимів різання для фрезерування круглого фланця розрахунковим методом

Вихідні дані

Верстат – 6P13

Інструмент – фреза торцева насадна із вставними ножами 2214-0315 ГОСТ 9473-80

$$D = 400 \text{ мм}; Z = 36;$$

Матеріал заготовки – СЧ20 ГОСТ1412-85

$$\sigma_B = 210 \text{ МПа}$$

НВ 240

Режими різання

Глибина фрезерування $t = 1,1 \text{ мм}$

Подача на один зуб $S_z = 0,25 \text{ мм/об}$ ([3] табл. 33, с.283)

Ширина фрезерування $B = 370 \text{ мм};$

Довжина фрезерування $L = 370 \text{ мм};$

Швидкість різання для фрезерування визначається за формулою (1.25)

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m t^x S^y B^u \cdot Z^p} K_v; \quad \text{([3, с.202)} \quad (1.25)$$

де C_v - постійний коефіцієнт ([3] табл. 39, с.288)

$$C_v = 445;$$

					БР.ПІМ-582.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

m, x, y, u, p – показники степеня ([3] табл. 39, с.288);

$m = 0,32; u = 0,2; q = 0,2; p = 0; x = 0,15; y = 0,35.$

T – період стійкості інструменту ([3] табл. 40, с.290);

$T = 400$ хв.

K_v – поправочний коефіцієнт ;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv}; \quad ([3] \text{ с.282})$$

де K_{mv} – коефіцієнт який враховує якість оброблюваного матеріалу ([3], табл. 1, с.261)

$$K_{mv} = (190 / HB)^{nv}; \quad (1.26)$$

де

nv – показник степеня;

$nv = 1,25$, ([3] табл. 2, с.262)

$$K_{mv} = (190 / 240)^{1,25} = 0,75;$$

K_{nv} – коефіцієнт, який враховує стан оброблюваної поверхні заготовки , ([3], табл. 5, с.263)

$K_{nv} = 0,6$

K_{iv} – коефіцієнт, який враховує матеріал інструменту, ([3] табл. 6, с.263)

$K_{iv} = 1$

$$K_v = 0,75 \cdot 0,6 \cdot 1 = 0,45;$$

Швидкість різання рівна:

$$V = \frac{445 \cdot 400^{0,2} \cdot 0,45}{400^{0,32} \cdot 1,1^{0,15} \cdot 0,25^{0,35} \cdot 370^{0,2} \cdot 36^0} = 47,9 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання

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

Частота обертання становить

$$n = \frac{1000 \cdot 47,9}{3,14 \cdot 400} = 38,1 \text{ хв}^{-1}$$

Визначимо силу різання при фрезеруванні:

					БР.ПІМ-582.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_z = \frac{10C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u_z}{D^q n^w} \cdot K_{mp}; \text{ Н} \quad ([3] \text{ с.282}) \quad (1.27)$$

де $C_p = 54,5$ – постійний коефіцієнт, ([3] табл. 41, с.291);

x, y, u, q, w - показники степеня ([3] табл. 41, с.291);

$x = 0,9; u = 1; q = 1; y = 0,74; w = 0.$

$K_{mp} = (HB / 190)^{Pr}$ – поправочний на матеріал, ([3] с.264, табл. 9)

де Pr – показник степеня, $Pr = 1$ ([3] с.264, табл. 9)

$$K_{mp} = (240 / 190)^1 = 1,26;$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 54,5 \cdot 1,1^{0,9} \cdot 0,25^{0,74} \cdot 370^1 \cdot 36}{400^1 \cdot 38,1^0} \cdot 1,26 = 8931,8 \text{ Н.}$$

Визначаємо крутний момент на шпінделі: $M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 1000}$; ([3] с.290) (1.28)

$$M_{кр} = \frac{8931,8 \cdot 400}{2 \cdot 1000} = 1786,4; \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Ефективна потужність фрезерування

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}; \quad ([3] \text{ с.290}) \quad (1.29)$$

$$N_e = \frac{89,31 \cdot 47,9}{1020 \cdot 60} = 6,99; \quad \text{кВт}$$

На даній операції використовуємо верстат 6P13

Таблиця 1.10 – Паспортні дані верстату 6P13

Частота обертання шпинделя, хв^{-1}	31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600
Подача, мм/хв	25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630-; 800; 1000; 1250
Потужність електродвигуна, кВт	11
Коефіцієнт корисної дії, %	0,80

Потужність приводу головного руху:

$$N = \frac{N_e}{\eta} \text{ кВт};$$

					БР.ПІМ-582.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N = \frac{6,99}{0,8} = 8,74 \text{ кВт};$$

Приймаємо частоту обертання $n = 40 \text{ хв}^{-1}$

Подача $S_z = 0,25 \text{ мм/об}$; $S_m = 360 \text{ мм/хв}$;

Приймаємо подачу: $S_m = 250 \text{ мм/хв}$;

Реальна швидкість різання становить

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \text{ м/хв} \quad (1.30)$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 400 \cdot 40}{1000} = 50,2 \text{ м/хв}$$

Основний технологічний час на обробку лиски

$$T_o = \frac{L_{px}}{S_m}; \quad ([4] \text{ табл. 1, с.613}) \quad (1.31)$$

де $L_{px} = L + (L_1 + L_2); \quad (1.32)$

де L – довжина фрезерування;

$$L = 370 \text{ мм};$$

$L_1 + L_2$ – довжина врізання інструменту і перебігу;

$$L_1 + L_2 = 143 \text{ мм} \quad ([6] \text{ дод. 24, с.330})$$

$$L_{px} = 370 + 143 = 513 \text{ мм};$$

$$T_o = \frac{370 + 143}{250} = 2,05 \text{ хв.}$$

					БР.ПІМ-582.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.5.2.3 Визначення розрахунковим методом режимів різання для свердління отвору Ø9,7 мм

Вихідні дані

Верстат – 2Н135

Інструмент – свердло спіральне з конічним хвостовиком 2301-0431 ГОСТ 2002-77

$d = 9,7$ мм;

Матеріал ріжучої частини – Н6V5

Матеріал заготовки СЧ20 ГОСТ 1412-85

$\sigma_B = 210$ МПа

НВ 240

Режими різання

Глибина різання $t = 4,85$ мм

Подача $S = 0,24$ мм/об ([3] табл. 25, с.277)

Довжина свердління $L = 20$ мм;

Швидкість різання визначається за формулою (1.33)

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m S^y} K_v; \quad ([3], \text{ с.276}) \quad (1.33)$$

де C_v - постійний коефіцієнт ([3] табл. 28, с.278)

$C_v = 14,7$;

m, q, y – показники степеня ([3] табл. 28, с.278);

$m = 0,125; q = 0,25; y = 0,55$.

T – період стійкості інструменту ([3] табл. 30, с.279);

$T = 35$ хв.

K_v – загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання ;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv} \cdot K_{z.v}; \quad ([3] \text{ с.282}) \quad (1.34)$$

де K_{mv} – коефіцієнт впливу оброблюваного матеріалу ([3], табл. 1, с.261)

					БР.ПМ-582.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{nv} = (190 / HB)^{nv};$$

де nv – показник степеня;

$$nv = 1,30, ([3] \text{ табл. 2, с.262})$$

$$K_{nv} = (190 / 240)^{1,3} = 0,74;$$

K_{iv} – коефіцієнт впливу інструментального матеріалу ([3], табл. 6, с.263)

$$K_{iv} = 1$$

K_{lv} – коефіцієнт впливу головного кута в плані ([3] табл. 31, с.280)

$$K_{lv} = 1$$

K_{zv} – коефіцієнт впливу радіуса при вершині ([3] табл. 28, с.278, прим)

$$K_{zv} = 1$$

$$K_v = 0,74 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,74;$$

Швидкість різання рівна:

$$V = \frac{14,7 \cdot 9,7^{0,25} \cdot 0,74}{35^{0,125} \cdot 0,24^{0,55}} = 27 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо частоту обертання шпінделя

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

Частота обертання становить

$$n = \frac{1000 \cdot 27}{3,14 \cdot 9,7} = 886 \text{ хв}^{-1}$$

Визначимо крутний момент

$$M_{кр} = 10C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p; \text{ Н} \quad ([3] \text{ с.277}) \quad (1.35)$$

де C_m – постійний коефіцієнт, ([3] табл. 41, с.291)

$$C_m = 0,021;$$

q, y - показники степеня ([3] табл. 32, с.281)

$$q = 2; y = 0,30.$$

K_p – поправочний коефіцієнт, ([3] с.280)

$$K_p = K_{mp}$$

					БР.ПІМ-582.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

K_{mp} – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу ([3] табл. 9, с.264)

$$K_{mv} = (HB / 190)^{Pr};$$

де Pr – показник степеня, $Pr = 0,60$ ([3] с.264, табл. 9)

$$K_{mv} = (240 / 190)^{0,6} = 1,15;$$

$$M_{kp} = 10 \cdot 0,021 \cdot 9,7^2 \cdot 2 \cdot 0,24^{0,8} \cdot 1,15 = 7,25; \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Визначаємо осьову силу різання за формулою

$$P_o = 10C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p; \text{ Н} \quad ([3] \text{ с.277}) \quad (1.36)$$

де C_p – постійний коефіцієнт, ([3] табл. 32)

$$C_p = 42,7;$$

q, y - показники степеня ([3] табл. 32, с.281)

$$q = 1; y = 0,80.$$

$$P_o = 10 \cdot 42,7 \cdot 9,7 \cdot 0,24^{0,8} \cdot 1,15 = 1520,8; \text{ Н}$$

Ефективна потужність при свердлінні

$$N_e = \frac{M_{kp} \cdot n}{9750}; \quad ([3] \text{ с.280}) \quad (1.37)$$

$$N_e = \frac{7,25 \cdot 886}{9750} = 0,66; \quad \text{кВт}$$

На даній операції використовуємо вертикально-свердильний верстат 2A135

Таблиця 1.10 – Паспортні дані верстату 2A135

Частота обертання шпінделя, хв^{-1}	31,5 - 1400
Подача, мм/хв	0,1-1,6
Потужність електродвигуна, кВт	4,50
Коефіцієнт корисної дії, %	0,80

Потужність приводу головного руху:

$$N = \frac{N_e}{\eta} \text{ кВт};$$

$$N = \frac{0,66}{0,8} = 0,83 \text{ кВт};$$

Приймаємо частоту обертання $n = 7100 \text{ хв}^{-1}$

					БР.ПІМ-582.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Подача $S = 0,24$ мм/об;

$$S_m = n \cdot S = 0,24 \cdot 710 = 170,4 \text{ мм/хв};$$

Приймаємо подачу: $S_m = 250$ мм/хв;

Реальна швидкість різання становить

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \text{ м/хв}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 9,7 \cdot 7100}{1000} = 21,63 \text{ м/хв}$$

Основний технологічний час на обробку

$$L = 20 \text{ мм};$$

$L_1 + L_2$ – довжина врізання і перебігу інструменту;

$$L_1 + L_2 = 6 \text{ мм} \text{ ([4] табл. 3, с.620)}$$

$$T_o = \frac{20 + 6}{170,4} = 0,15 \text{ хв.}$$

1.5.2.4 Визначення режимів різання нормативним (табличним) методом

Визначаємо режими різання для нарізання різьби М4-7Н машинним мітчиком з швидкорізальної сталі Р6М5.

Крок різьби $P = 0,7$ мм

Оброблювальний матеріал – СЧ20 ДСТУ 8833:2019.

$$\sigma_B = 210 \text{ МПа}$$

НВ 240

Верстат – свердлильно-фрезерно-розточний 21104Н7Ф4.

Вибір режимів різання проводимо по методиці викладеній у [6].

По карті 50, лист 2 приймаємо для машинних мітчиків М4:

- швидкість різання $V_T = 5,4$ м/хв.
- осьова сила різання: $P_T = 1$ Н.
- потужність різання $N_T = 0,05$ Вт.
- крутний момент: $M_{кр} = 0,2$ Нм.

					БР.ПМ-582.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Фактична швидкість різання:

$$V\phi = V_T \cdot K_{vm} \cdot K_{vk}; \quad \text{карта 52, с.142} \quad (1.38)$$

де K_{vm} – коефіцієнт марки оброблюваного матеріалу карта 53, с.144

$$K_{vm} = 1,2$$

K_{vk} – коефіцієнт класу точності різьби, карта 53, с.149

$$K_{vk} = 1$$

$$V\phi = 5,4 \cdot 1,2 \cdot 1 = 6,48; \text{ м/хв}$$

Фактична осьова сила різання:

$$P_T = P_T / K_{pm}; \quad \text{карта 52, с.142} \quad (1.39)$$

де

K_{pm} – коефіцієнт марки оброблюваного матеріалу карта 53, с.144

$$K_{pm} = 1,2$$

$$P_T = 1 / 1,2 = 0,8 \text{ Н}$$

Фактична потужність різання:

$$N\phi = N_T = 0,05 \text{ кВт} \quad \text{карта 52, с.142}$$

Фактичний крутний момент:

$$M_{кр.\phi} = M_{кр.m} / K_{mm}; \quad \text{карта 52, с.142} \quad (1.40)$$

де K_{mm} – коефіцієнт марки оброблюваного матеріалу карта 53, с.144

$$K_{mm} = 1,2$$

$$M_{кр.\phi} = 0,2 / 1,2 = 0,17 \text{ Нм}$$

Частота обертання:

$$P\phi = \frac{1000V\phi}{\pi D} \quad (1.41)$$

де

D – діаметр оброблюваної поверхні,

$$D = 4 \text{ мм};$$

$$P\phi = \frac{1000 \cdot 6,48}{3,14 \cdot 4} = 516 \text{ хв}^{-1}$$

Основний технологічний час:

					БР.ПІМ-582.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_o = \frac{L_{px}}{n \cdot p} ; \quad (1.42)$$

де L_{px} – довжина робочого ходу;

$$L_{px} = L_0 + L_1 + L_2 ; \quad (1.43)$$

де L_0 – довжина різьби;

$$L_0 = 3 \text{ мм};$$

$L_1 + L_2$ – довжина врізання і переходу інструменту;

$$L_1 + L_2 = 6 \cdot P ; \quad (1.44)$$

де P – крок різьби;

$$L_1 + L_2 = 6 \cdot 0,7 = 4,2 \text{ мм}$$

$$L_{px} = 8 + 4,2 = 12,2 \text{ мм};$$

$$T_o = \frac{12,2}{516 \cdot 0,7} = 0,03 \text{ хв.}$$

На решту оброблюваних поверхонь режими різання, визначені за методикою [6], заносимо у таблицю 1.11.

					БР.ПІМ-582.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.11 – Нормативні значення режимів різання

№ операції	Назва і зміст операції	Модель верстату	Ріжучий інструмент	Розміри, мм					Число проходів	Глибина різання, мм	Частота обертання фактична, мм/об	Подача фактична, мм/об	Швидкість різання фактична, м/хв	Потужність, кВт	Основний час, хв
				Діаметр	Ширина	Довжина різання	Довжина врізання виходу інструменту	Довжина робочого ходу							
010	Вертикально-фрезерна 1.Фрезерувати площину фланця витримавши р-р 20 ₋₀₅₂	6Н13	Торцева фреза ВК8	400	370	370	143	513	1	1,1	40	250	50,2	6,41	2,05
020	Плоскошліфувальна 1.Шліфувати площину фланця з припуском 0,5 тах	ЗБ756	К4 60×125×305 54С 60С27 К6 30 м/с ГОСТ 2424-83	450	370	370	143	513	1	0,40	Stx мм/хід	Vдет м/хв	Vкр м/с	1,6	0,08
											0,007	6	28		

БР.ПМ-582.00.000 ПЗ

Арк.

Зм.

Арк.

№ док.м.

Підпис

Дата

Продовження таблиці 1.11

№ операції	Назва і зміст операції	Модель верстату	Ріжучий інструмент	Розміри, мм					Число проходів	Глибина різання, мм	Частота обертання фактична, мм/об	Подача фактична, мм/об	Швидкість різання фактична, м/хв	Потужність, кВт	Основний час, хв
				Діаметр	Ширина	Довжина різання	Довжина врізання виходу інструменту	Довжина робочого ходу							
030	Вертикально-свердлильна 1.Свердлити отв. Ø9,7 ^{+0,2} на прохід 3.Розвернути до Ø10Н9 на прохід	Vector 650M HDH	Ø9,7 Розвертка Ø10	9,7	-	20	6	26	1	4,85	710	0,24	22	0,8	0,15
				10	-	20	3	23	1	0,15	355	0,4	11	0,4	0,09
040	Свердлильно-фрезерно-розточна 1.Фрезерувати бобишки в р-р 44,5 ^{-0,23} 2.Розточити отв. Ø30,2 ^(+0,036) 3.Розточити отв. Ø48 ^(+0,36) 4.Розточити отв. Ø50 ^(+0,039) 5.Розточити отв. Ø51,92 ^(+0,074)	21104Н7Ф4		100	90	215	20	235	1	1,1	160	250	50,2	1,20	0,94
				29	-	5	3	8	2	1,5	162	0,2	14,8	0,9	-
				30,2	-	5	3	8	2	0,6	377	0,2	35,8	0,5	-
				49	-	39	3	42	2	1,5	162	0,2	25	0,9	2,59
				50	-	39	3	42	2	1	720	0,13	113	0,1	0,90
				51,9	-	20	3	23	2	0,6	377	0,2	61,4	0,5	0,61

БР.ПМ-582.00.000 ПЗ

Арк.

Змі.

Арк.

№ док-м.

Підпис

Дата

Продовження таблиці 1.11

№ операції	Назва і зміст операції	Модель верстату	Ріжучий інструмент	Розміри, мм					Число проходів	Глибина різання, мм	Частота обертання фактична, мм/об	Подача фактична, мм/об	Швидкість різання фактична, м/хв	Потужність, кВт	Основний час, хв
				Діаметр	Ширина	Довжина різання	Довжина врізання виходу інструменту	Довжина робочого ходу							
	6.Розточити отв. $\varnothing 52^{+0,04}_{+0,01}$			52	-	20	3	23	2	0,6	720	0,13	117,6	0,1	-
	7.Розточити виточку $\varnothing 60$			60	-	4	3	7	2	4	265	0,2	50	0,5	0,3
	8.Центрувати 2 отв. до $\varnothing 4$			4	-	2	2	4	2	2	2229	0,3	28	0,07	0,01
	9.Свердлити 2 отв. $\varnothing 3,3$ на глиб. 12мм			3,3	-	12	1,6	13,5	2	1,65	2702	0,1	28	0,05	0,10
	10.Нарізати різьбу М4-7Н на глиб. 8мм			4											
	11.Центрувати 6 отв. до $\varnothing 10^{+0,43}$			10											
	12.Свердлити 6 отв. $\varnothing 13^{+0,43} / \varnothing 18^{+0,43}$			18											

БР. ПМ-582.00.000 ПЗ

Арк

Змін.

Арк.

№ док-м.

Підпис

Дата

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Продовження таблиці 1.11

№ операції	Назва і зміст операції	Модель верстаку	Ріжучий інструмент	Розміри, мм					Число проходів	Глибина різання, мм	Частота обертання фактична, мм/об	Подача фактична, мм/об	Швидкість різання фактична, м/хв	Потужність, кВт	Основний час, хв
				Діаметр	Ширина	Довжина різання	Довжина врізання виходу інструменту	Довжина робочого ходу							
050	Вертикально-свердлильна-1.Свердлити 2 отв. Ø6 ^{+0,03} на вихід у виточки Ø60	2A135	Ø6	6	-	12	3	15	2	3	1000	0,2	18,9	0,6	0,13
060	Токарно-гвинторізна-1.Обточити поверхню Ø370 $\begin{pmatrix} - 0,21 \\ - 0,35 \end{pmatrix}$ начорно і начисто	16К40Г	Прохідні різці ГОСТ 18880-73	372	-	20	3	23	1	2	50	0,2	58	3,9	2,3
				370	-	20	3	23	1	0,8	80	0,1	93	0,1	2,2

БР.ПМ-582.00.000 ПЗ

Продовження таблиці 1.11

№ операції	Назва і зміст операції	Модель верстаку	Ріжучий інструмент	Розміри, мм					Число проходів	Глибина різання, мм	Частота обертання фактична, мм/об	Подача фактична, мм/об	Швидкість різання фактична, м/хв	Потужність, кВт	Основний час, хв
				Діаметр	Ширина	Довжина різання	Довжина врізання виходу інструменту	Довжина робочого ходу							
070	Плоскошліфувальна 1.Шліфувати площину фланця з припуском 0,5 тах	ЗБ756	К460к126×305 54С60 С27 К5 30 м/с ГОСТ 2424-83	460	370	370	143	513	1	0,40	Sхв мм/хід 0,007	Vдет м/хв 6	Vкр м/с 28	1,6	0,08

1.5.3 Розрахунки пов'язані з підготовкою карти налагодження

Проводиться обробка груп отворів на стінці Фб 8.613.133 на багатоцільовому верстаті моделі 21104Н7Ф4. Проводиться розточування високоточних отворів у бобиках, різьбових отворів для кріплення кронштейну лічильного механізму, а також групи ступінчатих отворів під шпильки, а також фрезерування площини бобишок. Деталь кріпиться в спеціальному механізованому затискному пристрої, з базуванням на поверхню шліфованого фланця і поверхні попередньо оброблених штифтових отворів.

Шпиндель верстату містить отвір з конусом 40 во ГОСТ 15945-82. Відповідно до цього весь змінний інструмент встановлюється через перехідні втулки з заданою конусністю.

Поверхня бобишок фрезерується торцевою фрезою 2214-0155 ГОСТ 9473-80. Фреза встановлюється на оправці 40-32-65 ОСТ 2П14-8-84.

Для кріплення свердла $d = \text{Ø } 3,3\text{мм}$, Ø10 використовуємо цанговий патрон по ГОСТ 26539-85 1-40-d-90 – [4] табл.57, с.362

Для попереднього центрування з отриманням фаски під наступне нарізання різьби мітчиком:

Свердло 035-2317-0102 ОСТ 2И20-5-80 (Ф10).

Для свердління отвору під наступне нарізання різьби використовуємо:

Свердло Ø3,3- 035-2300-1206 ОСТ 2И20-1-80.

Для свердління групи ступінчастих отворів (Ф13/Ф18) використовуємо спеціальне ступінчасте свердло 2310-038 ОСТ 2И20-7-84.

Основні розміри свердла даної групи по ГОСТ 10902-77.

Для нарізання різьби М4-7Н використовуємо мітчик 035-2640-0021 ОСТ 2И52-1-74.

Мітчики встановлюємо в спеціальний патрон: 6161-0171 ГОСТ 22628-77

Розточування отворів у бобишках Ø30,2; Ø50; Ø52 проводимо за допомогою комбінованих розточних оправок-оправка чорнового розточування; оправка

					БР.ПМ-582.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

напівчистового розточування; оправка чистового розточування;
Оправка 6300-0801 ГОСТ.21224-75.

Розточні різці 2142-0182 ВК6 ГОСТ 9795-84 і 2142-0266 ВК3 ГОСТ 9795-84.
Два розточування виточки $\varnothing 60$ використовуємо спеціально сконструйовану оправку з радіальною подачею різця [7] с. 261, рис.27.

Ємкість інструментального магазину - 16 інструментів. Основна подача здійснюється переміщенням шпиндельної бабки.

Виставлення заданого положення координати в горизонтальній площині відбувається за рахунок переміщення столу.

Система ЧПК верстату - Haidenhain. Визначення координат опорних точок проводимо розраховуючи їх координати відносно вибраного нуля деталі(НД).

Число керованих координат - 3.

З метою усунення похибки базування при розмірному налагодженні верстату початок координат - нуль деталі (НД) приймаємо не установчій площині і осі симетрії деталі.

Вибираючи систему координат деталі (СКД) умовно вважаємо що переміщується не стіл верстату з деталлю, а інструмент відносно неї, тому осі X і Y в СКД і СКВ мають протилежні напрямки.

Виходячи з компоновочної схеми верстату приймаємо СКВ відповідну вказаній на рис. 1.3.

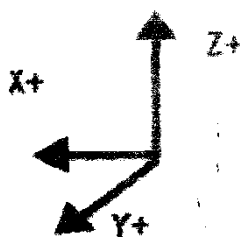


Рисунок 1.3 – Система координат верстату

Розмірне налагодження зводиться до прив'язки центру координат верстату і центру координат інструменту до СКД.

Схема розмірного налагодження показана в графічній частині проекту.

Вся необхідна геометрична і технологічна інформація дана в розрахунково-технологічній карті (РТК) табл.1.12.

					БР.ПМ-582.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.12 – Розрахунково-технологічна карта (РТК)

Деталь		Операція		Верстат				Система ЧПК	
Стінка Фб 8.613.133		№40		21104Н7Ф4				Haidehain	
Геометрична інформація									
Опорні точки	X, мм	Y, мм	Z, мм	V, м/хв.	S, мм/хв	t, мм	n, хв ⁻¹	Охолодження	№ інституту
0	0	0	0	-	-	-	-	-	-
0'	0	0	+200	-	-	-	-	-	T1
1 ₁	-165	0	+44,5	-	-	-	-	-	T1
1 ₂	-165	0	+44,5	50,2	250	1,1	160	-	T1
0 ₂	0	0	+200	-	-	-	-	-	T2
2	+71,25	0	+45	-	-	-	-	-	T2
2 ₁	+71,25	0	0	25	32,4	1,5	162	-	T2
2'	-11,25	0	+45	-	-	-	-	-	T2
2' ₁	-71,25	0	0	25	32,4	1,5	162	-	T2
0 ₃	0	0	200	-	-	-	-	-	T3
3	+71,25	0	+45	-	-	-	-	-	T3
3 ₁	+71,25	0	0	61,4	75,4	0,6	377	-	T3
3'	-71,25	0	+45	-	-	-	-	-	T3
3' ₁	-71,25	0	0	61,4	75,4	0,6	377	-	T3
0 ₄	0	0	200	-	-	-	-	-	T4
4	+71,25	0	+45	-	-	-	-	-	T4
4 ₁	+71,25	0	+5	117,6	93,6	0,6	720	-	T4
4'	-71,25	0	+45	-	-	-	-	-	T4
4' ₁	-71,25	0	+5	117,6	93,6	0,6	720	-	T4
0 ₅	0	0	+180	-	-	-	-	-	T5
5	+71,25	0	+14,5	-	-	-	-	-	T5
5 ₁	+71,25	0	+14,5	50	53	5	265	-	T5
5'	-71,25	0	+14,5	-	-	-	-	-	T5
5' ₁	-71,25	0	+14,5	50	53	5	265	-	T5
0 ₆	0	0	+200	-	-	-	-	-	T5
6 ₁	+121,5	+21	+47	-	-	-	-	-	T5
6' ₁	+121,5	+21	+41,5	28	668,7	2	2229	-	T5
6 ₂	+135,5	+15	+47	-	-	-	-	-	T5
6' ₂	+135,5	+15	+41,5	28	668,7	2	2229	-	T5
6 ₃	+139,555	-101,393	+23	-	-	-	-	-	T6
6' ₃	+139,555	-101,393	+15	23	220	5	732	-	T6
6 ₄	0	-172,5	+23	-	-	-	-	-	T6
6' ₄	0	-172,5	+15	23	220	5	732	-	T6
6 ₅	-139,555	-101,393	+23	-	-	-	-	-	T6
6' ₅	-139,555	-101,393	+15	23	220	5	732	-	T6
6 ₆	-139,555	+101,393	+23	-	-	-	-	-	T6
6' ₆	-139,555	+101,393	+15	23	220	5	732	-	T6
6 ₇	0	+172,5	+23	-	-	-	-	-	T6
6' ₇	0	+172,5	+15	23	220	5	732	-	T6

БР.ПІМ-582.00.000 ПЗ

Арк.

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Продовження таблиці 1.12

Деталь		Операція			Верстат			Система ЧПК		
Стінка Фб 8.613.133		№40			21104Н7Ф4			Haidehain		
Геометрична інформація										
Опорн і точки	X, мм	Y, мм	Z, мм	V, м/хв.	S, мм/хв	t, мм	n, хв ⁻¹	Охолодження	№ інструту	
б ₈	+139,555	+101,393	+23	-	-	-	-	-	T6	
б ₈ '	+139,555	+101,393	+15	23	220	5	732	-	T6	
0 ₇	0	0	+180	-	-	-	-	-	T7	
7	+121,5	+21	+45	-	-	-	-	-	T7	
7 ₁	+121,5	+21	+32,5	28	270	1,65	2702	-	T7	
7'	+135,5	+15	+45	-	-	-	-	-	T7	
7 ₁ '	+135,5	+15	+32,5	28	270	1,65	2702	-	T7	
0 ₈	0	0	+200	-	-	-	-	-	T8	
8	+121,5	+21	+45	-	-	-	-	+	T8	
8 ₁	+121,5	+21	+36,5	6,5	362	0,7	517	+	T8	
8'	+135,5	+15	+45	-	-	-	-	+	T8	
8 ₁ '	+135,5	+15	+36,5	6,5	362	0,7	517	+	T8	
0 ₉	0	0	+200	-	-	-	-	-	T9	
9 ₁	+139,555	-101,393	+23	-	-	-	-	+	T9	
9 ₁ '	+139,555	-101,393	0	23	182,7	9	406	+	T9	
9 ₂	+0	-172,5	+23	-	-	-	-	+	T9	
9 ₂ '	+0	-172,5	0	23	182,7	9	406	+	T9	
9 ₃	-139,555	-101,393	+23	-	-	-	-	-	T9	
9 ₃ '	-139,555	-101,393	+15	23	182,7	9	406	-	T9	
9 ₄	-139,555	+101,393	+23	-	-	-	-	-	T9	
9 ₄ '	-139,555	+101,393	+15	23	182,7	9	406	-	T9	
9 ₅	+0	+172,5	+23	-	-	-	-	-	T9	
9 ₅ '	+0	+172,5	+15	23	182,7	9	406	-	T9	
9 ₆	+139,555	+101,393	+23	-	-	-	-	-	T9	
9 ₆ '	+139,555	+101,393	+15	23	182,7	9	406	-	T9	

					БР.ПІМ-582.00.000 ПЗ				Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата					

1.5.4 Нормування технологічного процесу

Тип виробництва – середньо серійний.

Партія деталей $n = 61$ шт.

Для серійного типу виробництва штучно-калькуляційний час визначається за формулами (1.52 – 1.56):

$$T_{шт.к} = T_{шт} + \frac{T_{нз}}{n} \text{ хв.} \quad (1.52)$$

де $T_{шт}$ – штучний час обробки, хв.;

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{обсл} + T_{пер} \text{ хв.} \quad (1.53)$$

де $T_{оп}$ – оперативний час, хв.;

Для універсальних верстатів:

$$T_{оп} = T_o + T_\delta \text{ хв.} \quad (1.54)$$

де T_o – основний технологічний час, хв.;

T_δ – допоміжний час, хв.;

$$T_\delta = T_{уст} + T_{упр} + T_{вим} \text{ хв.} \quad (1.55)$$

де $T_{уст}$ – час на установку і зняття деталі, хв.;

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

$T_{вим}$ – час на контрольні вимірювання, хв.;

Для верстатів з ЧПК:

$$T_{оп} = T_o + T_{м\delta} + T_\delta \text{ хв.} \quad (1.56)$$

де $T_{м\delta}$ – машинно-допоміжний час – час на прискорений підвід і відвід інструменту, на переміщення між позиціями, на зміну інструменту, на зміну подачі і швидкості, на технологічні паузи.

$T_{обс}$ – час на організаційне і технічне обслуговування верстату, хв.;

$T_{пер}$ – час на відпочинок і особисті потреби, хв.;

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

Норми часу вибираємо по методиці, викладеній у [5], результати розрахунків заносимо у табл.1.13.

					БР.ПМ-582.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.13 – Норми штучно-калькуляційного часу по операціях технологічного процесу обробки деталі стінка Фб 8.613.133

№ оп.	Назва операції	T _о	T _{мд}	T _д			T _{оп}	T _{обл}	T _{пер}	T _{шт}	T _{нз}	T _{шт.к}
				T _{уст}	T _{упр}	T _{вим}						
010	Вертикально-фрезерна	2,05	-	0,23	0,07	0,09	2,4	0,19	0,1	2,7	23	3,1
020	Плоско-шліфувальна	0,08	-	0,23	0,06	0,07	0,46	0,55	0,02	1	18	1,3
030	Вертикально-свердлильна	0,24	-	0,2	0,25	0,2	0,89	0,08	0,04	1	15	1,25
040	Свердлильно-фрезерно-розточна	6,76	6,3	0	0,6	0,68	14,3	1,29	0,57	16	23	16,6
050	Вертикально-свердлильна	0,13	-	0,25	1	0,1	1,48	0,21	0,06	1,7	21	2,09
060	Токарно-гвинторізна	4,5	-	0,2	1,2	0,1	6,0	0,48	0,24	6,7	23	7,1
070	Плоскошліфувальна	0,08	-	0,23	0,08	0,07	0,46	0,55	0,02	1	18	1,3
Разом												32,7

					БР.ПІМ-582.00.000 ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

2 Конструкторська частина

Пристрій для фрезерування

Вихідні дані:

На вертикально-фрезерному верстаті 6P13 обробляють торцеву поверхню у деталі стінка Фб 8.613.133.

Матеріал заготовки - сірий чавун СЧ 20 ДСТУ 8833:2019 НВ 240.

Площа поверхні стола верстату 400×1600 мм.

Потужність приводу головного руху $N_{\text{дв}} = 11$ кВт.

Найбільші зусилля при обробці на даній операції виникають при торцювому фрезеруванні

$$P_z = 8931,8 \text{ Н}$$

Обробка ведеться фрезою торцевою насадною CoroMill R365-063Q22-515H із вставними пластинами від компанії SandvikCoromant.

Обробка ведеться на заздалегідь настроєному верстаті.

2.1 Опис будови і роботи пристрою

(Графічна частина проекту лист БР.ПМ-582.02.00.000 СК)

В пристрої оброблювана деталь встановлюється зворотною поверхнею круглого фланця (установча база т.1, 2, 3) з центруванням по зовнішній циліндричній поверхні (подвійна опорна база т. 4,5) і площиною (скрита опорна база т. 6).

Закріплення відбувається трьома притискачами, розташованими під кутом 120° .

Сили затиску Q повинні забезпечити надійне закріплення не допустивши її провороту від дії моменту різання, що виникає при торцювому фрезеруванні.

Точність обробки на даній операції забезпечується точністю настроювання верстату, а також величиною спрацювання установочних поверхонь пристрою.

Допуск на виконуваний розмір (товщина фланцю $T = 0,52$ мм).

Привід пристрою пневматичний. Тиск повітря в пневмосистемі $p = 0,4$ МПа.

					БР.ПМ-582.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пристрій складається з корпусу 1, що містить всі базуючі, затискні, передавальні елементи і розподільчий пневмокран 2, який керує роботою пневмоциліндру.

Оброблювана заготовка встановлюється на пристрій бобишками вниз і опирається на три сегменти 16. Поворотом ручки пневматичного крану 2 подаємо стиснене повітря в верхню порожнину пневмоциліндру. Під дією повітря поршень 8 починає рухатись вниз, тягнучи за собою траверсу 14, котра, в свою чергу, обертає важелі 15 навколо осей 17. Головка важеля 15 знаходиться в пазу притискача 21 і заставляє його переміщатись в напрямку до осі деталі, закріплюючи її. Рівномірність і надійність затиску забезпечується 3-ма притискачами, розташованими під кутом 120° і котрі спрацьовують одночасно.

Для настроювання пристрою на виконання заданого розміру передбачено стійку 28 з диском 29 на який встановлюється щуп при виставленні фрези.

Після проведення фрезерування поворотом ручки пневмокрану стиснене повітря подається в нижню порожнину пневмоциліндру. Поршень 8 з траверсою 14 рухається вгору і важелі 15 відводять притискачі 21.

На столі верстату пристрій базується по Т-подібному пазу за допомогою шпонок 49 і закріплюється верстатними болтами і гайками.

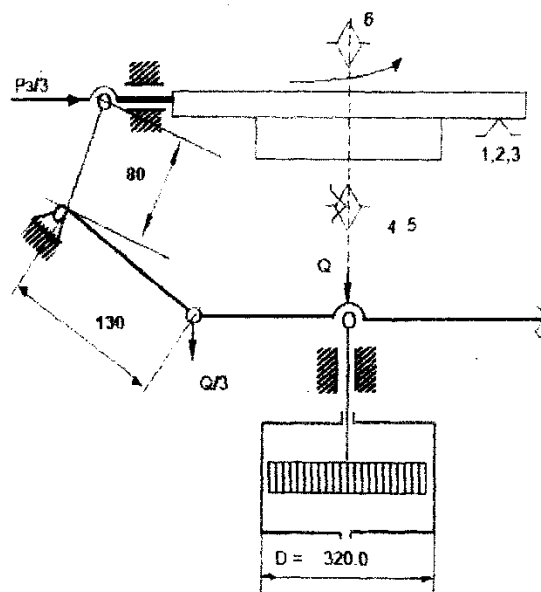


Рисунок 2.1 – Схема базування і закріплення деталі

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.ПМ-582.00.000 ПЗ

2.2 Розрахунки, що підтверджують працездатність і надійність конструкції

2.2.1 Розрахунок необхідної сили затиску

Складання розрахункової схеми пристрою. Кінематична схема пристрою показана на рис. 2.1.

При затиску оброблюваної деталі в пристрої осьова сила на штокові 9 повинна бути достатньою, щоб сили затиску на притискачах 21 не допускали провороту деталі від дії крутного моменту $M_{кр} = 1786,4 \text{ Н}\cdot\text{м}$, що виникає при фрезеруванні.

Рівняння рівноваги від дії всіх силових факторів, що виникають в процесі обробки на даному пристрої запишеться у вигляді формули:

$$P_3 = \frac{2K \cdot M_{кр}}{3D\delta \cdot f} \quad (2.1)$$

де K – коефіцієнт запасу,

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (2.2)$$

$K_0=1,5$ – гарантований коефіцієнт запасу міцності;

$K_1=1,2$ – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання від нестабільності процесу різання [8] с. 382;

$K_2=1,2$ – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання від затуплення ріжучого інструменту [8] табл. 2, с. 382;

$K_3=1,2$ – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання при переривчастому різанні [8] с. 383;

$K_4=1$ – коефіцієнт нестабільності сили закріплення [8] с. 383;

$K_5=1$ – коефіцієнт зручності розташування органів управління [8] с. 383;

$K_6=1,5$ – коефіцієнт установки заготовки на площину [8] с.384;

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = 3,9$$

$f_1=0,8$ – коефіцієнт тертя при контакті необробленої поверхні заготовки з губками, що мають гострі рифлення [8] табл. 3, с. 382;

$D\delta = 0,38 \text{ м}$ – діаметр деталі;

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

$$P_3 = \frac{2 \cdot 3,9 \cdot 1786,4}{3 \cdot 0,38 \cdot 0,8} = 15278,4 \text{ Н}$$

Схема передачі зусилля від штоку пневмоциліндру до притискачів 21 через важелі 15 показана на рисунку 2.1. Виходячи з даної схеми необхідна сила на штокові становить:

$$Q = \frac{3 \cdot P_3 \cdot L_1}{L_2}$$

де $L_1 = 80$ мм – плече;

$L_2 = 130$ мм – прихват.

$$Q = \frac{3 \cdot 15278,4 \cdot 80}{130} = 28206 \text{ Н}$$

2.2.2 Визначення діаметру пневмоциліндру

Розрахунок діаметру ведемо за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\rho \cdot \mu \cdot \pi}}$$

де $\rho = 0,4$ МПа, тиск повітря в пневмосистемі,

$\mu = 0,9$ К.К.Д. пневмосистеми.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 28206}{0,4 \cdot 0,9 \cdot 3,14}} = 316, \text{ мм}$$

Приймаємо $D = 320$ мм [8] табл. 1, с. 426.

2.2.3 Уточнюємо вихідну силу приводу

$$Q_{\text{вих}} = \frac{D^2 \cdot \rho \cdot \mu \cdot \pi}{4} = \frac{320^2 \cdot 0,4 \cdot 0,9 \cdot 3,14}{4} = 28938,24 \text{ Н}$$

Різниця складає

$$\Delta Q = \frac{28938,24 - 28206}{28206} = 2,6 \%$$

Що в межах допустимого.

					БР.ПІМ-582.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2.4 Розрахунок слабкої ланки

Найбільш навантаженим елементом даного пристрою є шпильки 48, що скріплюють пневмоциліндр.

Умова міцності шпильок на розрив

$$\sigma_p = \frac{4 \cdot Q}{d^2 \cdot n \cdot \pi} \leq [\sigma_p] \quad (2.5)$$

де $[\sigma_p]$ – границя міцності при розтягу;

$[\sigma_p]$ – 640 МПа;

$n = 6$ – кількість шпильок;

$d = 6,466$ мм – внутрішній діаметр різьби;

$$\sigma_p = \frac{4 \cdot 28938,24}{6,466^2 \cdot 6 \cdot 3,14} = 146,95 \text{ МПа} < 640$$

Умову міцності дотримано.

2.2.5 Розрахунок пристрою на точність

Найточнішим розміром, точність виконання якого залежить від пристрою є розмір $20h14(-0,52)$.

Розрахунок допустимої похибки пристрою ведемо за формулою (2.6):

$$[\varepsilon_{np}] = \frac{T}{1,2 - \sqrt{K\varepsilon^2\delta + \varepsilon^2z + \varepsilon^2v + K\omega^2 + \varepsilon^2u}} \quad (2.6)$$

де $T = 0,52$ мм – допуск на виконуваний розмір;

ε_δ – похибка базування; $\varepsilon_\delta = 0$ – технологічна і конструкторська бази співпадають;

K – коефіцієнт, що враховує відхилення закону розподілу похибки базування від нормального; $K = 0,8$;

ε_z – похибка закріплення; $\varepsilon_z = 0$ – напрям сили закріплення перпендикулярний до виконуваного розміру;

ε_v – похибка встановлення пристрою на верстат;

$\varepsilon_n = 0$ Зміщення пристрою на столі верстату по Т-подібних пазах в горизонтальній площині не впливає на точність виконуваного розміру;

$\omega = 0,14$ мм економічна точність обробки [10] табл. 33, с.95;

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

БР.ПМ-582.00.000 ПЗ

$\varepsilon_{щ}$ – похибка, що залежить від точності виготовлення щупа;

$\varepsilon_{щ} = 0,006$ мм – допуск на виготовлення щупа.

$$[\varepsilon_{np}] = \frac{0,43}{1,2 - \sqrt{0,8 \cdot 0^2 + 0^2 + 0^2 + 0,8 \cdot 0,14^2 + 0,006^2}} = 0,31 \quad \text{мм}$$

Значення похибки пристрою можна прийняти як допуск на спрацювання сегментів 16.

2.3 Розрахунок рівня уніфікації

$$K_{np} = \frac{\Sigma_{заг} - \Sigma_o}{\Sigma_{заг}} \cdot 100 \quad \% \quad (2.7)$$

де $\Sigma_{заг}$ – загальна кількість деталей у пристрої (по специфікації);

$$\Sigma_{заг} = 46 \text{ шт.}$$

Σ_o – кількість оригінальних деталей у пристрої;

$$\Sigma_o = 27 \text{ шт.}$$

$$K_{np} = \frac{46 - 27}{46} \cdot 100 = 41 \quad \%$$

$$K_{np} = \frac{17 - 13}{17} \cdot 100 = 24 \quad \%$$

					БР.ПІМ-582.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

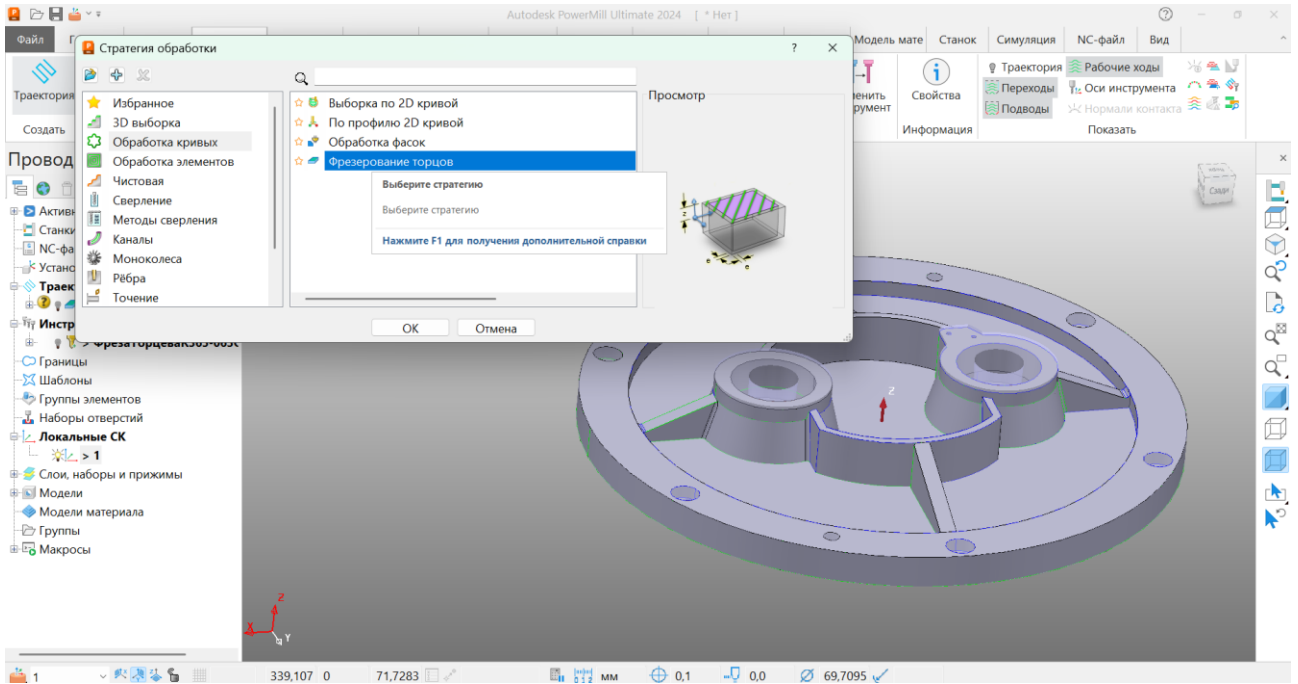


Рисунок 3.9 – Вибір стратегії обробки

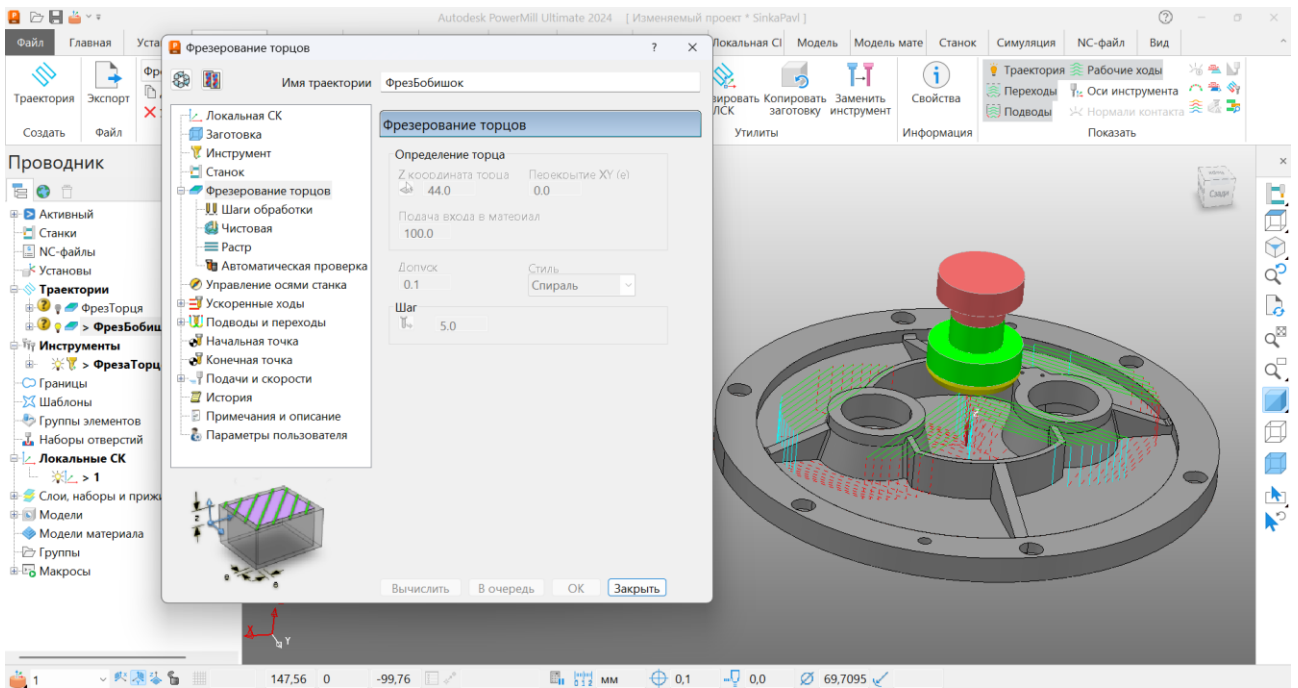


Рисунок 3.10 – Проектування обробки торців бобишек

					БР.ПМ-582.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

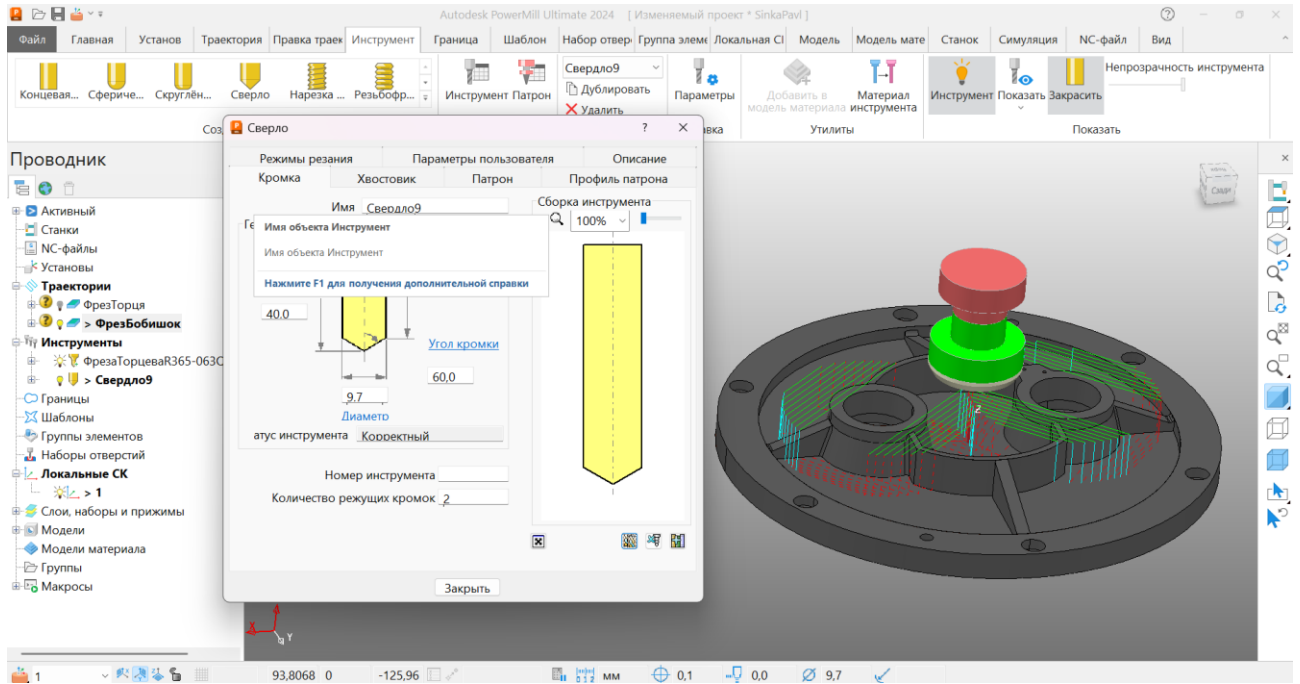


Рисунок 3.11 – Створення моделі свердла

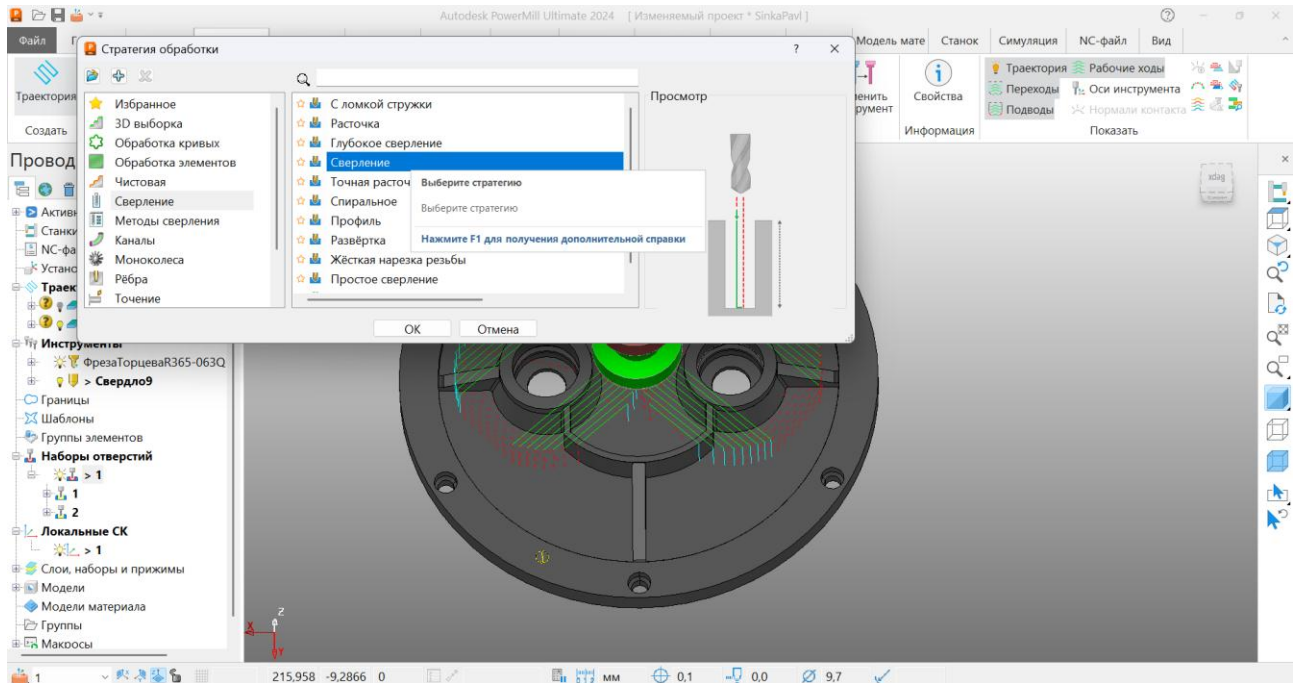


Рисунок 3.12 – Вибір стратегії обробки

					Арк.	
					БР.ПМ-582.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

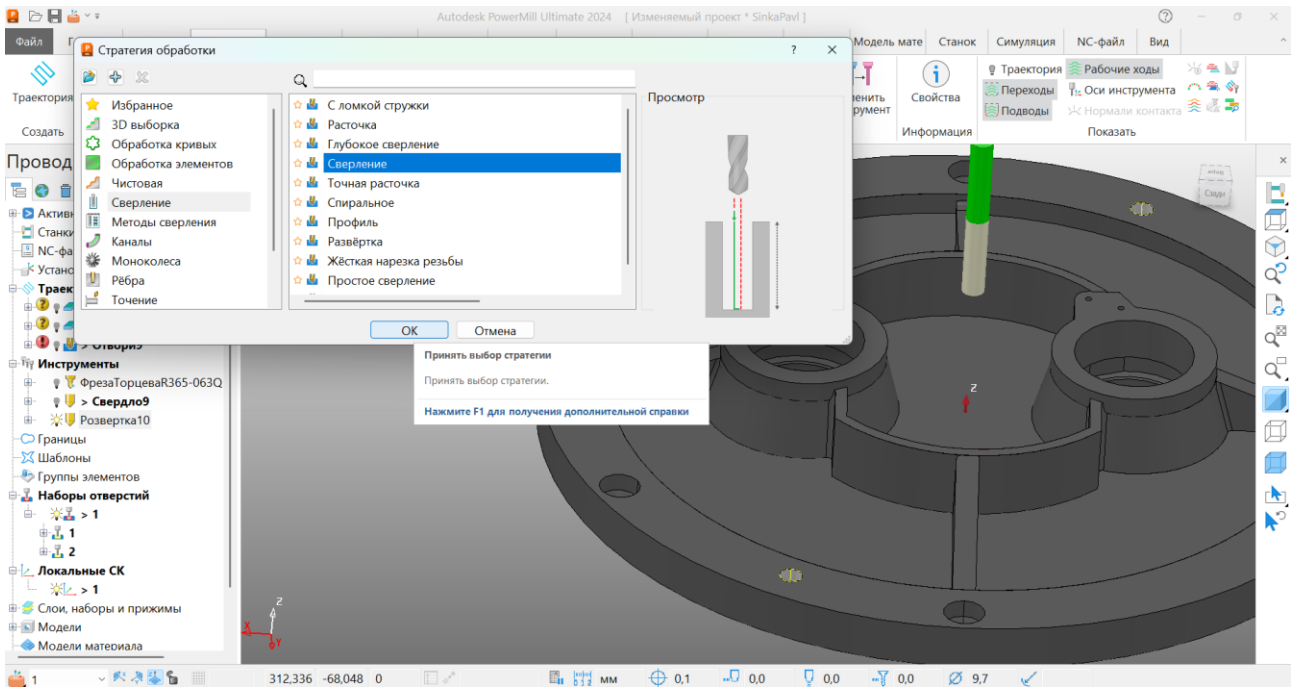


Рисунок 3.15 – Вибір стратегії обробки

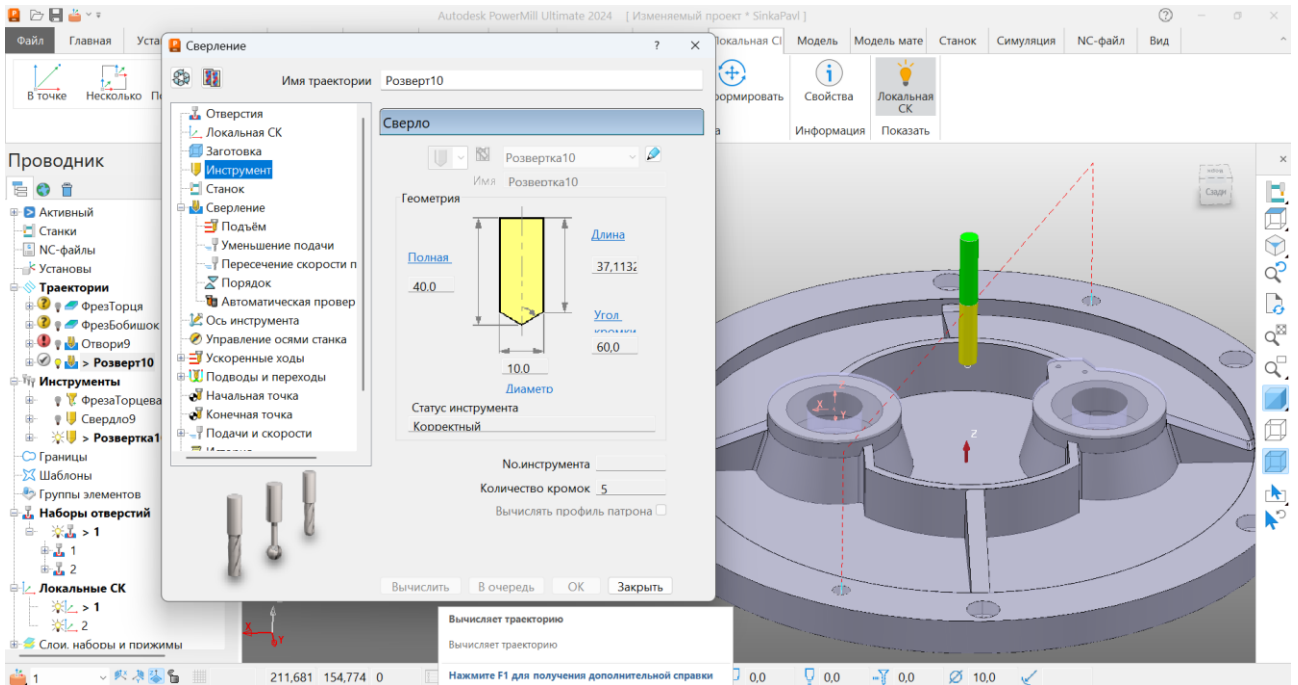


Рисунок 3.16 – Проектування розвертання отворів

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
					БР.ПІМ-582.00.000 ПЗ				

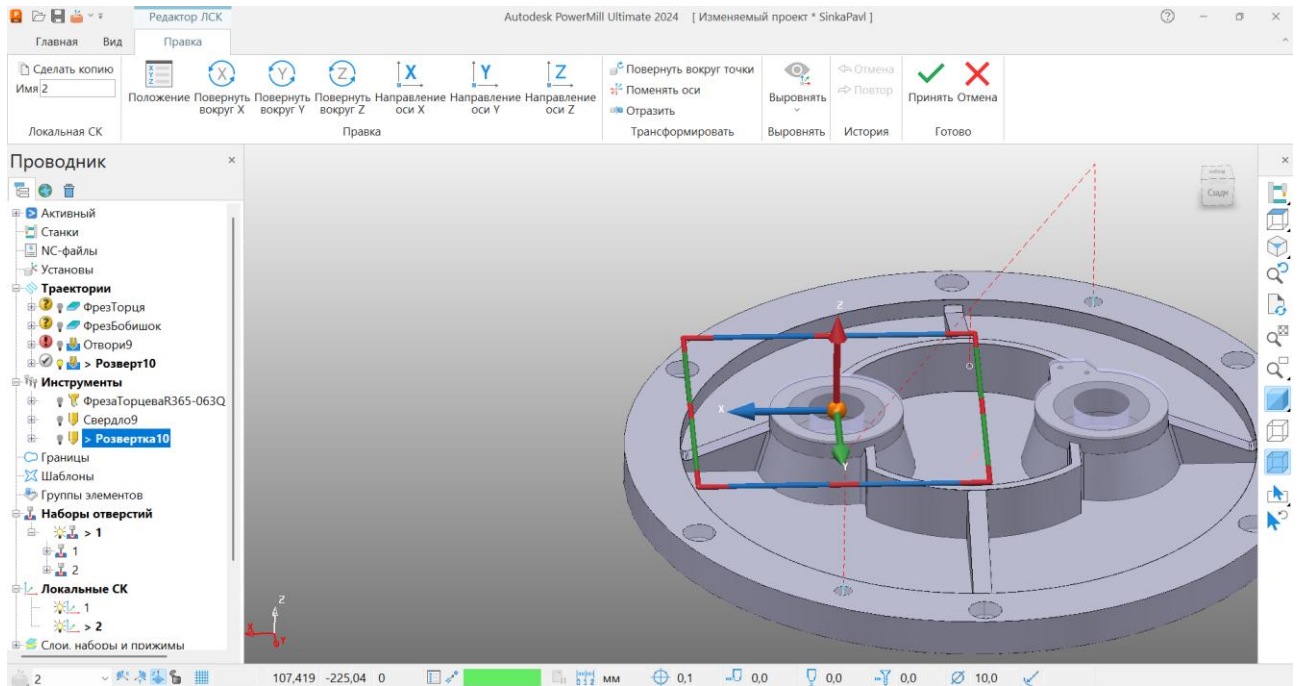


Рисунок 3.17 – Створення локальної системи координат

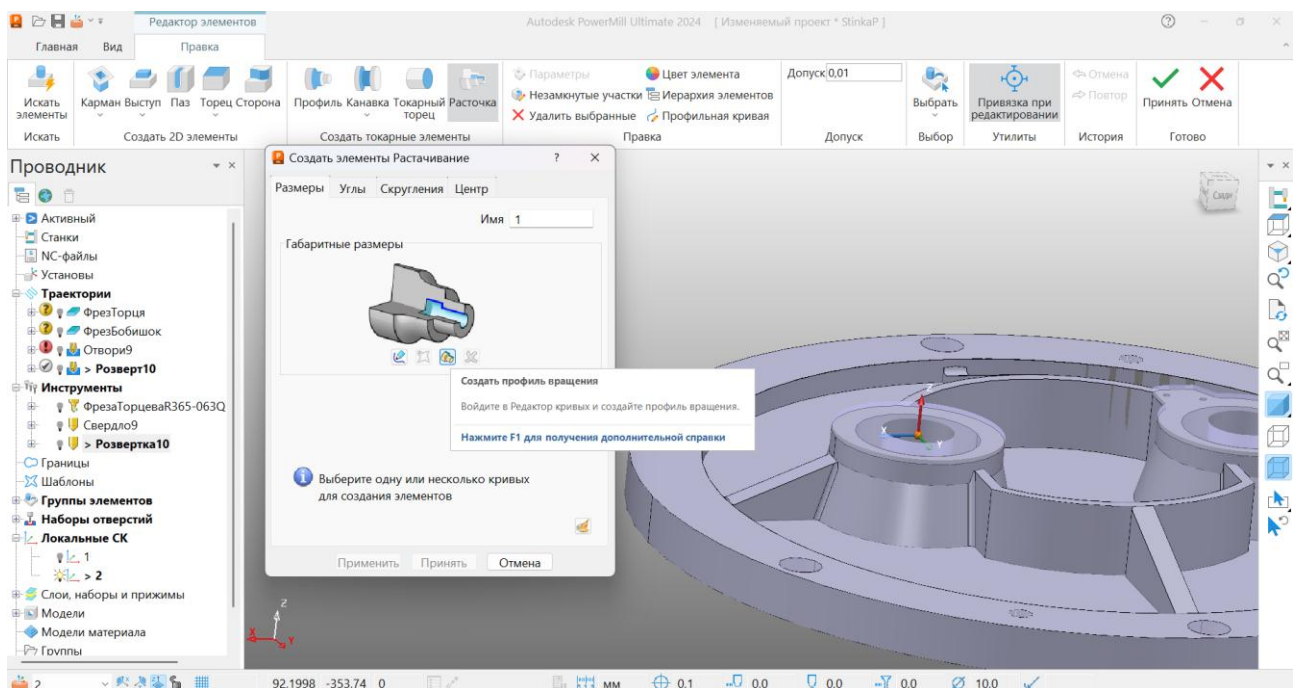


Рисунок 3.18 – Початок створення елемента «Розточування»

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
					БР.ПМ-582.00.000 ПЗ				

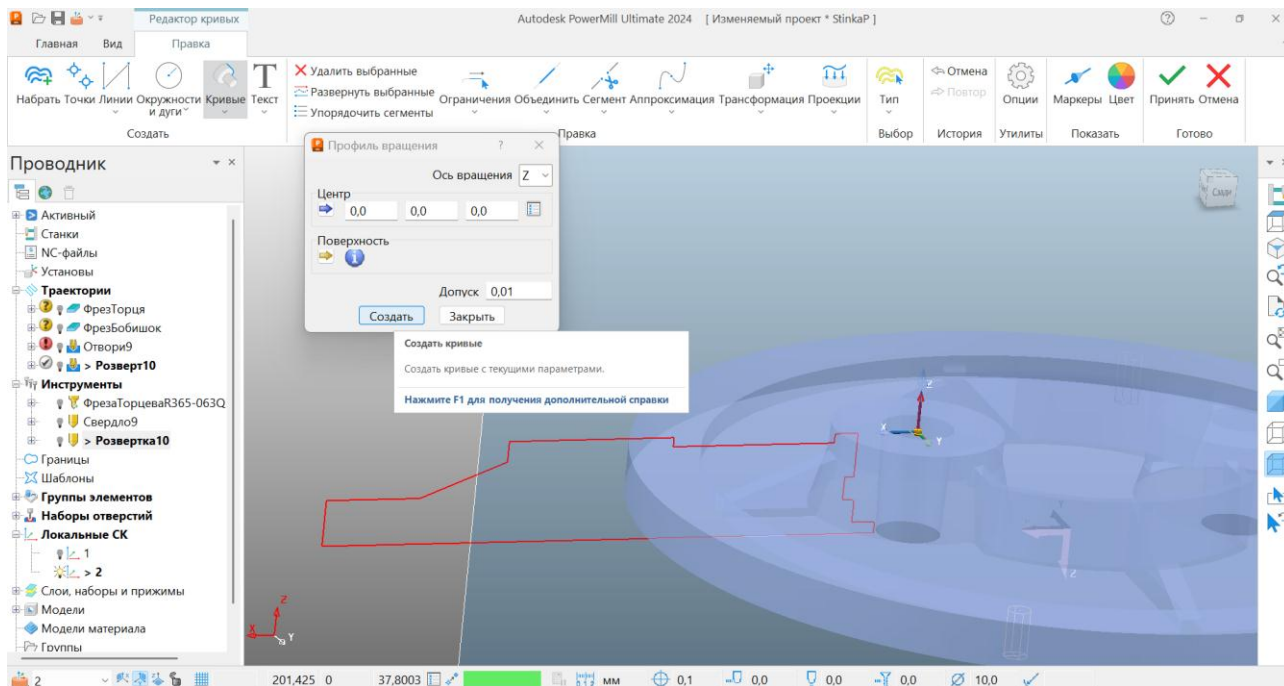


Рисунок 3.19 – Створення профілю обертання

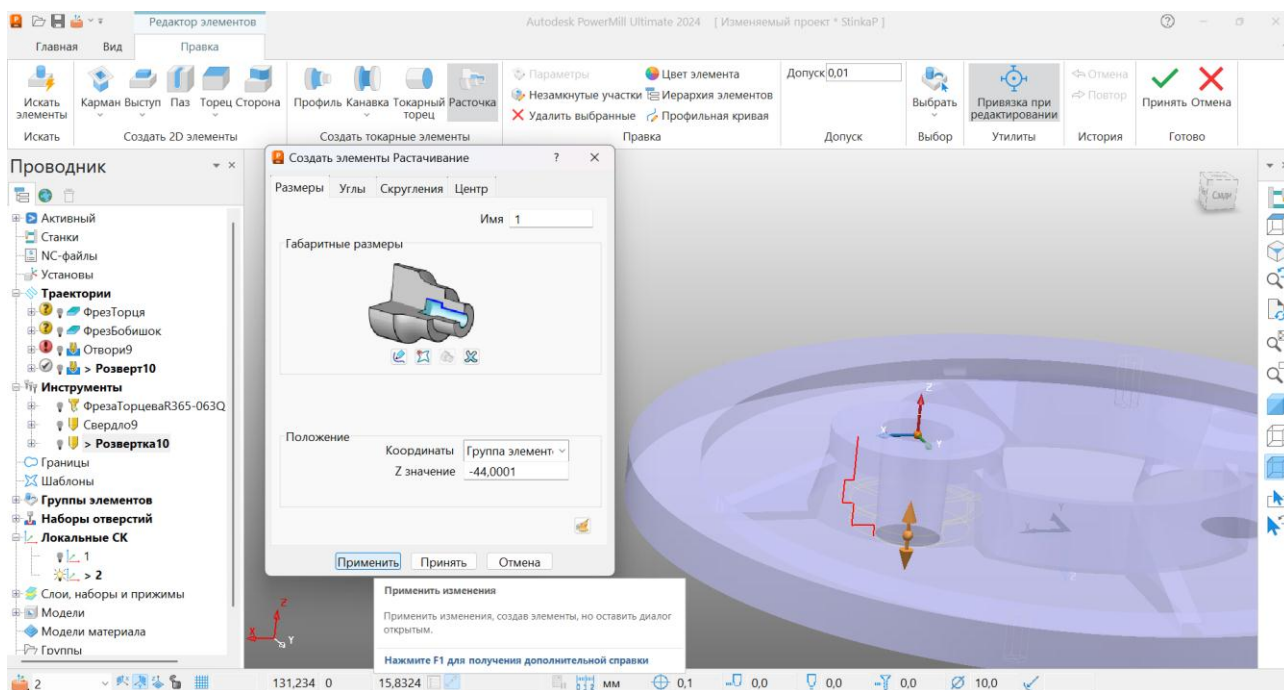


Рисунок 3.20 – Створення елементу «Розточування»

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-582.00.000 ПЗ					

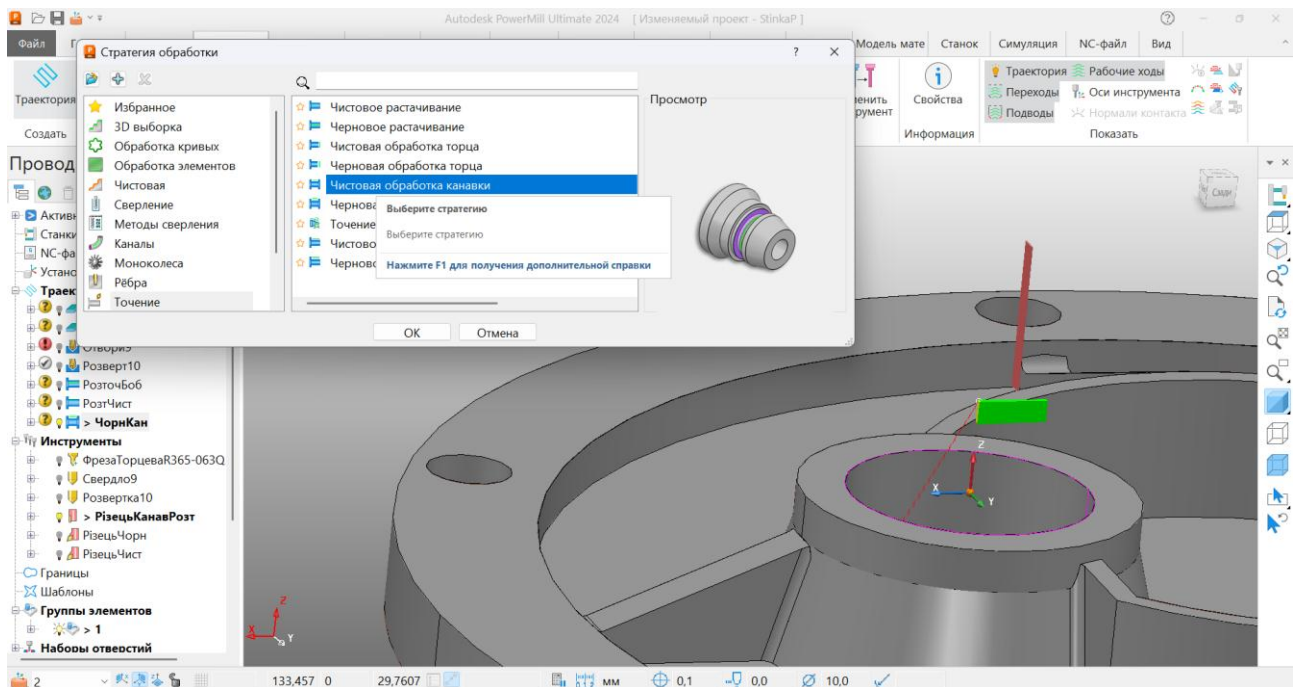


Рисунок 3.33 – Вибір стратегії обробки

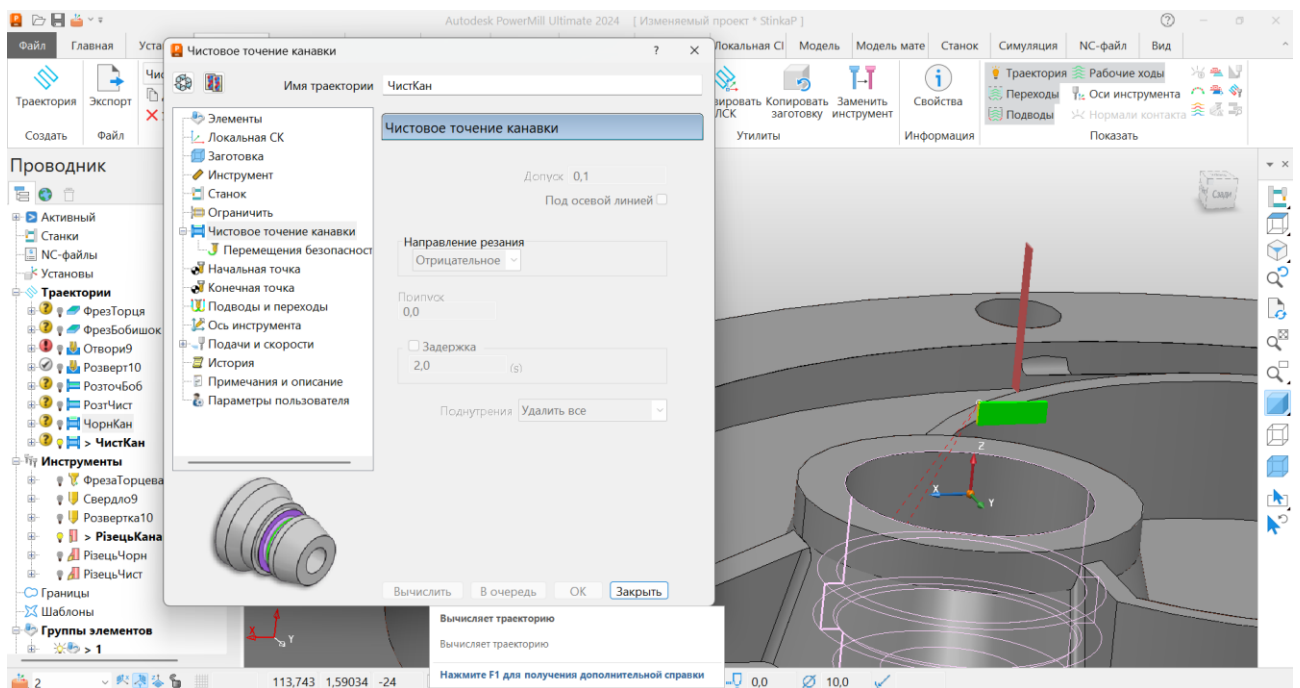


Рисунок 3.34 – Проектування чистового розточування канавки

					Арк.	
					БР.ПІМ-582.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

В результаті виконання бакалаврської роботи проведено детальний аналіз технологічного процесу механічної обробки деталі «Стінка Фб 8.613.133».

На основі аналізу базового технологічного процесу механічної обробки запропоновано зміни з метою економії матеріалу, зниження трудомісткості обробки, впровадження більш ефективного обладнання. Спроектовано покращений технологічний процес виготовлення «Стінки» для серійного виробництва, в якому спроектовано заготовку, розроблено маршрутну та операційну технологію механічної обробки, сконструйовано верстатний пристрій і відповідними розрахунками підтверджено його працездатність. На операції з ЧПК розроблено керуючі програми в системі ЧПК Haidenhain.

					БР.ПМ-582.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перелік літературних джерел

1. Панчук В.Г., Карпик Р.Т., Врюкало В.В., Одосій З.М. Бакалаврська робота: методичні вказівки. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2021. -50 с.
2. ДСТУ 4738:2007(ГОСТ 2590-2006)(EN 10060:2003, NEQ) Прокат сортовий сталевий гарячекатаний круглий. Сортамент
3. Основи технології виробництва машин : навчальний посібник / Г. П. Кремнєв, В. М. Колеснік, Ф. В. Новіков, В. О. Жовтобрюх. Дніпро : ЛІРА, 2022. - 136 с.
4. Методичні вказівки до практичних занять з курсу «Механоскладальні дільниці та цехи у машинобудуванні» Частина 1 для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» ОП «Технології машинобудування» /Укл. В.В. Кононов, В.О. Логомінов, – Запоріжжя: ЗНТУ, 2019. – 64 с
5. Паливода Ю. Є. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки : навчально-методичний посібник / Паливода Ю.Є., Дячун А.Є., Лещук Р.Я. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 240 с
Справочник технологии машиностроения т.1 Под редакцией А.Н. Мавова. М., Машиностроение, 1973. – 694 с.
6. Руденко П. О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні. / П. О. Руденко . — К. : Вища школа, 1993. — 414 с.
7. Основи технології машинобудування. Частина 2 : навчальний посібник / О. В. Дерібо — Вінниця : ВНТУ, 2014. — 114 с.
8. Проектування технологічних процесів. Частина1. Оброблення деталей - тіл обертання. [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка», спеціалізацій «Технології машинобудування» та «Технології виготовлення літальних апаратів» / Біланенко В.Г., Приходько В.П., Мельник О.О.; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: pdf - 12,8 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 232 с.

					БР.ПМ-582.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

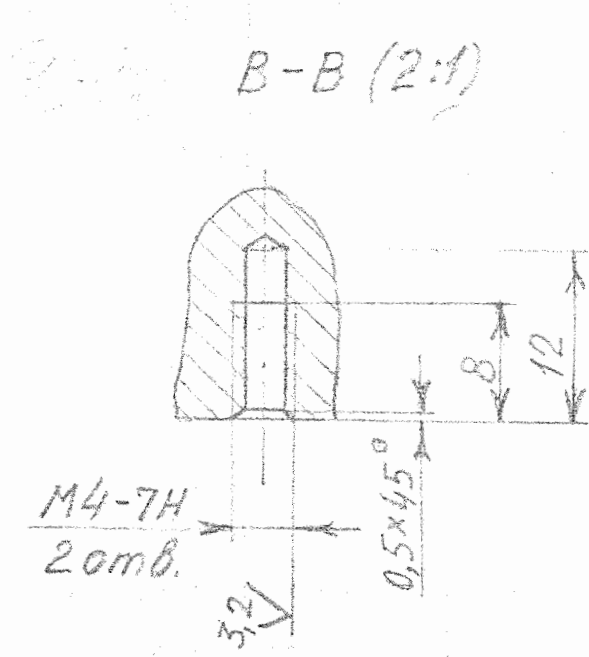
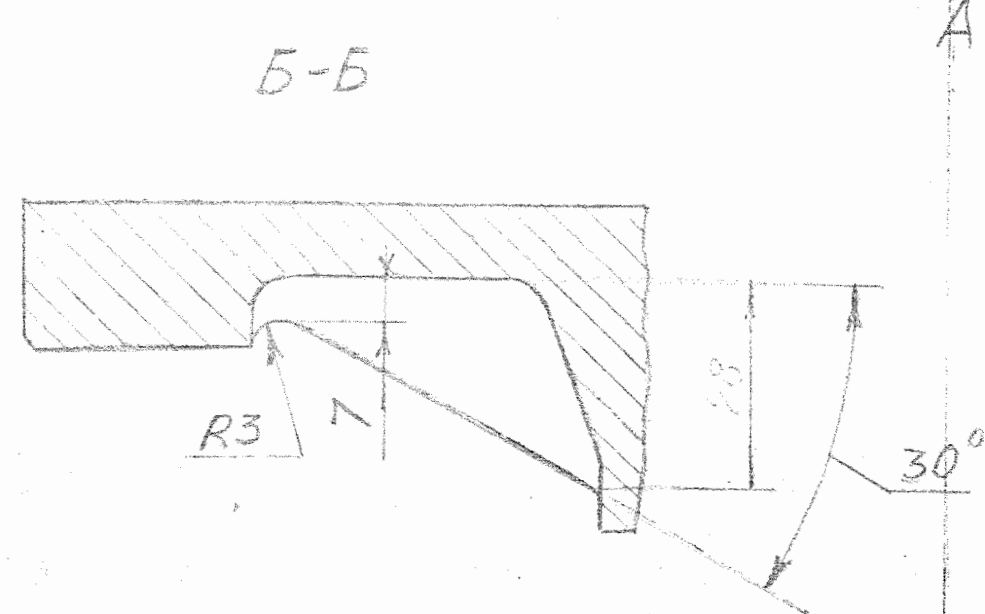
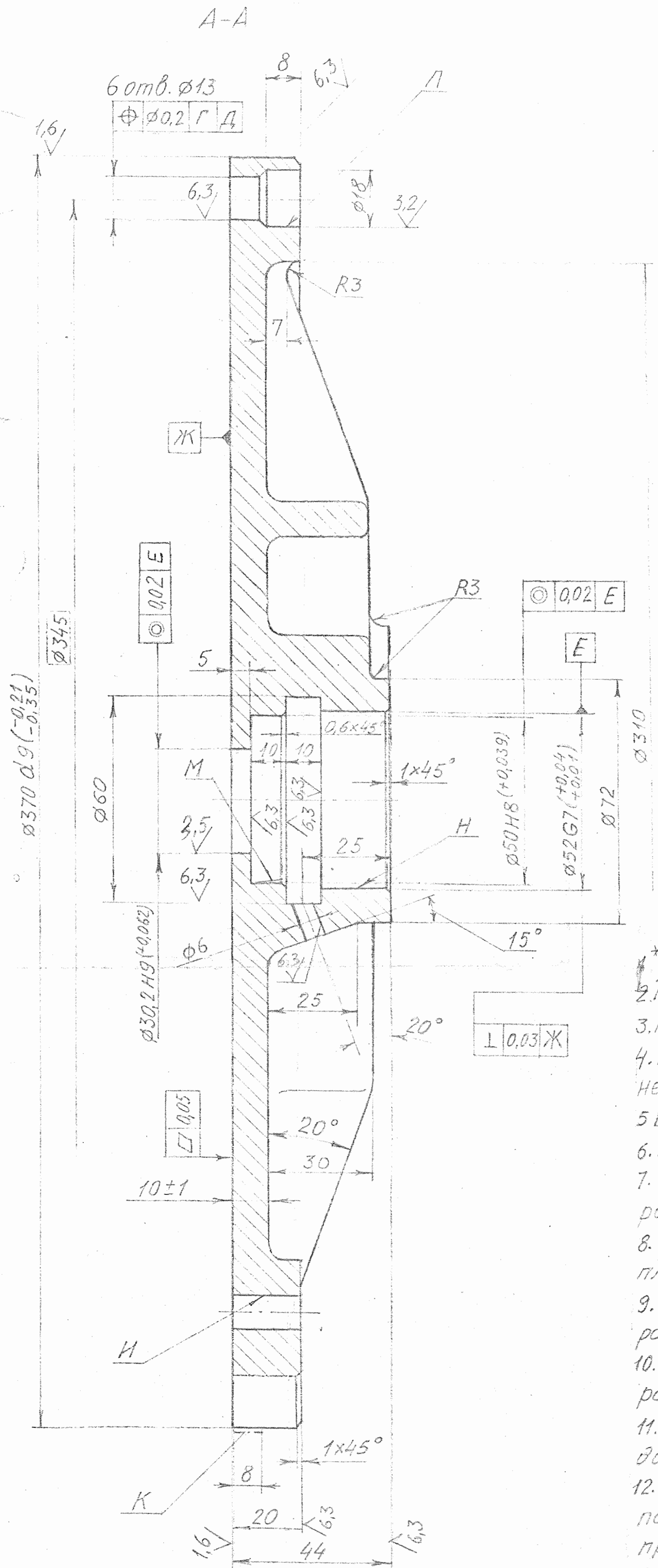
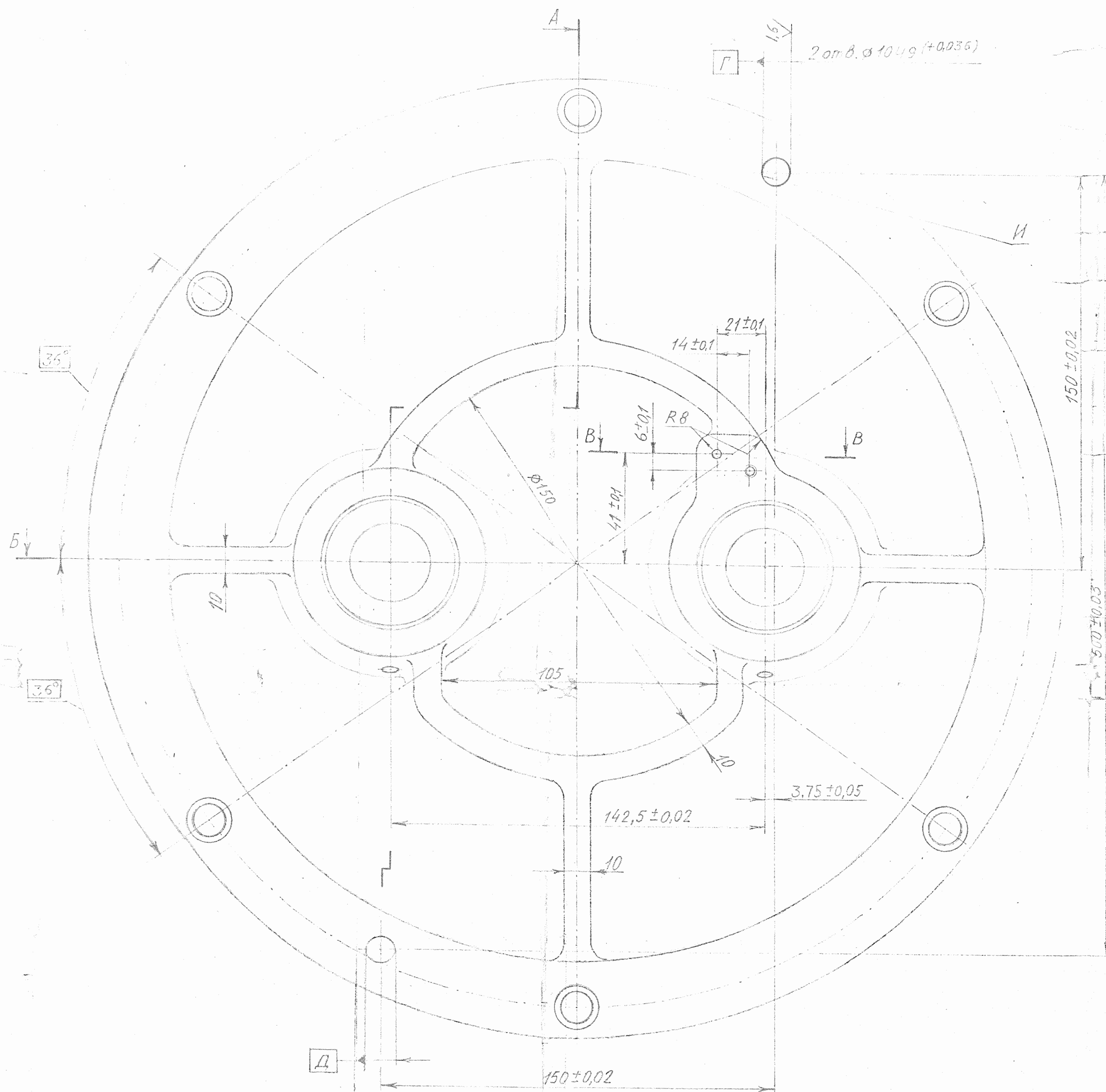
9. Карпик Р. Т. Технологічна оснастка. Методичні вказівки / Р. Т.Карпик, Б. Д. Сторож. – Івано-Франківськ: Факел, 2010. – 80 с.

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

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

					БР.ПІМ-582.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додатки



- * Розмір для довідок.
- 2.Точність виливка 11-0-0-14 ГОСТ 26645-85.
- 3.Решта ТВ до виливка по ГОСТ 26358-84.
- 4.Невказані радіуси зовнішніх закруглень 3мм. Решта невказаних радіусів 6мм. Ливарні ухили по ГОСТ 3212-92.
- 5.Виливок термічно обробити для зняття ливарних напруж.
- 6.На поверхні К раковини не допускаються.
- 7.На поверхнях И, А і М допускаються раковини розміром до 3мм.
- 8.На поверхні Н допускаються раковини загальною площею не більше 5см².
- 9.На решті оброблених поверхнях допускаються раковини розміром до 8мм, глибиною до 2мм.
- 10.На необроблюваних поверхнях допускаються раковини розміром до 12мм, глибиною до 3мм.
- 11.Дефекти литва, що перевищують вказані, допускається виправляти заваркою.
- 12.Дефекти наскрізні, а також раковини на поверхнях И, Л і М, які не загерметизуються при складанні, не допускаються.
- 13.Н14, ф14, ± IT14.
- 14.Необроблювані поверхні покрити емаллю нц-25 гост 5406-84 будь-якого кольору.
- 15.Випробувати на герметичність повітрям під тиском 0,02 МПа при ущільненні по поверхні К і зануренні у воду протягом 1хв.

		Ф88.613.133			
Зм. Арх. Не виходит	Підп. Монт.	Стінка		Лит.	Маса
Розроб. Поничук	7/80				1:1
Перевір. Гаврилів				Архив	Архивів
Т. контр. Вербова				Промприлад	
Н.контр. Кравець		СЧ 20 ГОСТ 1412-88			

Додаток Б

```
100 ; -----
101 ; NO.| ID          | DIA. | TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 1|ФрезаТорцеваR365-063Q22-S15H|69.7095| 0.0 | 85.0
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 10 MM
105 ; PROGRAM NAME : 10
106 ; PART NAME : Стінка
107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-07 - 1:34:22
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 32 MIN 59 SEC
122 ;
123 BLK FORM 0.1 Z X-256.25 Y-185.0 Z-44.0001
124 BLK FORM 0.2 X113.75 Y185.0 Z1.9999
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
    Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : ФрезТорця
130 ; -----
131 ; PARAMETRIC FEEDRATE DEFINITION
132 Q1=500; PLUNGE FEED RATE
133 Q2=1000; CUTTING FEED RATE
134 Q3=3000; SKIM FEED RATE
135 ; FMAX USED FOR RAPID
136 ;
137 ; TOOL NO. :1
138 ; TOOL TYPE : FORM
139 ; TOOL ID : ФрезаТорцеваR365-063Q22-S15H
140 ; TOOL DIA : 69.7095 LENGTH 85.0
141 ;
142 TOOL CALL 1 Z S1500 DL+0.0 DR+0.0
```

143 M03
144 L X-71.25 Y0.0 FMAX
145 L Z-484.0001 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 Z-424.0001 R0 FQ3
151 L X52.6628 Y-181.3092
152 L Z-419.0001
153 L Z-413.7501 FQ1
154 L X115.8831 Y-114.8895 FQ2
155 L Z-424.0001 FQ3
156 L X-195.1628 Y181.3092
157 L Z-419.0001
158 L Z-413.7501 FQ1
159 L X-258.3831 Y114.8895 FQ2
160 L Z-424.0001 FQ3
161 L X35.637 Y-191.9527
162 L Z-419.0001
163 L Z-413.7501 FQ1
164 L X125.7092 Y-97.322 FQ2
165 L Z-424.0001 FQ3
166 L X-178.137 Y191.9527
167 L Z-419.0001
168 L Z-413.7501 FQ1
169 L X-268.2092 Y97.322 FQ2
170 L Z-424.0001 FQ3
171 L X22.1582 Y-198.8696
172 L Z-419.0001
173 L Z-413.7501 FQ1
174 L X131.9304 Y-83.5419 FQ2
175 L Z-424.0001 FQ3
176 L X-164.6582 Y198.8696
177 L Z-419.0001
178 L Z-413.7501 FQ1
179 L X-274.4311 Y83.5413 FQ2
180 L Z-424.0001 FQ3
181 L X10.3418 Y-204.04
182 L Z-419.0001
183 L Z-413.7501 FQ1
184 L X136.4271 Y-71.5737 FQ2
185 L Z-424.0001 FQ3
186 L X-152.8418 Y204.04
187 L Z-419.0001
188 L Z-413.7501 FQ1
189 L X-278.9272 Y71.5735 FQ2

190 L Z-424.0001 FQ3
191 L X-0.1933 Y-207.8643
192 L Z-419.0001
193 L Z-413.7501 FQ1
194 L X139.8594 Y-60.7237 FQ2
195 L Z-424.0001 FQ3
196 L X-142.3067 Y207.8643
197 L Z-419.0001
198 L Z-413.7501 FQ1
199 L X-282.3594 Y60.7237 FQ2
200 L Z-424.0001 FQ3
201 L X-10.0413 Y-210.9666
202 L Z-419.0001
203 L Z-413.7501 FQ1
204 L X142.4188 Y-50.7907 FQ2
205 L Z-424.0001 FQ3
206 L X-132.4587 Y210.9666
207 L Z-419.0001
208 L Z-413.7501 FQ1
209 L X-284.9188 Y50.7907 FQ2
210 L Z-424.0001 FQ3
211 L X-19.2499 Y-213.3972
212 L Z-419.0001
213 L Z-413.7501 FQ1
214 L X144.5489 Y-41.3087 FQ2
215 L Z-424.0001 FQ3
216 L X-123.2502 Y213.3971
217 L Z-419.0001
218 L Z-413.7501 FQ1
219 L X-287.0489 Y41.3087 FQ2
220 L Z-424.0001 FQ3
221 L X-28.0207 Y-215.3678
222 L Z-419.0001
223 L Z-413.7501 FQ1
224 L X145.9298 Y-32.614 FQ2
225 L Z-424.0001 FQ3
226 L X-114.4798 Y215.3674
227 L Z-419.0001
228 L Z-413.7501 FQ1
229 L X-288.4297 Y32.6141 FQ2
230 L Z-424.0001 FQ3
231 L X-36.309 Y-216.8316
232 L Z-419.0001
233 L Z-413.7501 FQ1
234 L X147.1556 Y-24.0821 FQ2
235 L Z-424.0001 FQ3
236 L X-106.1913 Y216.8312

237 L Z-419.0001
238 L Z-413.7501 FQ1
239 L X-289.6555 Y24.0822 FQ2
240 L Z-424.0001 FQ3
241 L X-44.3502 Y-218.0357
242 L Z-419.0001
243 L Z-413.7501 FQ1
244 L X147.7609 Y-16.2022 FQ2
245 L Z-424.0001 FQ3
246 L X-98.1502 Y218.0352
247 L Z-419.0001
248 L Z-413.7501 FQ1
249 L X-290.2608 Y16.2022 FQ2
250 L Z-424.0001 FQ3
251 L X-51.9471 Y-218.773
252 L Z-419.0001
253 L Z-413.7501 FQ1
254 L X148.3271 Y-8.3633 FQ2
255 L Z-424.0001 FQ3
256 L X-90.5533 Y218.7726
257 L Z-419.0001
258 L Z-413.7501 FQ1
259 L X-290.8271 Y8.3633 FQ2
260 L Z-424.0001 FQ3
261 L X-59.386 Y-219.3444
262 L Z-419.0001
263 L Z-413.7501 FQ1
264 L X148.3271 Y-1.1193 FQ2
265 L Z-424.0001 FQ3
266 L X-83.1144 Y219.344
267 L Z-419.0001
268 L Z-413.7501 FQ1
269 L X-290.8271 Y1.1193 FQ2
270 L Z-424.0001 FQ3
271 L X-66.5025 Y-219.5771
272 L Z-419.0001
273 L Z-413.7501 FQ1
274 L X148.3271 Y6.1248 FQ2
275 L Z-424.0001 FQ3
276 L X-75.9975 Y219.5771
277 L Z-419.0001
278 L Z-413.7501 FQ1
279 L X-290.8271 Y-6.1248 FQ2
280 L Z-424.0001 FQ3
281 L X-73.3976 Y-219.5771
282 L Z-419.0001
283 L Z-413.7501 FQ1

284 L X148.0046 Y13.03 FQ2
285 L Z-424.0001 FQ3
286 L X-69.1024 Y219.5771
287 L Z-419.0001
288 L Z-413.7501 FQ1
289 L X-290.5047 Y-13.0301 FQ2
290 L Z-424.0001 FQ3
291 L X-80.2782 Y-219.5619
292 L Z-419.0001
293 L Z-413.7501 FQ1
294 L X147.4899 Y19.7332 FQ2
295 L Z-424.0001 FQ3
296 L X-62.2218 Y219.5619
297 L Z-419.0001
298 L Z-413.7501 FQ1
299 L X-289.9897 Y-19.7331 FQ2
300 L Z-424.0001 FQ3
301 L X-86.7035 Y-219.0683
302 L Z-419.0001
303 L Z-413.7501 FQ1
304 L X146.8714 Y26.3275 FQ2
305 L Z-424.0001 FQ3
306 L X-55.7965 Y219.0683
307 L Z-419.0001
308 L Z-413.7501 FQ1
309 L X-289.3711 Y-26.3271 FQ2
310 L Z-424.0001 FQ3
311 L X-93.1288 Y-218.5748
312 L Z-419.0001
313 L Z-413.7501 FQ1
314 L X145.934 Y32.5867 FQ2
315 L Z-424.0001 FQ3
316 L X-49.3712 Y218.5748
317 L Z-419.0001
318 L Z-413.7501 FQ1
319 L X-288.4338 Y-32.5865 FQ2
320 L Z-424.0001 FQ3
321 L X-99.3407 Y-217.857
322 L Z-419.0001
323 L Z-413.7501 FQ1
324 L X144.9967 Y38.8459 FQ2
325 L Z-424.0001 FQ3
326 L X-43.1593 Y217.857
327 L Z-419.0001
328 L Z-413.7501 FQ1
329 L X-287.4966 Y-38.8459 FQ2
330 L Z-424.0001 FQ3

331 L X-105.3757 Y-216.9534
332 L Z-419.0001
333 L Z-413.7501 FQ1
334 L X143.7655 Y44.7965 FQ2
335 L Z-424.0001 FQ3
336 L X-37.1243 Y216.9534
337 L Z-419.0001
338 L Z-413.7501 FQ1
339 L X-286.2654 Y-44.7964 FQ2
340 L Z-424.0001 FQ3
341 L X-111.4106 Y-216.0497
342 L Z-419.0001
343 L Z-413.7501 FQ1
344 L X142.4488 Y50.6572 FQ2
345 L Z-424.0001 FQ3
346 L X-31.0894 Y216.0497
347 L Z-419.0001
348 L Z-413.7501 FQ1
349 L X-284.9488 Y-50.6572 FQ2
350 L Z-424.0001 FQ3
351 L X-117.0966 Y-214.7795
352 L Z-419.0001
353 L Z-413.7501 FQ1
354 L X141.1056 Y56.4901 FQ2
355 L Z-424.0001 FQ3
356 L X-25.4033 Y214.7795
357 L Z-419.0001
358 L Z-413.7501 FQ1
359 L X-283.6056 Y-56.4901 FQ2
360 L Z-424.0001 FQ3
361 L X-122.7771 Y-213.5034
362 L Z-419.0001
363 L Z-413.7501 FQ1
364 L X139.4769 Y62.0229 FQ2
365 L Z-424.0001 FQ3
366 L X-19.7229 Y213.5034
367 L Z-419.0001
368 L Z-413.7501 FQ1
369 L X-281.9769 Y-62.0229 FQ2
370 L Z-424.0001 FQ3
371 L X-128.3959 Y-212.1626
372 L Z-419.0001
373 L Z-413.7501 FQ1
374 L X137.8482 Y67.5558 FQ2
375 L Z-424.0001 FQ3
376 L X-14.1041 Y212.1626
377 L Z-419.0001

378 L Z-413.7501 FQ1
379 L X-280.3482 Y-67.5558 FQ2
380 L Z-424.0001 FQ3
381 L X-133.7819 Y-210.5771
382 L Z-419.0001
383 L Z-413.7501 FQ1
384 L X135.9725 Y72.8293 FQ2
385 L Z-424.0001 FQ3
386 L X-8.7181 Y210.5771
387 L Z-419.0001
388 L Z-413.7501 FQ1
389 L X-278.4725 Y-72.8293 FQ2
390 L Z-424.0001 FQ3
391 L X-139.1679 Y-208.9916
392 L Z-419.0001
393 L Z-413.7501 FQ1
394 L X134.0726 Y78.0772 FQ2
395 L Z-424.0001 FQ3
396 L X-3.3321 Y208.9916
397 L Z-419.0001
398 L Z-413.7501 FQ1
399 L X-276.5726 Y-78.0772 FQ2
400 L Z-424.0001 FQ3
401 L X-144.3024 Y-207.1419
402 L Z-419.0001
403 L Z-413.7501 FQ1
404 L X132.076 Y83.2236 FQ2
405 L Z-424.0001 FQ3
406 L X1.8023 Y207.1418
407 L Z-419.0001
408 L Z-413.7501 FQ1
409 L X-274.576 Y-83.2236 FQ2
410 L Z-424.0001 FQ3
411 L X-149.4305 Y-205.2855
412 L Z-419.0001
413 L Z-413.7501 FQ1
414 L X129.9045 Y88.1862 FQ2
415 L Z-424.0001 FQ3
416 L X6.9303 Y205.2853
417 L Z-419.0001
418 L Z-413.7501 FQ1
419 L X-272.4045 Y-88.1862 FQ2
420 L Z-424.0001 FQ3
421 L X-154.461 Y-203.3266
422 L Z-419.0001
423 L Z-413.7501 FQ1
424 L X127.7331 Y93.1489 FQ2

425 L Z-424.0001 FQ3
426 L X11.9607 Y203.3263
427 L Z-419.0001
428 L Z-413.7501 FQ1
429 L X-270.2331 Y-93.1489 FQ2
430 L Z-424.0001 FQ3
431 L X-159.3189 Y-201.1863
432 L Z-419.0001
433 L Z-413.7501 FQ1
434 L X125.3752 Y97.9157 FQ2
435 L Z-424.0001 FQ3
436 L X16.8187 Y201.1862
437 L Z-419.0001
438 L Z-413.7501 FQ1
439 L X-267.8751 Y-97.9157 FQ2
440 L Z-424.0001 FQ3
441 L X-164.1768 Y-199.046
442 L Z-419.0001
443 L Z-413.7501 FQ1
444 L X122.9367 Y102.5979 FQ2
445 L Z-424.0001 FQ3
446 L X21.6767 Y199.046
447 L Z-419.0001
448 L Z-413.7501 FQ1
449 L X-265.4365 Y-102.5977 FQ2
450 L Z-424.0001 FQ3
451 L X-168.9136 Y-196.7785
452 L Z-419.0001
453 L Z-413.7501 FQ1
454 L X120.4982 Y107.28 FQ2
455 L Z-424.0001 FQ3
456 L X26.4136 Y196.7785
457 L Z-419.0001
458 L Z-413.7501 FQ1
459 L X-262.998 Y-107.2797 FQ2
460 L Z-424.0001 FQ3
461 L X-173.4994 Y-194.3524
462 L Z-419.0001
463 L Z-413.7501 FQ1
464 L X117.8626 Y111.755 FQ2
465 L Z-424.0001 FQ3
466 L X30.9994 Y194.3524
467 L Z-419.0001
468 L Z-413.7501 FQ1
469 L X-260.3624 Y-111.7548 FQ2
470 L Z-424.0001 FQ3
471 L X-178.0853 Y-191.9263

472 L Z-419.0001
473 L Z-413.7501 FQ1
474 L X115.1757 Y116.1761 FQ2
475 L Z-424.0001 FQ3
476 L X35.5853 Y191.9263
477 L Z-419.0001
478 L Z-413.7501 FQ1
479 L X-257.6756 Y-116.176 FQ2
480 L Z-424.0001 FQ3
481 L X-182.57 Y-189.394
482 L Z-419.0001
483 L Z-413.7501 FQ1
484 L X112.4476 Y120.554 FQ2
485 L Z-424.0001 FQ3
486 L X40.07 Y189.394
487 L Z-419.0001
488 L Z-413.7501 FQ1
489 L X-254.9476 Y-120.554 FQ2
490 L Z-424.0001 FQ3
491 L X-186.8717 Y-186.6693
492 L Z-419.0001
493 L Z-413.7501 FQ1
494 L X109.4992 Y124.7004 FQ2
495 L Z-424.0001 FQ3
496 L X44.3717 Y186.6693
497 L Z-419.0001
498 L Z-413.7501 FQ1
499 L X-251.9992 Y-124.7004 FQ2
500 L Z-424.0001 FQ3
501 L X-191.1733 Y-183.9447
502 L Z-419.0001
503 L Z-413.7501 FQ1
504 L X106.5507 Y128.8468 FQ2
505 L Z-424.0001 FQ3
506 L X48.6733 Y183.9447
507 L Z-419.0001
508 L Z-413.7501 FQ1
509 L X-249.0507 Y-128.8468 FQ2
510 L Z-424.0001 FQ3
511 L X-195.475 Y-181.2201
512 L Z-419.0001
513 L Z-413.7501 FQ1
514 L X103.6023 Y132.9931 FQ2
515 L Z-424.0001 FQ3
516 L X52.975 Y181.2201
517 L Z-419.0001
518 L Z-413.7501 FQ1

```

519 L X-246.1023 Y-132.9931 FQ2
520 L Z-424.0001 FQ3
521 L X-199.5523 Y-178.2597
522 L Z-419.0001
523 L Z-413.7501 FQ1
524 L X100.4812 Y136.9581 FQ2
525 L Z-424.0001 FQ3
526 L X57.0523 Y178.2597
527 L Z-419.0001
528 L Z-413.7501 FQ1
529 L X-242.9812 Y-136.9581 FQ2
530 L Z-424.0001 FQ3
531 L X-71.25 Y0.0
532 L Z-484.0001
533 ; -----
534 ; END TOOLPATH : ФрезТорця
535 ; -----
536 M09
537 M05
538 L M140 MBMAX FMAX
539 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
540 CYCL DEF 32.1
541 CYCL DEF 32.2
542 M30
543 END PGM 10 MM

100 ; -----
101 ; NO.| ID          | DIA. | TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 1|ФрезаТорцеваR365-063Q22-S15H|69.7095| 0.0 | 85.0
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 11 MM
105 ; PROGRAM NAME : 11
106 ; PART NAME   : Стінка
107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-07 - 1:34:24
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 7 MIN 20 SEC
122 ;
123 BLK FORM 0.1 Z X-256.25 Y-185.0 Z-44.0001
124 BLK FORM 0.2 X113.75 Y185.0 Z1.9999
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
 Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : ФрезБобишок
130 ; -----
131 ; PARAMETRIC FEEDRATE DEFINITION
132 Q1=500; PLUNGE FEED RATE
133 Q2=1000; CUTTING FEED RATE
134 Q3=3000; SKIM FEED RATE
135 ; FMAX USED FOR RAPID
136 ;
137 ; TOOL NO. :1
138 ; TOOL TYPE : FORM
139 ; TOOL ID : ФрезаТорцеваR365-063Q22-S15H
140 ; TOOL DIA : 69.7095 LENGTH 85.0
141 ;
142 TOOL CALL 1 Z S1500 DL+0.0 DR+0.0
143 M03
144 L X-71.25 Y0.0 FMAX
145 L Z25.9999 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 Z-34.0001 R0 FQ3
151 L X63.0622 Y-32.0091
152 L Z-0.0001 FQ1
153 L X24.4566 Y-66.3105 FQ2
154 L Z-34.0001 FQ3
155 L X-63.0271 Y32.1218
156 L Z-0.0001 FQ1
157 L X-24.5292 Y66.3274 FQ2
158 L Z-34.0001 FQ3
159 L X67.2128 Y-21.7967
160 L Z-0.0001 FQ1
161 L X13.7319 Y-69.3149 FQ2
162 L Z-34.0001 FQ3
163 L X-67.177 Y21.91
164 L Z-0.0001 FQ1
165 L X-13.8441 Y69.2967 FQ2

166 L Z-34.0001 FQ3
167 L X69.3983 Y-13.3304
168 L Z-0.0001 FQ1
169 L X5.0529 Y-70.5018 FQ2
170 L Z-34.0001 FQ3
171 L X-69.3781 Y13.4298
172 L Z-0.0001 FQ1
173 L X-5.3108 Y70.3541 FQ2
174 L Z-34.0001 FQ3
175 L X70.4291 Y-5.89
176 L Z-0.0001 FQ1
177 L X-2.3068 Y-70.5164 FQ2
178 L Z-34.0001 FQ3
179 L X-70.2942 Y6.0913
180 L Z-0.0001 FQ1
181 L X2.2693 Y70.5645 FQ2
182 L Z-34.0001 FQ3
183 L X70.5579 Y0.749
184 L Z-0.0001 FQ1
185 L X-9.1725 Y-70.0921 FQ2
186 L Z-34.0001 FQ3
187 L X-70.695 Y-0.7893
188 L Z-0.0001 FQ1
189 L X9.0828 Y70.0939 FQ2
190 L Z-34.0001 FQ3
191 L X70.3926 Y7.1267
192 L Z-0.0001 FQ1
193 L X-15.3308 Y-69.0393 FQ2
194 L Z-34.0001 FQ3
195 L X-70.2325 Y-6.903
196 L Z-0.0001 FQ1
197 L X15.2179 Y69.0204 FQ2
198 L Z-34.0001 FQ3
199 L X69.5175 Y12.8736
200 L Z-0.0001 FQ1
201 L X-20.9828 Y-67.5366 FQ2
202 L Z-34.0001 FQ3
203 L X-69.5098 Y-12.7853
204 L Z-0.0001 FQ1
205 L X20.8588 Y67.5079 FQ2
206 L Z-34.0001 FQ3
207 L X68.2569 Y18.2781
208 L Z-0.0001 FQ1
209 L X-26.1241 Y-65.5802 FQ2
210 L Z-34.0001 FQ3
211 L X-68.3292 Y-18.2609
212 L Z-0.0001 FQ1

213 L X26.1307 Y65.6675 FQ2
214 L Z-34.0001 FQ3
215 L X66.6815 Y23.4029
216 L Z-0.0001 FQ1
217 L X-31.1208 Y-63.4952 FQ2
218 L Z-34.0001 FQ3
219 L X-117.7979 Y66.1461
220 L Z-0.0001 FQ1
221 L X-79.4981 Y32.1638 FQ2
222 L Z-34.0001 FQ3
223 L X-166.9104 Y-66.4067
224 L Z-0.0001 FQ1
225 L X-205.5002 Y-32.1672 FQ2
226 L Z-34.0001 FQ3
227 L X-128.7836 Y69.37
228 L Z-0.0001 FQ1
229 L X-75.3349 Y21.9467 FQ2
230 L Z-34.0001 FQ3
231 L X-143.2584 Y-80.8691
232 L Z-0.0001 FQ1
233 L X-209.6647 Y-21.9489 FQ2
234 L Z-34.0001 FQ3
235 L X-137.3258 Y70.426
236 L Z-0.0001 FQ1
237 L X-73.1299 Y13.467 FQ2
238 L Z-34.0001 FQ3
239 L X-134.9093 Y-81.7537
240 L Z-0.0001 FQ1
241 L X-211.87 Y-13.4689 FQ2
242 L Z-34.0001 FQ3
243 L X-144.9483 Y70.6659
244 L Z-0.0001 FQ1
245 L X-72.0843 Y6.016 FQ2
246 L Z-34.0001 FQ3
247 L X-127.6715 Y-81.6523
248 L Z-0.0001 FQ1
249 L X-212.9161 Y-6.0174 FQ2
250 L Z-34.0001 FQ3
251 L X-151.6762 Y70.1121
252 L Z-0.0001 FQ1
253 L X-71.9401 Y-0.6353 FQ2
254 L Z-34.0001 FQ3
255 L X-120.4337 Y-81.5509
256 L Z-0.0001 FQ1
257 L X-213.0754 Y0.6472 FQ2
258 L Z-34.0001 FQ3
259 L X-157.7834 Y69.0075

260 L Z-0.0001 FQ1
261 L X-72.1003 Y-7.0164 FQ2
262 L Z-34.0001 FQ3
263 L X-113.8987 Y-80.8259
264 L Z-0.0001 FQ1
265 L X-212.8846 Y7.0012 FQ2
266 L Z-34.0001 FQ3
267 L X-163.423 Y67.4881
268 L Z-0.0001 FQ1
269 L X-72.9672 Y-12.7705 FQ2
270 L Z-34.0001 FQ3
271 L X-108.4668 Y-79.1221
272 L Z-0.0001 FQ1
273 L X-212.029 Y12.7653 FQ2
274 L Z-34.0001 FQ3
275 L X-168.6927 Y65.6404
276 L Z-0.0001 FQ1
277 L X-74.2191 Y-18.183 FQ2
278 L Z-34.0001 FQ3
279 L X-103.4814 Y-77.0223
280 L Z-0.0001 FQ1
281 L X-210.7819 Y18.1822 FQ2
282 L Z-34.0001 FQ3
283 L X-173.645 Y63.5111
284 L Z-0.0001 FQ1
285 L X-75.7863 Y-23.3158 FQ2
286 L Z-34.0001 FQ3
287 L X-71.25 Y0.0
288 L Z25.9999
289 ; -----
290 ; END TOOLPATH : ФрезБобишок
291 ; -----
292 M09
293 M05
294 L M140 MBMAX FMAX
295 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
296 CYCL DEF 32.1
297 CYCL DEF 32.2
298 M30
299 END PGM 11 MM

100 ; -----
101 ; NO.| ID | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 1|Свердло9| 9.7 | 0.0 | 40.0
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 12 MM

105 ; PROGRAM NAME : 12
106 ; PART NAME : Стінка
107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-07 - 1:34:26
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|Свердло9| 9.7 | 0.0 | 40.0
118 ; -----
119 ;
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 0 MIN 20 SEC
122 ;
123 BLK FORM 0.1 Z X-256.25 Y-185.0 Z-44.0001
124 BLK FORM 0.2 X113.75 Y185.0 Z1.9999
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : Отвори9
130 ; -----
131 ; PARAMETRIC FEEDRATE DEFINITION
132 Q1=500; PLUNGE FEED RATE
133 Q2=1000; CUTTING FEED RATE
134 Q3=3000; SKIM FEED RATE
135 ; FMAX USED FOR RAPID
136 ;
137 ; TOOL NO. :1
138 ; TOOL TYPE : DRILL
139 ; TOOL ID : Свердло9
140 ; TOOL DIA : 9.7 LENGTH 40.0
141 ;
142 TOOL CALL 1 Z S1500 DL+0.0 DR+0.0
143 M03
144 L X-71.25 Y0.0 FMAX
145 L Z25.9999 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 Z-34.0001 R0 FQ3

151 L X-146.25 Y-150.0
152 CYCL DEF 200 DRILLING~
Q200= 5.0; SET-UP CLEARANCE~
Q201= -24.4859; DEPTH~
Q206= 1000; FEED RATE FOR PLUNGING~
Q202= 14.4859; PLUNGING DEPTH~
Q210= 0.0; DWELL TIME AT TOP~
Q203= -24.0001; SURFACE COORDINATE~
Q204= -10.0; 2ND SET-UP CLEARANCE~
Q211= 0.0; DWELL TIME AT DEPTH
153 L X-146.25 Y-150.0 R0 FMAX M99
154 L X3.75 Y150.0 R0 FMAX M99
155 L X-71.25 Y0.0 FQ3
156 L Z25.9999
157 ; -----
158 ; END TOOLPATH : Отвори9
159 ; -----
160 M09
161 M05
162 L M140 MBMAX FMAX
163 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
164 CYCL DEF 32.1
165 CYCL DEF 32.2
166 M30
167 END PGM 12 MM

100 ; -----
101 ; NO.| ID | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 1|ДючтхЁСър10|10.0 | 0.0 | 80.0
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 13 MM
105 ; PROGRAM NAME : 13
106 ; PART NAME : ТС | эър
107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-07 - 1:34:29
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|ДючтхЁСър10|10.0 | 0.0 | 80.0
118 ; -----
119 ;

120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 0 MIN 26 SEC
122 ;
123 BLK FORM 0.1 Z X-256.25 Y-185.0 Z-44.0001
124 BLK FORM 0.2 X113.75 Y185.0 Z1.9999
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
 Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : $\perp_{\text{ЮЧТХ}}\ddot{\text{E}}\text{C}10$
130 ; -----
131 ; PARAMETRIC FEEDRATE DEFINITION
132 Q1=500; PLUNGE FEED RATE
133 Q2=1000; CUTTING FEED RATE
134 Q3=3000; SKIM FEED RATE
135 ; FMAX USED FOR RAPID
136 ;
137 ; TOOL NO. :1
138 ; TOOL TYPE : DRILL
139 ; TOOL ID : $\perp_{\text{ЮЧТХ}}\ddot{\text{E}}\text{C}\text{Ъp}10$
140 ; TOOL DIA : 10.0 LENGTH 80.0
141 ;
142 TOOL CALL 1 Z S1500 DL+0.0 DR+0.0
143 M03
144 L X-71.25 Y0.0 FMAX
145 L Z25.9999 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 Z61.9999 R0 FQ3
151 L X-146.25 Y-150.0
152 CYCL DEF 200 DRILLING~
 Q200= 5.0; SET-UP CLEARANCE~
 Q201= -24.5857; DEPTH~
 Q206= 1000; FEED RATE FOR PLUNGING~
 Q202= 110.5857; PLUNGING DEPTH~
 Q210= 0.0; DWELL TIME AT TOP~
 Q203= -24.0001; SURFACE COORDINATE~
 Q204= 86.0; 2ND SET-UP CLEARANCE~
 Q211= 0.0; DWELL TIME AT DEPTH
153 L X-146.25 Y-150.0 R0 FMAX M99
154 L X3.75 Y150.0 R0 FMAX M99
155 L X-71.25 Y0.0 FQ3
156 L Z25.9999
157 ; -----

```

158 ; END TOOLPATH : ШючтхЁС10
159 ; -----
160 M09
161 M05
162 L M140 MBMAX FMAX
163 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
164 CYCL DEF 32.1
165 CYCL DEF 32.2
166 M30
167 END PGM 13 MM

100 ; -----
101 ; NO.| ID      | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 1|РізецьЧорн|   | 0.0 |
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 20 MM
105 ; PROGRAM NAME : 20
106 ; PART NAME    : Стінка
107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-07 - 1:37:10
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|РізецьЧорн|   | 0.0 |
118 ; -----
119 ;
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 0 MIN 54 SEC
122 ;
123 BLK FORM 0.1 Z X-185.0 Y-185.0 Z-46.0
124 BLK FORM 0.2 X185.0 Y185.0 Z0.0
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
    Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : РозточБоб
130 ; -----
131 ; PARAMETRIC FEEDRATE DEFINITION
132   Q1=500; PLUNGE FEED RATE
133   Q2=1000; CUTTING FEED RATE

```

134 Q3=3000; SKIM FEED RATE
135 ; FMAX USED FOR RAPID
136 ;
137 ; TOOL NO. :1
138 ; TOOL TYPE :
139 ; TOOL ID : РізецьЧорн
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 X0.0 Y0.0 FMAX
145 L Z20.0 FMAX
146 M08
147 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
148 CYCL DEF 32.1 T0.1
149 CYCL DEF 32.2 HSC-MODE:1 TA2
150 L X-0.9773 Z2.2499 R0 FQ3
151 L X3.0227 F0.2
152 L Z-44.0001
153 L X-0.5
154 L X-3.3284 Z-42.5859
155 L Z2.2499 FQ3
156 L X2.5453
157 L X6.5453 F0.2
158 L Z-44.0001
159 L X3.0227
160 L X0.1942 Z-42.5859
161 L Z2.2499 FQ3
162 L X6.068
163 L X10.068 F0.2
164 L Z-44.0001
165 L X6.5453
166 L X3.7169 Z-42.5859
167 L Z2.2499 FQ3
168 L X9.5907
169 L X13.5907 F0.2
170 L Z-44.0001
171 L X10.068
172 L X7.2396 Z-42.5859
173 L Z2.2499 FQ3
174 L X13.1133
175 L X17.1133 F0.2
176 L Z-44.0001
177 L X13.5907
178 L X10.7622 Z-42.5859
179 L Z2.2499 FQ3
180 L X16.636

181 L X20.636 F0.2
182 L Z-44.0001
183 L X17.1133
184 L X14.2849 Z-42.5859
185 L Z2.2499 FQ3
186 L X20.1587
187 L X24.1587 F0.2
188 L Z-44.0001
189 L X20.636
190 L X17.8076 Z-42.5859
191 L Z2.2499 FQ3
192 L X23.6813
193 L X27.6813 F0.2
194 L Z-44.0001
195 L X24.1587
196 L X21.3302 Z-42.5859
197 L Z2.2499 FQ3
198 L X27.3153
199 L X31.3153 F0.2
200 L Z-37.7499
201 L X30.1806 Z-37.7501
202 L X28.9583 Z-37.9099
203 L X28.0006 Z-38.3889
204 L X27.6813 Z-39.0001
205 L X24.8529 Z-37.5859
206 L Z2.2499 FQ3
207 L X30.9493
208 L X34.9493 F0.2
209 L Z-37.7494
210 L X31.3153 Z-37.7499
211 L X28.4869 Z-36.3357
212 L Z2.2499 FQ3
213 L X34.5833
214 L X38.5833 F0.2
215 L Z-37.7489
216 L X34.9493 Z-37.7494
217 L X32.1209 Z-36.3352
218 L Z2.2499 FQ3
219 L X38.2173
220 L X42.2173 F0.2
221 L Z-37.7483
222 L X38.5833 Z-37.7489
223 L X35.7549 Z-36.3346
224 L Z2.2499 FQ3
225 L X41.8513
226 L X45.8513 F0.2
227 L Z-37.7478

```
228 L X42.2173 Z-37.7483
229 L X39.3889 Z-36.3341
230 L Z2.2499 FQ3
231 L X45.4853
232 L X49.4853 F0.2
233 L Z-28.2838
234 L X48.2241 Z-28.9203
235 L X47.6883 Z-29.3242
236 L X47.5 Z-29.7997
237 L X47.4949 Z-37.7475
238 L X45.8513 Z-37.7478
239 L X43.0229 Z-36.3336
240 L X0.0 Z20.0 FQ3
241 ; -----
242 ; END TOOLPATH : РозточБоб
243 ; -----
244 M09
245 M05
246 L M140 MBMAX FMAX
247 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
248 CYCL DEF 32.1
249 CYCL DEF 32.2
250 M30
251 END PGM 20 MM

100 ; -----
101 ; NO.| ID      | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 6|РізецьЧист|   | 0.0 |
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 21 MM
105 ; PROGRAM NAME : 21
106 ; PART NAME    : Стінка
107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-07 - 1:37:12
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 ; 6|РізецьЧист|   | 0.0 |
118 ; -----
119 ;
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
```

121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 0 MIN 5 SEC
122 ;
123 BLK FORM 0.1 Z X-185.0 Y-185.0 Z-46.0
124 BLK FORM 0.2 X185.0 Y185.0 Z0.0
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
 Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : РозтЧист
130 ; -----
131 ; PARAMETRIC FEEDRATE DEFINITION
132 Q1=500; PLUNGE FEED RATE
133 Q2=1000; CUTTING FEED RATE
134 Q3=3000; SKIM FEED RATE
135 ; FMAX USED FOR RAPID
136 ;
137 ; TOOL NO. :6
138 ; TOOL TYPE :
139 ; TOOL ID : РізецьЧист
140 ; TOOL DIA : 0.0 LENGTH 0.0
141 ;
142 TOOL CALL 6 Z S1000 DL+0.0 DR+0.0
143 M03
144 L X0.0 Y0.0 FMAX
145 L Z20.0 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 X51.4853 Z1.9999 R0 FQ3
151 L Z-0.0001 F0.2
152 L Z-28.7551
153 L X51.3475 Z-28.7802
154 L X51.2301 Z-28.8241
155 L X49.6448 Z-29.6241
156 L X49.5377 Z-29.7049
157 L X49.5 Z-29.8
158 L X49.4943 Z-38.7472
159 L X30.1812 Z-38.7501
160 L X29.8277 Z-38.8233
161 L X29.6813 Z-39.0001
162 L Z-44.0001
163 L X28.6461 Z-45.9319
164 L X0.0 Z20.0 FQ3
165 ; -----
166 ; END TOOLPATH : РозтЧист

```

167 ; -----
168 M09
169 M05
170 L M140 MBMAX FMAX
171 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
172 CYCL DEF 32.1
173 CYCL DEF 32.2
174 M30
175 END PGM 21 MM

100 ; -----
101 ; NO.| ID      | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 1|РізецьКанавРозт|  | 0.0 |
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 22 MM
105 ; PROGRAM NAME : 22
106 ; PART NAME    : Стінка
107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-07 - 1:37:14
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|РізецьКанавРозт|  | 0.0 |
118 ; -----
119 ;
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 0 MIN 4 SEC
122 ;
123 BLK FORM 0.1 Z X-185.0 Y-185.0 Z-46.0
124 BLK FORM 0.2 X185.0 Y185.0 Z0.0
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
    Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : ЧорнКан
130 ; -----
131 ; PARAMETRIC FEEDRATE DEFINITION
132   Q1=500; PLUNGE FEED RATE
133   Q2=1000; CUTTING FEED RATE
134   Q3=3000; SKIM FEED RATE

```

135 ; FMAX USED FOR RAPID
136 ;
137 ; TOOL NO. :1
138 ; TOOL TYPE :
139 ; TOOL ID : РізецьКанавРозт
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 X0.0 Y0.0 FMAX
145 L Z20.0 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 X45.5 Z-22.679 R0 FQ3
151 L X53.5 F0.2
152 L X49.5
153 L X57.4941
154 L X53.4941
155 L X45.5 FQ3
156 L Z-15.4143
157 L X47.4525 F0.2
158 L X51.2216 Z-12.9377
159 L X45.5 FQ3
160 L Z-15.4143
161 L X47.4525 F0.2
162 L Z-20.2484
163 L X57.4941 Z-20.2521
164 L X45.5 FQ3
165 L Z-24.4203
166 L X48.2241 F0.2
167 L X50.5423 Z-23.2505
168 L X57.4941 Z-23.248
169 L Z-20.2521
170 L X55.4941 Z-21.2521
171 L X45.5 FQ3
172 L X0.0 Z20.0
173 ; -----
174 ; END TOOLPATH : ЧорнКан
175 ; -----
176 M09
177 M05
178 L M140 MBMAX FMAX
179 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
180 CYCL DEF 32.1
181 CYCL DEF 32.2

182 M30

183 END PGM 22 MM

100 ; -----

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

102 ; -----

103 ; 1|РізецьКанавРозт| | 0.0 |

104 ; -----

0.00 BEGIN PGM 23 MM

105 ; PROGRAM NAME : 23

106 ; PART NAME : Стінка

107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-07 - 1:37:16

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|РізецьКанавРозт| | 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-185.0 Y-185.0 Z-46.0

124 BLK FORM 0.2 X185.0 Y185.0 Z0.0

125 ;

126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~

Q339=+1; DATUM NUMBER

127 L M140 MBMAX FMAX

128 ; -----

129 ; START TOOLPATH : ЧистКан

130 ; -----

131 ; PARAMETRIC FEEDRATE DEFINITION

132 Q1=500; PLUNGE FEED RATE

133 Q2=1000; CUTTING FEED RATE

134 Q3=3000; SKIM FEED RATE

135 ; FMAX USED FOR RAPID

136 ;

137 ; TOOL NO. :1

138 ; TOOL TYPE :

139 ; TOOL ID : РізецьКанавРозт

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 X0.0 Y0.0 FMAX
145 L Z20.0 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 X45.5 Z-25.1241 R0 FQ3
151 L X49.6448 F0.2
152 L X51.2301 Z-24.3241
153 L X51.3928 Z-24.2694
154 L X51.585 Z-24.2501
155 L X59.4941 Z-24.2473
156 L X46.9853 FQ3
157 L Z-19.0001
158 L X51.4853 F0.2
159 L X51.6316 Z-19.1768
160 L X51.985 Z-19.2501
161 L X59.4941 Z-19.2528
162 L Z-24.2473
163 L X57.4941 Z-23.2473
164 L X46.9853 FQ3
165 L Z-19.0001
166 L X51.4853 F0.2
167 L Z-14.5001
168 L X51.5115 Z-14.4202
169 L X51.5874 Z-14.3487
170 L X45.5 FQ3
171 L X0.0 Z20.0
172 ; -----
173 ; END TOOLPATH : ЧистКан
174 ; -----
175 M09
176 M05
177 L M140 MBMAX FMAX
178 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
179 CYCL DEF 32.1
180 CYCL DEF 32.2
181 M30
182 END PGM 23 MM

Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Зм	Ар	№док.	Підпис	Дата

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

			<i>І Ф Н Т У Н Г</i>	Ф68.613.133					
							Стінка		

«Затверджую»

Зав. каф. КМВ

проф. Панчук В.Г.

**КОМПЛЕКТ
технологічної
документації**

*Технологічний процес
механічної обробки
деталі*

Розробив: ст.гр.ПМ-23-1К

Павлишин С.В.

Перевірів:

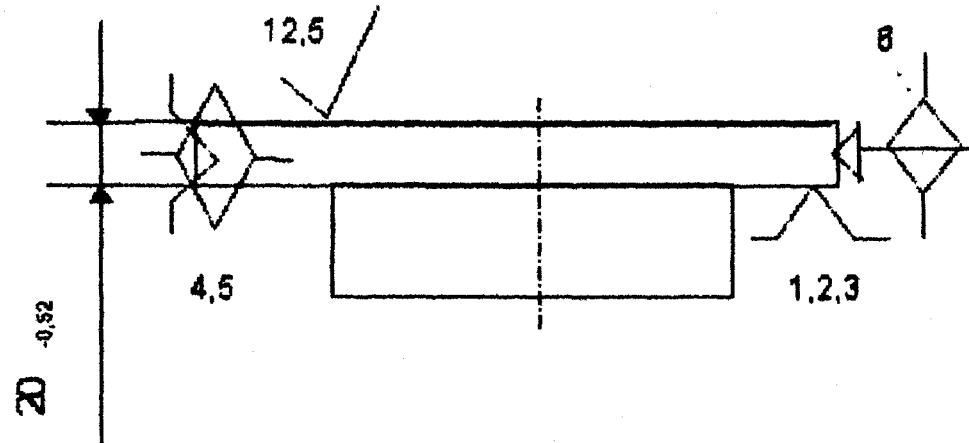
доц. Врюкало В.В.

Акт № __ від «__» _____ 2025_р

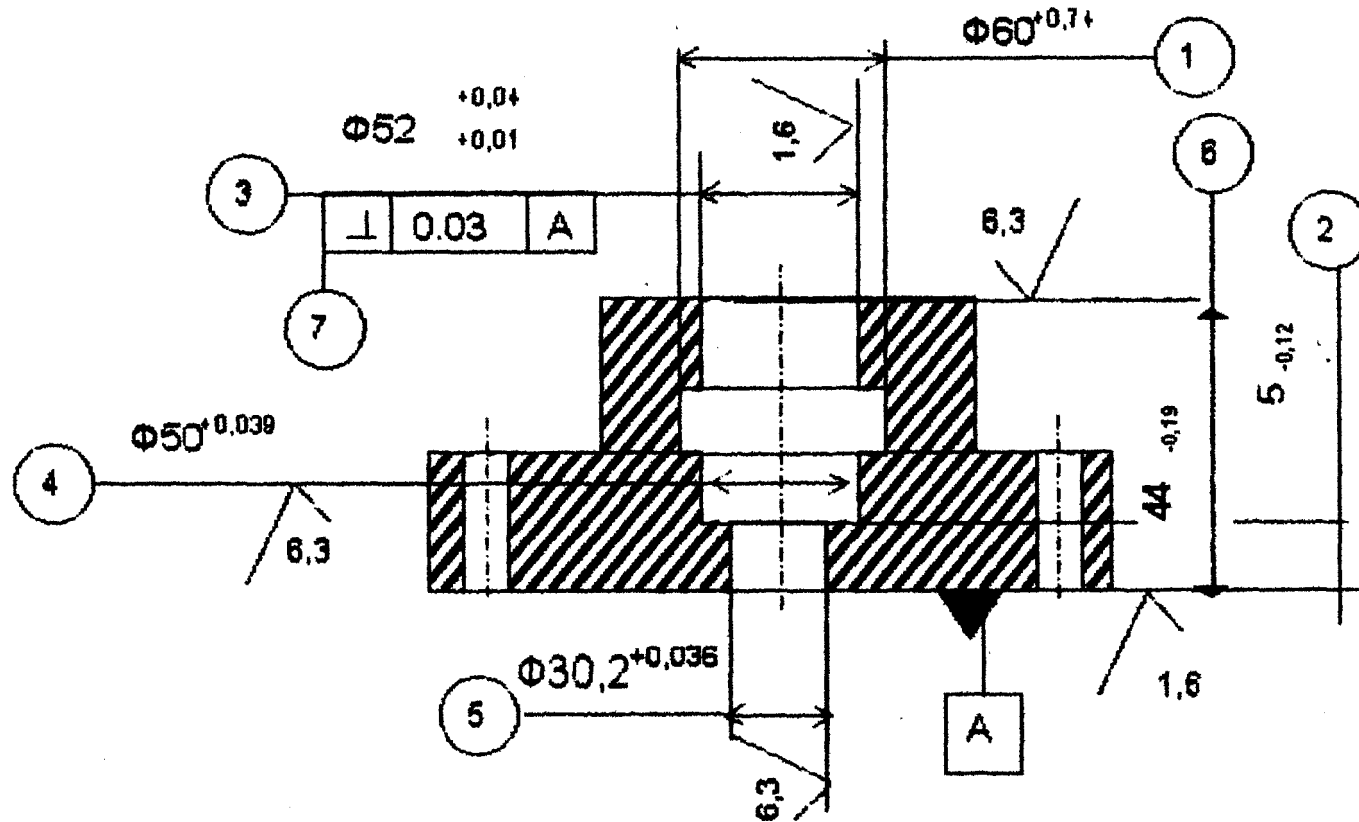
ТЛ

Дубл.													
Взамін.													
Підпис									Зм	Ар	Недок.	Підпис	Дата

Розробив	Павлишин			І Ф Н Т У Н Г	Φ58.613.133	20240.01501			
Перевірів	Врюкало								
Н. контр.	Врюкало			Стінка			Н		010



Дубл.														
Взамін.														
Підпис										Зм	Ар	Недок.	Підпис	Дата
Розробив	Павлишин													
Перевірів	Врюкало					І Ф Н Т У Н Г								20240.01501
Н. контр.	Врюкало												Н	080



Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			БР.ПМ-582.02.00.000 СК	Складальне креслення		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	БР.ПМ-582.02.01.000	Корпус	1	
		2	БР.ПМ-582.02.02.000	Кран пневматичний	1	
				<u>Деталі</u>		
		5	БР.ПМ-582.02.00.005	Кришка нижня	1	
		6	БР.ПМ-582.02.00.006	Кришка верхня	1	
		7	БР.ПМ-582.02.00.007	Циліндр	1	
		8	БР.ПМ-582.02.00.008	Поршень	1	
		9	БР.ПМ-582.02.00.009	Шток	1	
		10	БР.ПМ-582.02.00.010	Прокладка	2	
		11	БР.ПМ-582.02.00.011	Кільце	2	
		12	БР.ПМ-582.02.00.012	Кільце	2	
		13	БР.ПМ-582.02.00.013	Тяга	1	
		14	БР.ПМ-582.02.00.014	Траверса	1	
		15	БР.ПМ-582.02.00.015	Важіль	3	
		16	БР.ПМ-582.02.00.016	Сегмент	3	
		17	БР.ПМ-582.02.00.017	Вісь	3	
		18	БР.ПМ-582.02.00.018	Вісь	3	
		19	БР.ПМ-582.02.00.019	Планка	6	

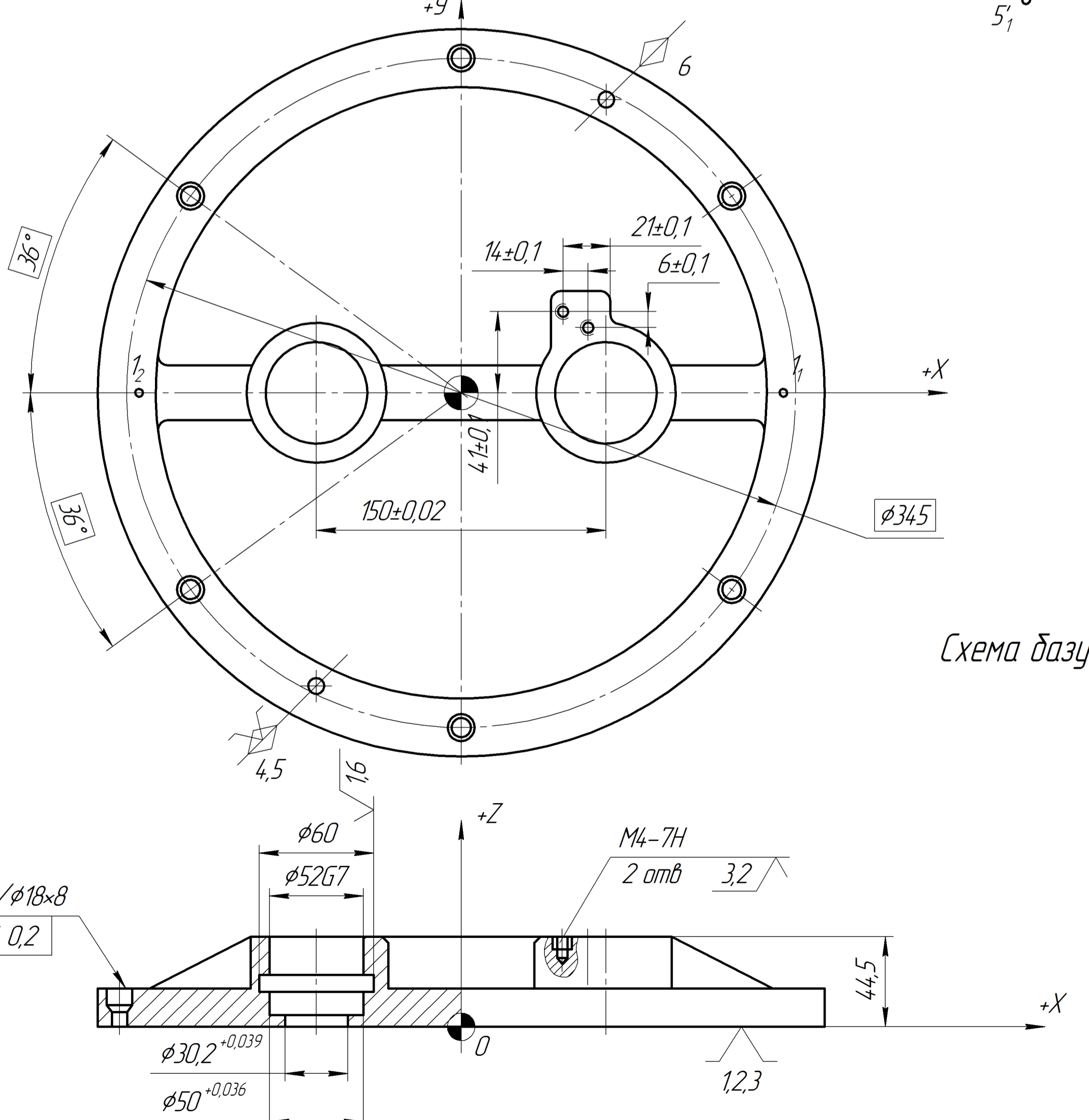
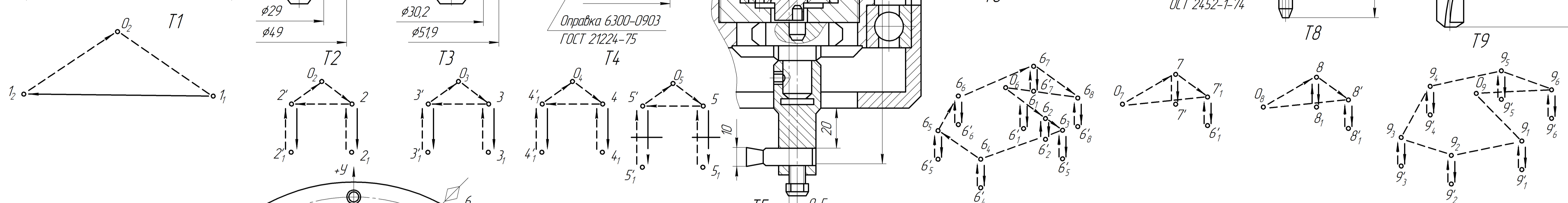
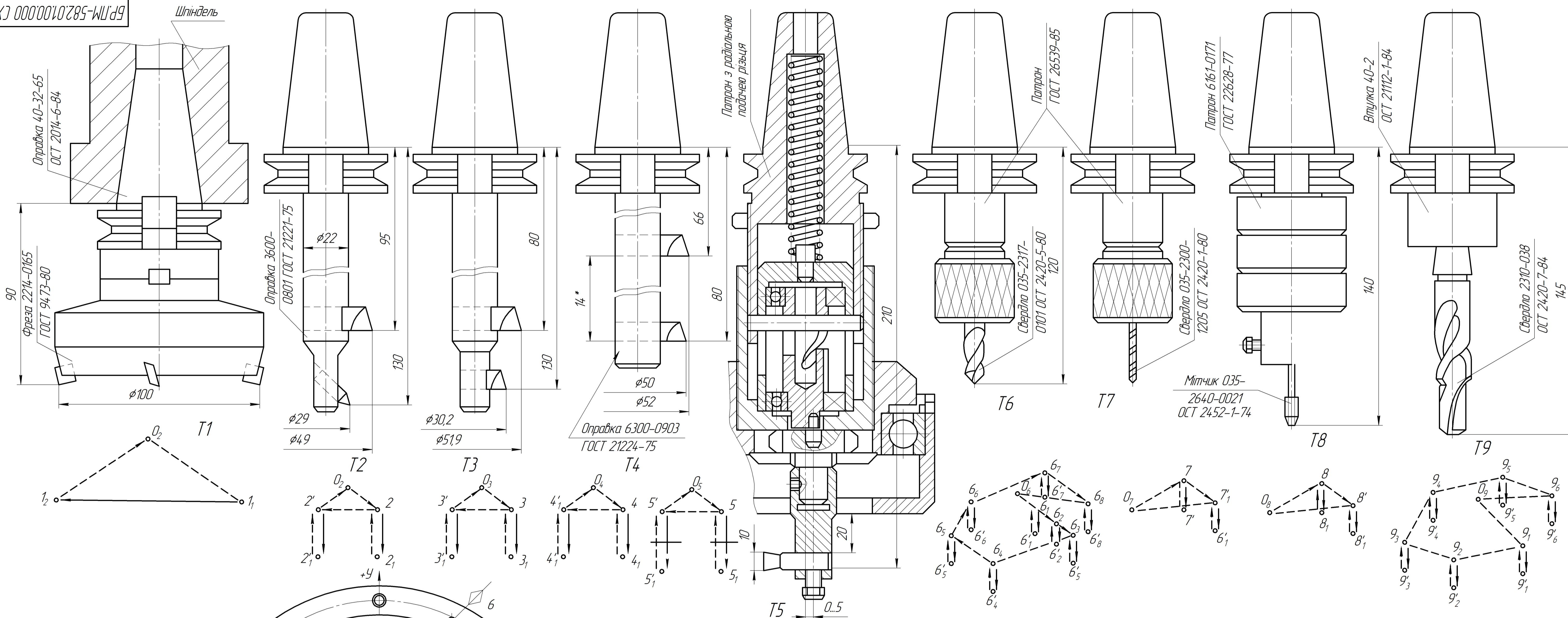
БР.ПМ-582.02.00.000 ПЗ

Зм.	Арк	№докум	Підпис	Дата
Розробив		Павлишин		
Перевір.		Врюкало		
Т.контр.		Врюкало		
Реценз.				
Затв.		Панчук		

Пристрій фрезерний

Літ.	Арк	Аркушів
Н	1	3

ПМ-23-1К

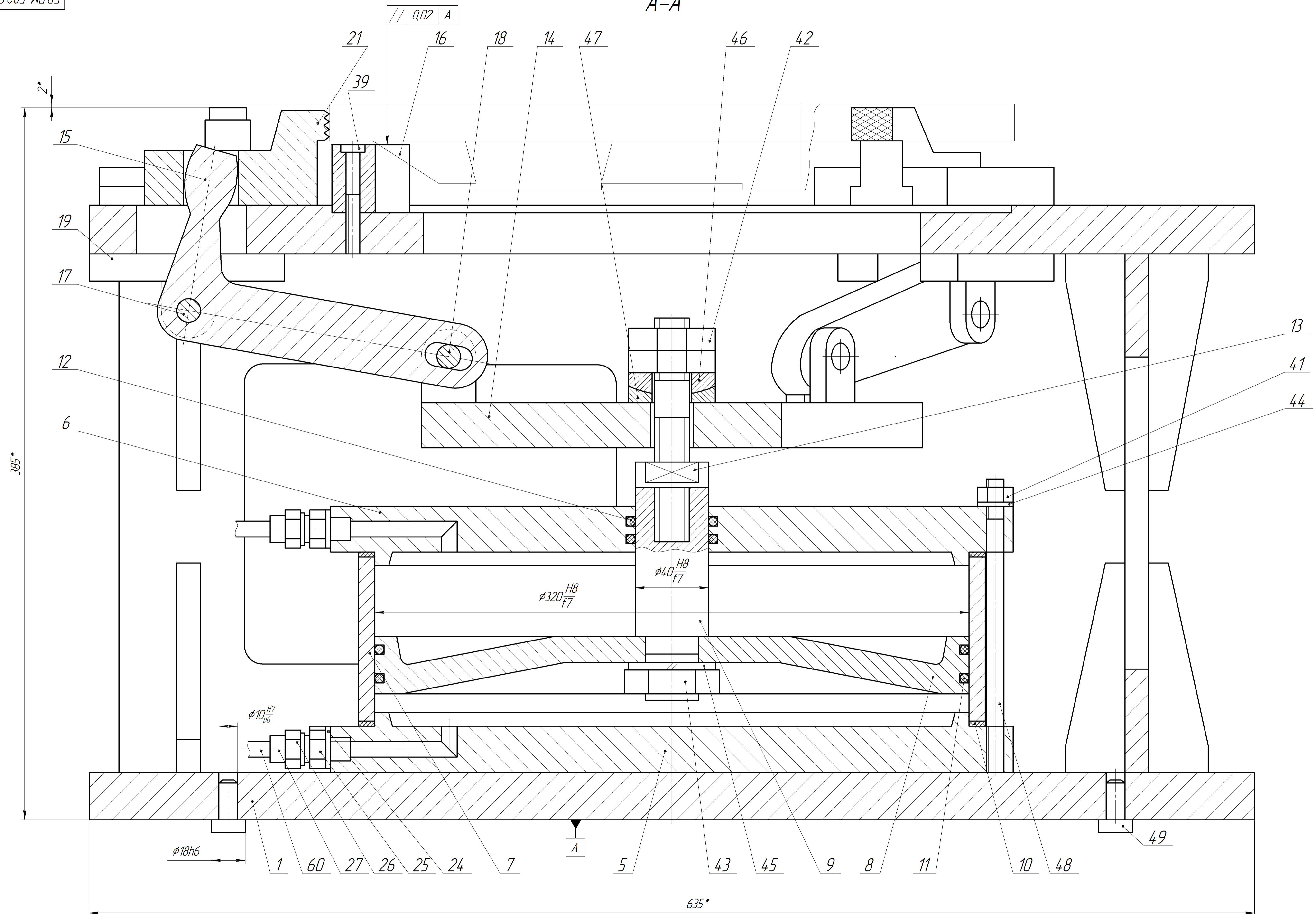


Координати опорних точок

№ точки	x, мм	y, мм	z, мм	И-п	№ точки	x, мм	y, мм	z, мм	И-п
0	0	0	0	-	6 ₄	0	+172,5	+15	T6
0'	0	0	+200	T1	6 ₅	-139,5	-101,39	+23	T6
1 ₁	-165	0	+44,5	T1	6 ₅	-139,5	-101,39	+15	T6
1 ₂	-165	0	+44,5	T1	6 ₆	-139,5	+101,39	+23	T6
0 ₂	0	0	+200	T2	6 ₆	-139,5	+101,39	+15	T6
2	+71,25	0	+45	T2	6 ₇	0	+172,5	+23	T6
2 ₁	+71,25	0	0	T2	6 ₇	0	+172,5	+15	T6
2 ₂	-71,25	0	+45	T2	6 ₈	+130,5	+101,39	+23	T6
2 ₁	-71,25	0	0	T2	6 ₈	+139,5	+101,39	+15	T6
0 ₃	0	0	+200	T3	0 ₇	0	0	+180	T7
3	+71,25	0	+45	T3	7	+121,5	+21	+45	T7
3 ₁	+71,25	0	0	T3	7 ₁	+121,5	+21	+32,5	T7
3 ₂	-71,25	0	+45	T3	7 ₂	+135,5	+15	+45	T7
3 ₁	-71,25	0	0	T3	7 ₁	+135,5	+15	+32,5	T7
0 ₄	0	0	+200	T4	0 ₈	0	0	+200	T8
4	+71,25	0	+45	T4	8	+121,5	+21	+45	T8
4 ₁	+71,25	0	0	T4	8 ₁	+121,5	+21	+36,5	T8
4 ₂	-71,25	0	+45	T4	8 ₁	+135,5	+15	+45	T8
4 ₁	-71,25	0	0	T4	0 ₉	+135,5	+15	+36,5	T8
0 ₅	0	0	+180	T5	9	0	0	+200	T9
5	+71,25	0	+14,5	T5	9 ₁	+139,5	-101,39	+23	T9
5 ₁	+71,25	0	+14,5	T5	9 ₁	+139,5	-101,39	0	T9
5 ₂	-71,25	0	+14,5	T5	9 ₂	0	-172,5	+23	T9
5 ₁	-71,25	0	+14,5	T5	9 ₂	0	-172,5	0	T9
0 ₆	0	0	+200	T6	9 ₃	-139,5	-101,39	+23	T9
6 ₁	+121,5	0	+47	T6	9 ₃	-139,5	-101,39	0	T9
6 ₂	+121,5	0	+4,15	T6	9 ₄	-139,5	+101,39	+23	T9
6 ₃	+135,5	0	+47	T6	9 ₄	-139,5	+101,39	0	T9
6 ₂	+135,5	0	+4,15	T6	9 ₅	0	+172,5	+23	T9
6 ₃	+139,5	0	+23	T6	9 ₅	0	+172,5	0	T9
6 ₄	+139,5	0	+15	T6	9 ₆	+139,5	+101,39	+23	T9
6 ₅	0	0	+23	T6	9 ₆	+139,5	+101,39	0	T9

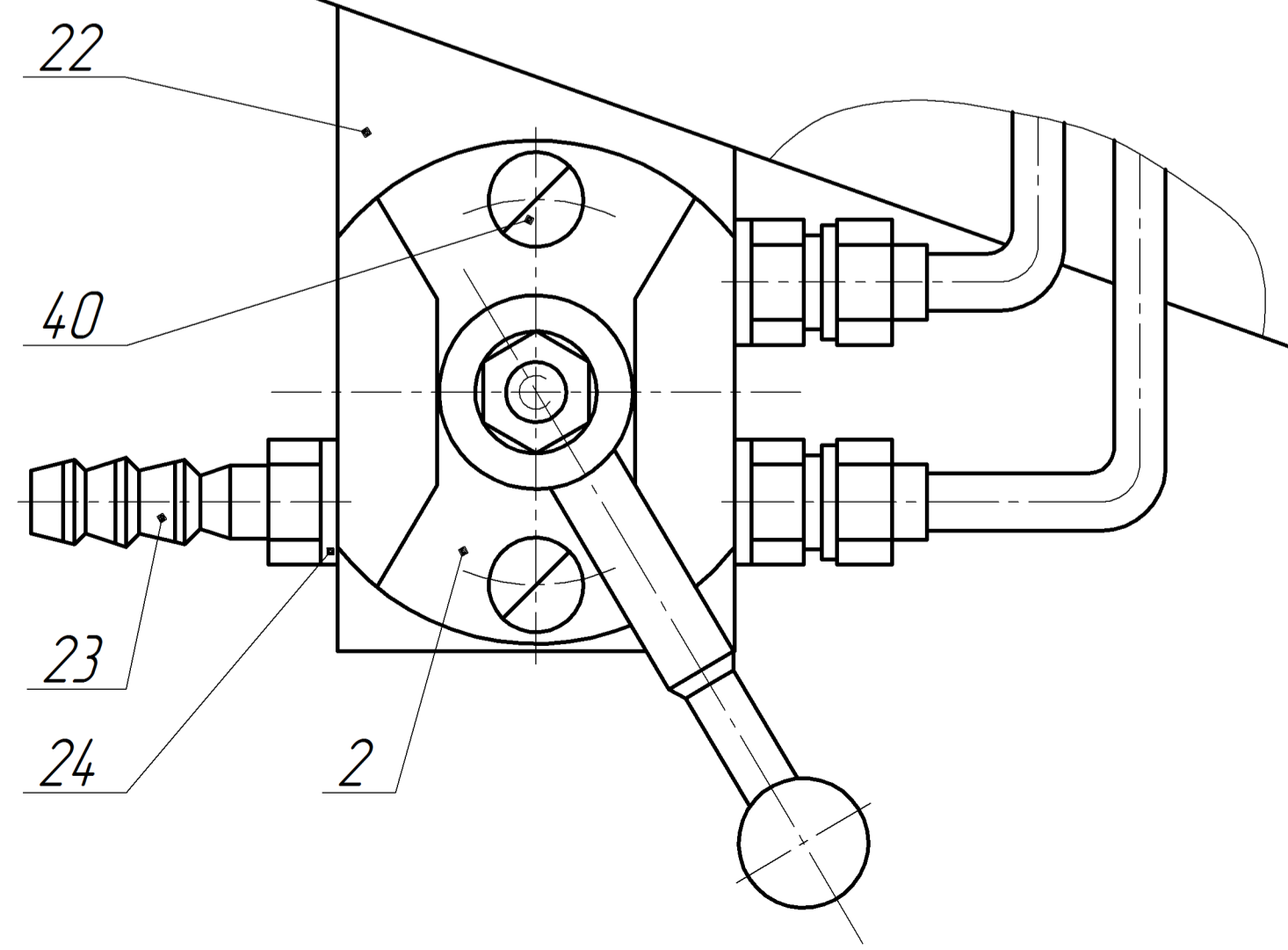
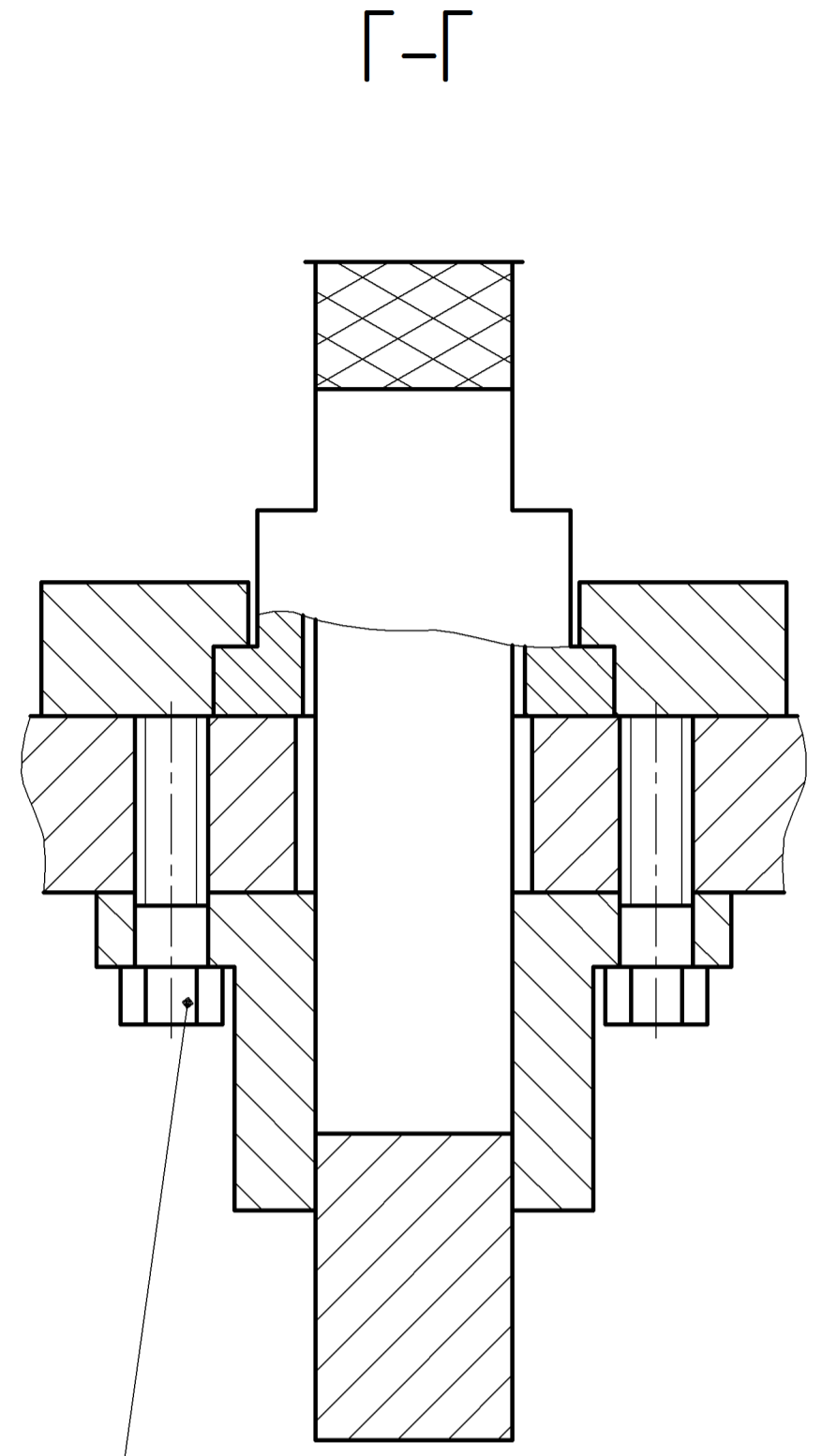
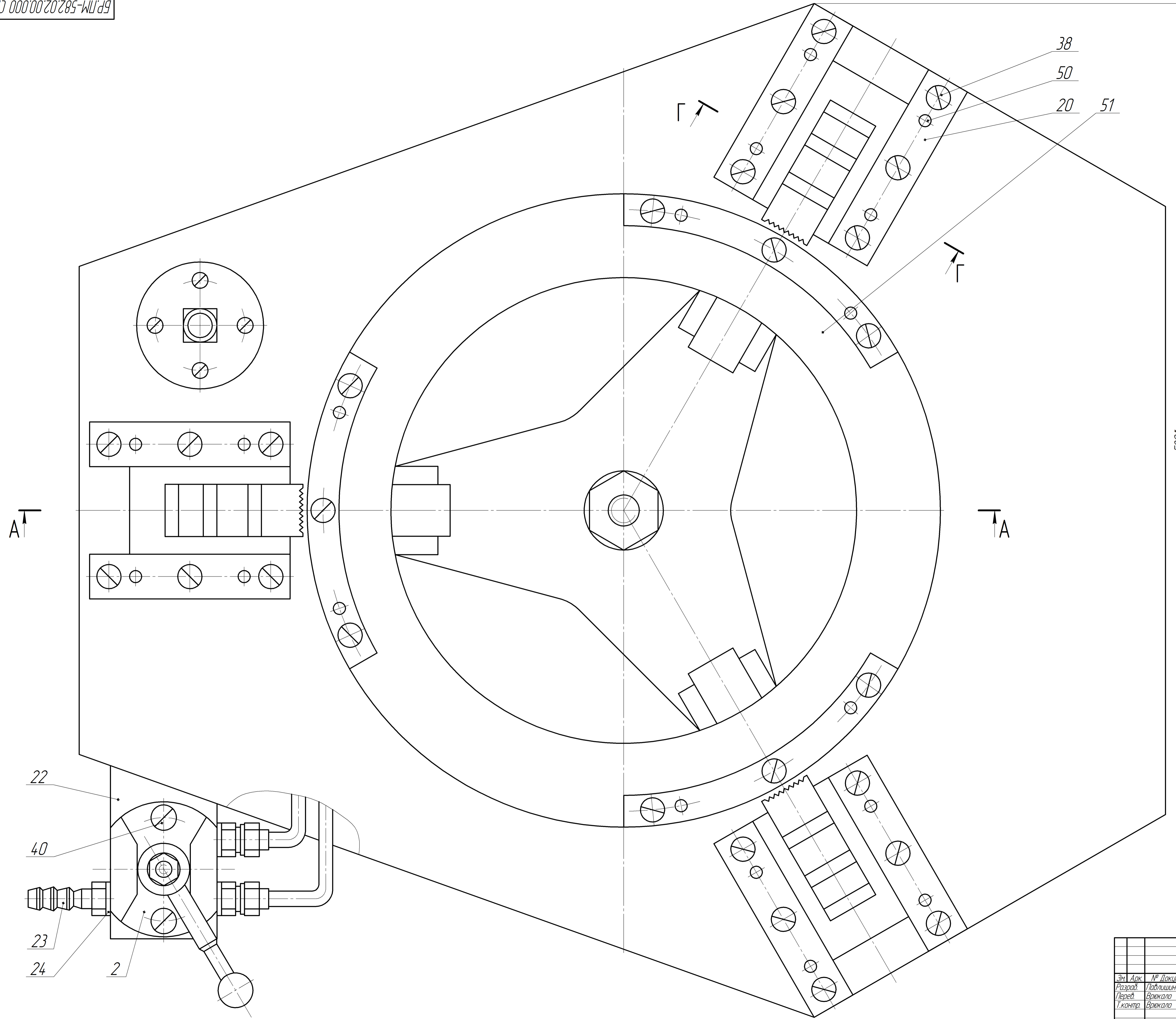
- // -	T9	23	182,5	9	406	0,9	16,6		
- // -	T8	6,5	362	0,7	517	0,07	-		
- // -	T7	28	270	1,65	2702	0,1	-		
- // -	T6	28	220	5	732	0,26	-		
- // -	T5	50	53	5	265	0,3	-		
- // -	T4	117,6	93,6	0,6	720	0,9	-		
- // -	T3	614	75,4	0,6	377	0,61	-		
- // -	T2	25	324	1,5	162	2,59	-		
21104Н7Ф4	T1	50,2	324	11	160	0,94	-		
Верстат	И-п	V _н	S _н	t _н	n _н	T _н	T _{шт.}		
		м/хв.	мм/хв.	мм	хв.	хв.	хв.		
БР.ПМ-582.01.00.000 СХ									
Карта налагоджень									
Зм. Арх.	№ Докм.	Підп.	Дата	Лит.	Маса	Масштаб			
Разроб.	Підписи			Н					
Перев.	Врахово			Архив	Архив	1			
Т.контр.	Врахово								
Н.контр.	Врахово								
Затв.	Ланчик								
ПМ-23-1К									

A-A



- 1. *Размір для довідок
- 2. Пристрій спроектовано на верстат мод. 6Р13.
- 3. Тиск повітря в магістралі $p=0,4$ МПа, сила тиску $Q=28938$ Н.
- 4. Маркувати: шифр пристрою; номер деталі; рік і місяць виготовлення.
- 5. **під щуп.

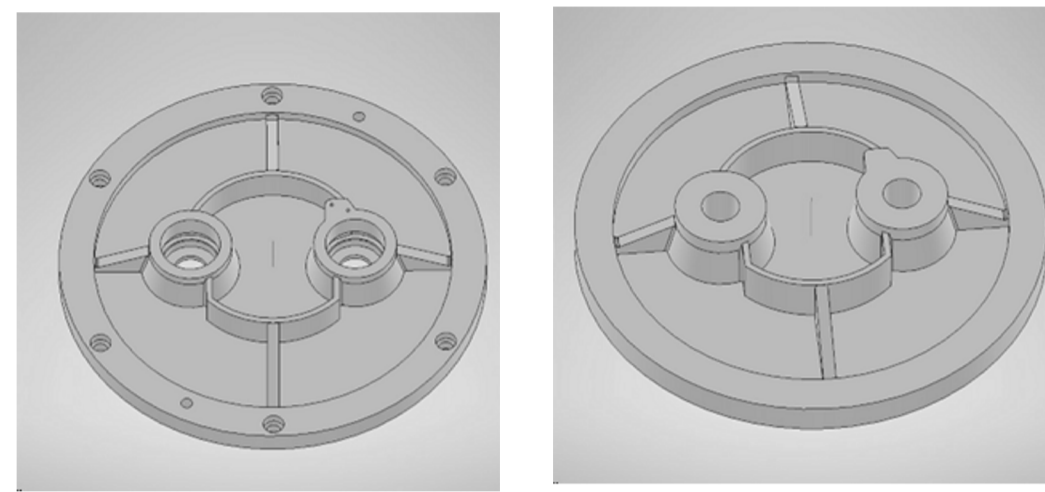
				БР.ПМ-582.02.00.000 СК		
				Пристрій для фрезерування		
Зм.	Арх.	№ Док.	Підп.	Дата	Лист	Маса
Разраб.	Людмил				Н	1:1
Перев.	Врако				Архив	Архив
Т.контр.	Врако					
Н.контр.	Врако					
Затв.	Ланчик					
						ПМ-23-1К



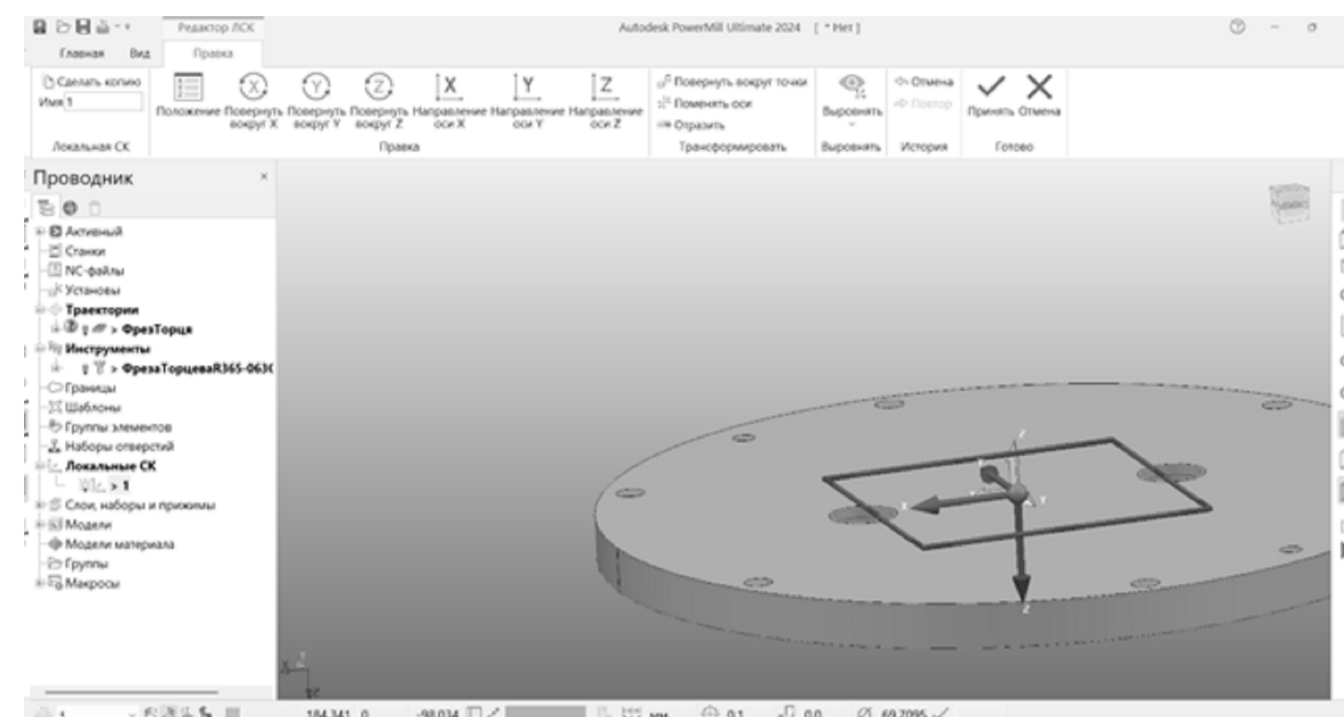
580*

35

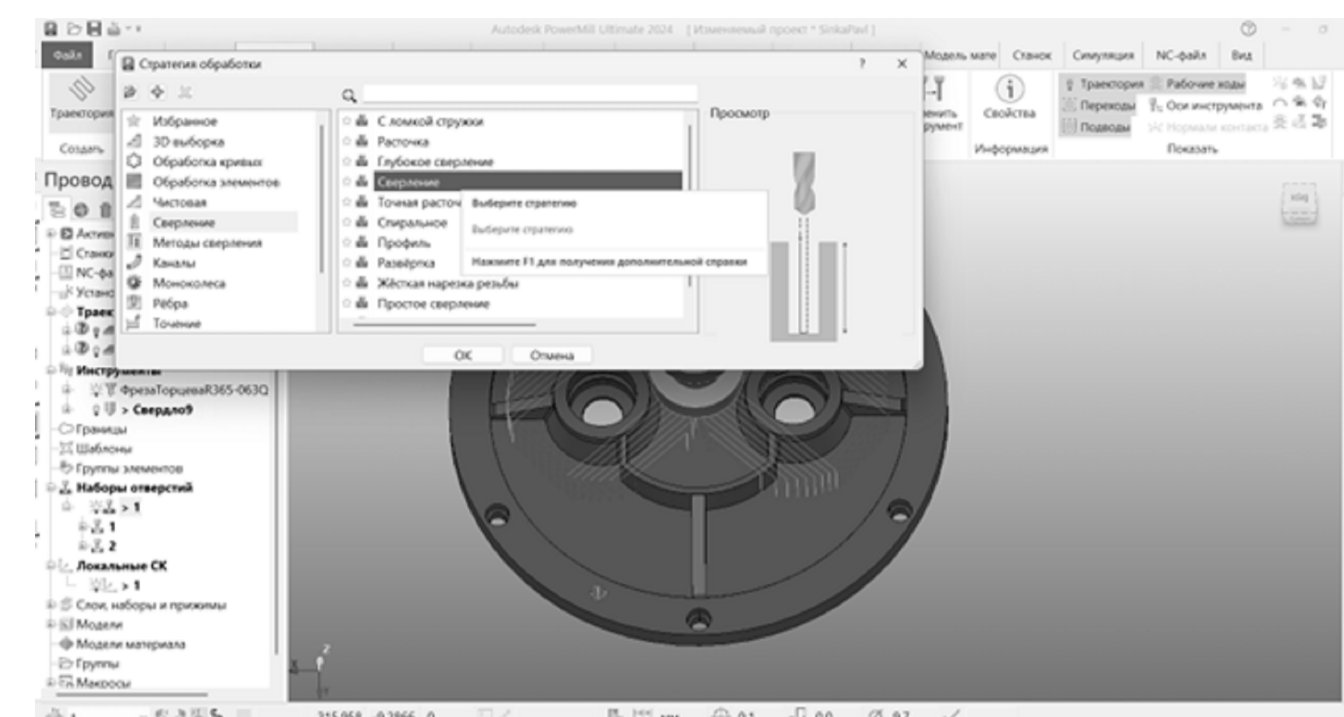
					БР.ПМ-582.02.00.000 СК		
					Пристрій для фрезерування		
Зм.	Арх.	№ Док.	Підп.	Дата	Лист	Маса	Масштаб
Разраб.		Поблмичин			Н		1:1
Перев.		Вракопал			Архив	Архив	1
Т.контр.		Вракопал			ПМ-23-1К		
Н.контр.		Вракопал					
Затв.		Ланчик					



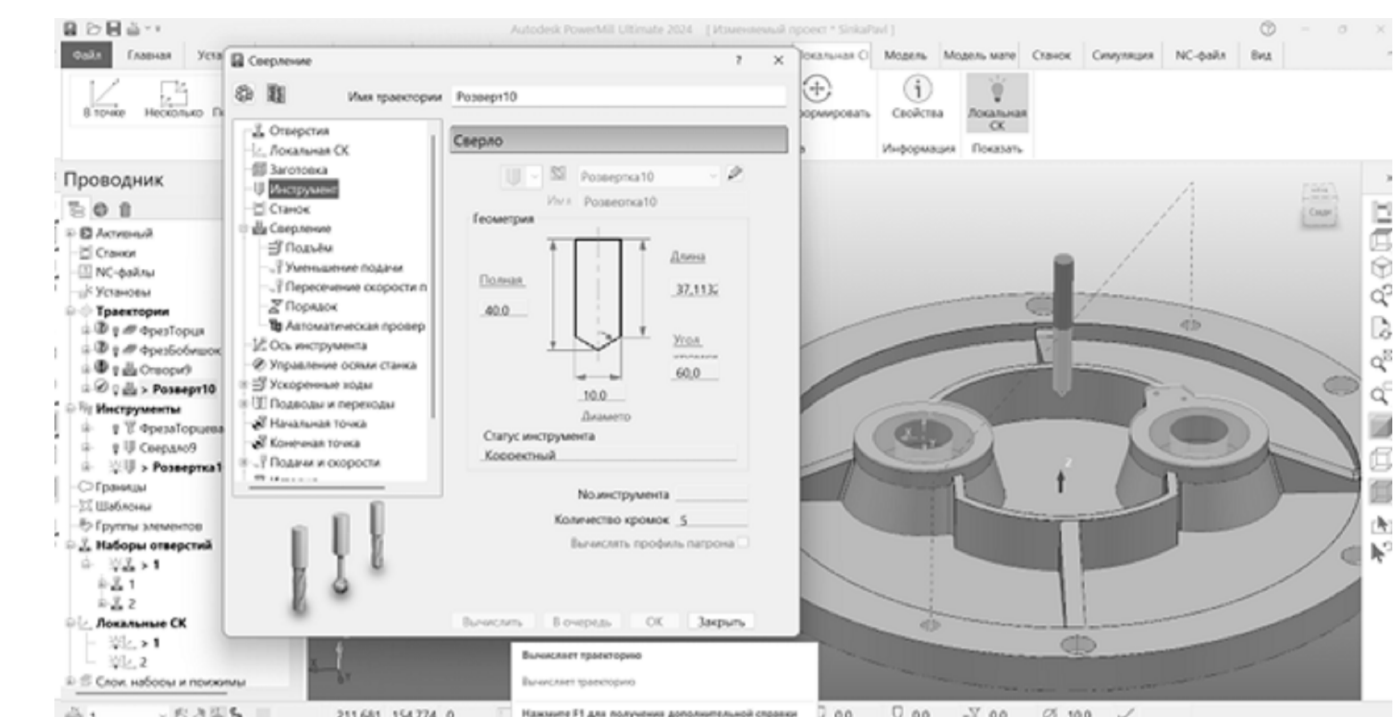
3D-моделі деталі та заготовки



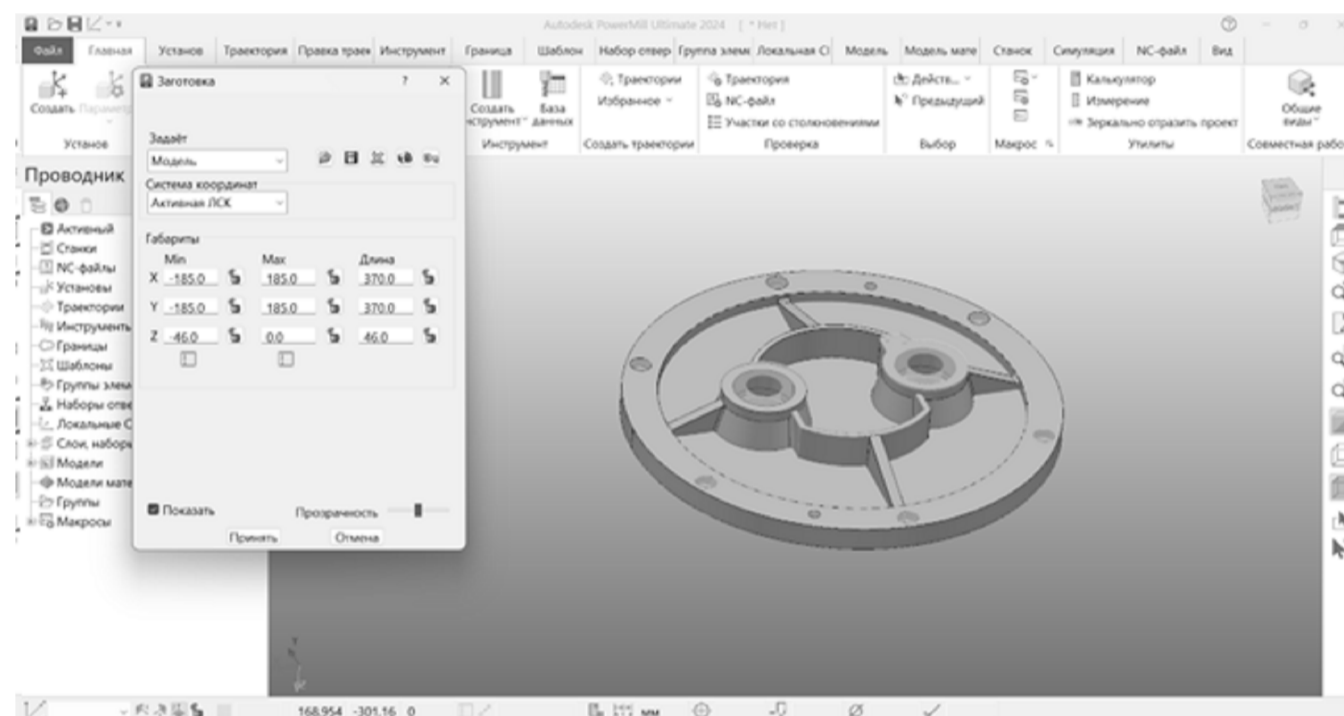
Створення локальної системи координат



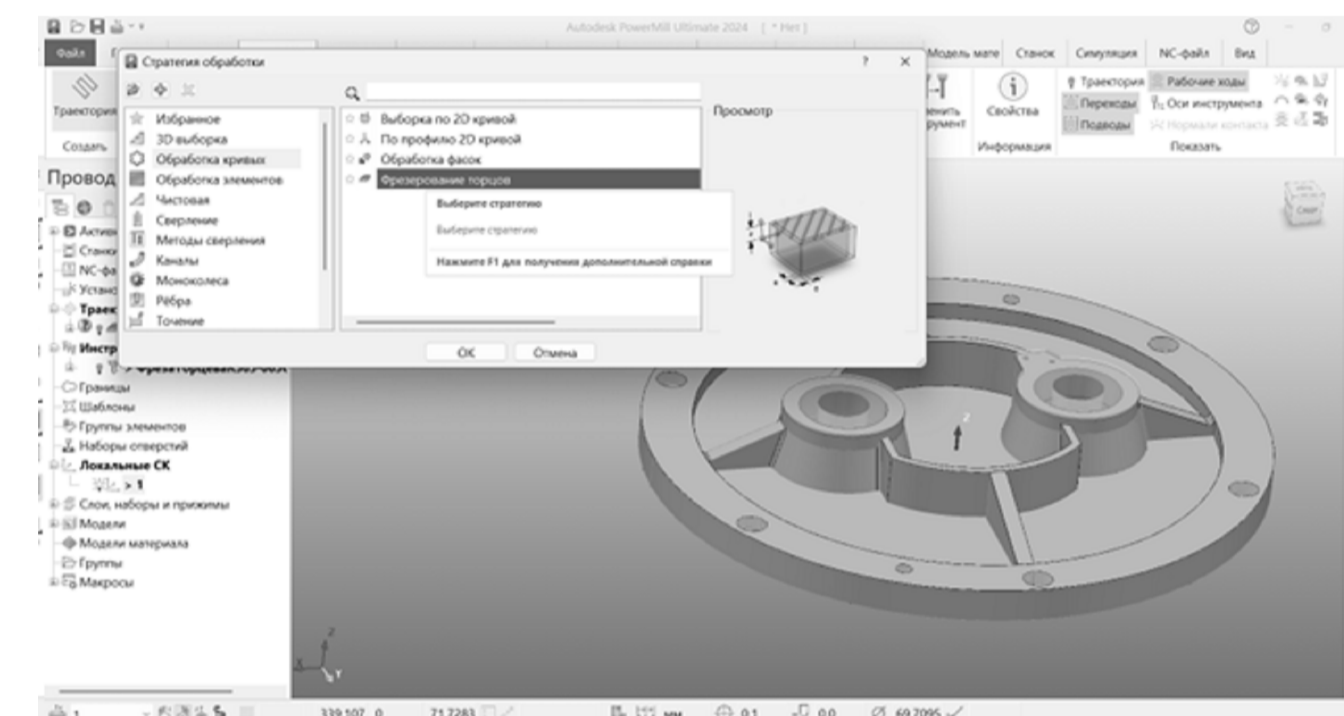
Вибір стратегії обробки



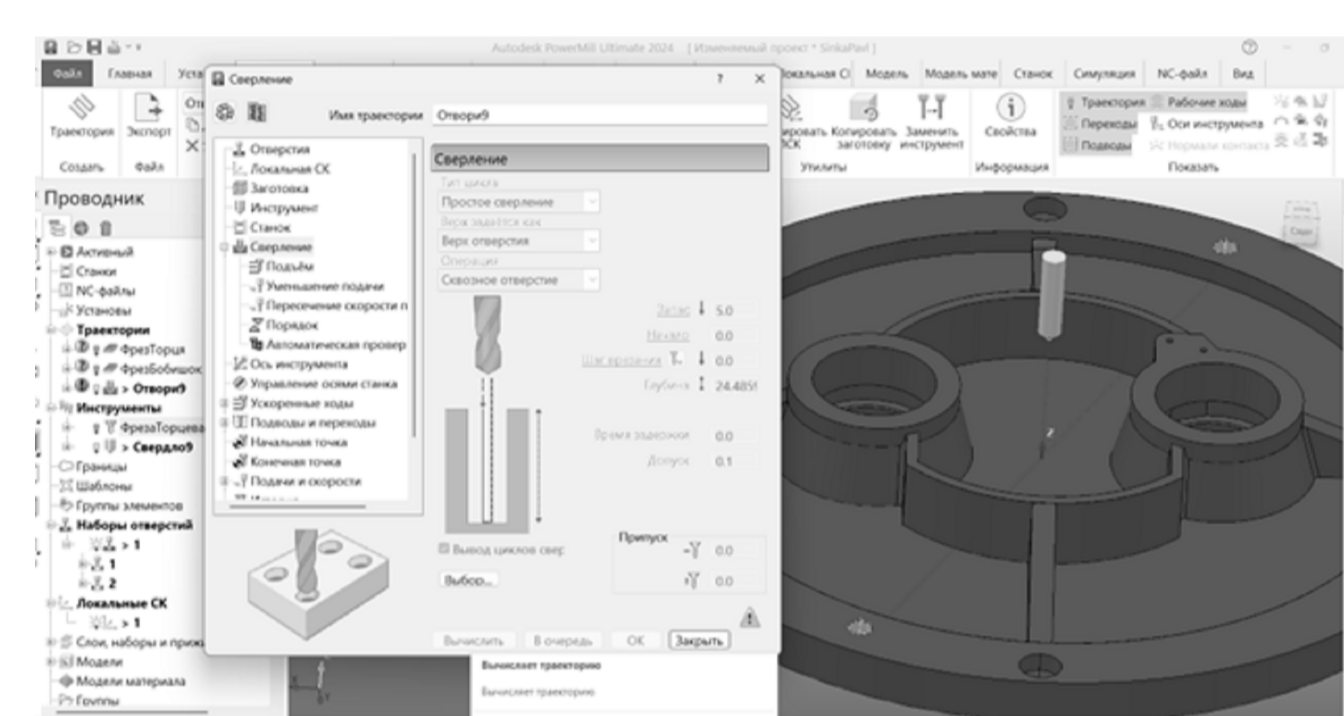
Проектування розвертання отвору



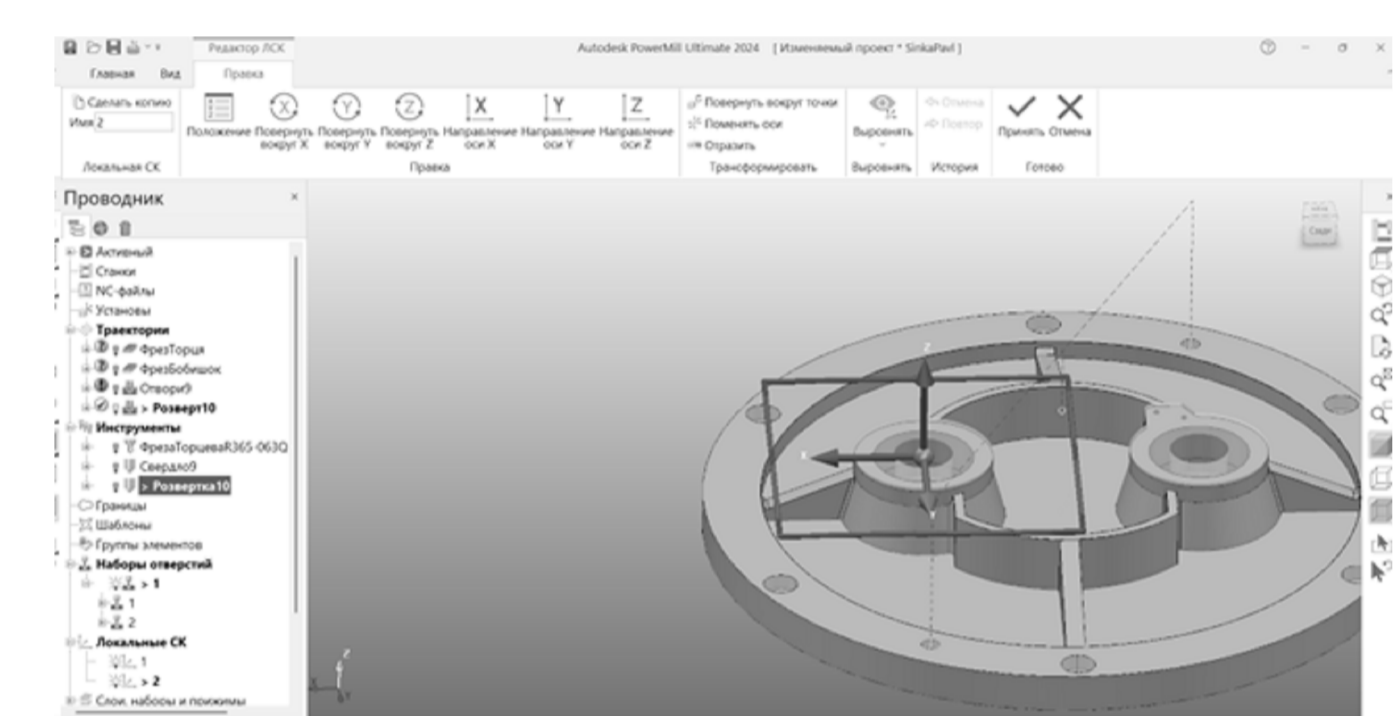
Імпортовані моделі деталі та заготовки



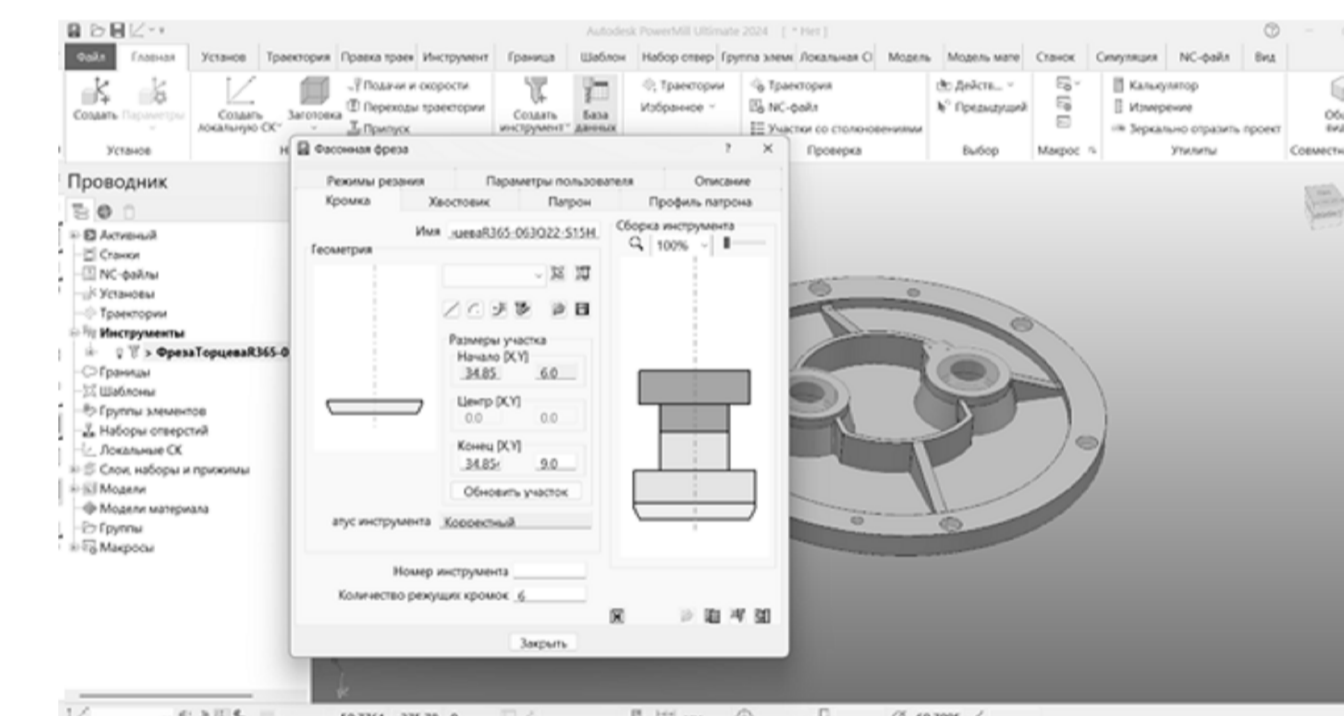
Вибір стратегії обробки



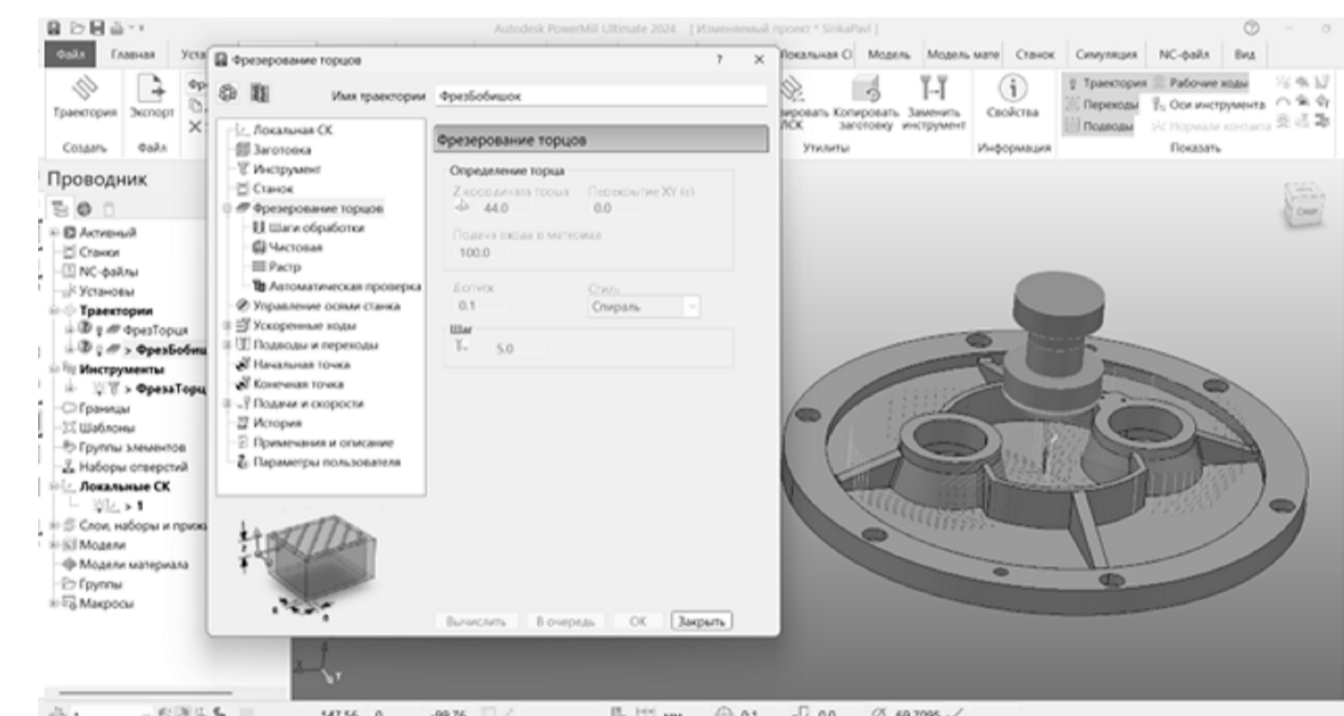
Проектування свердління отворів



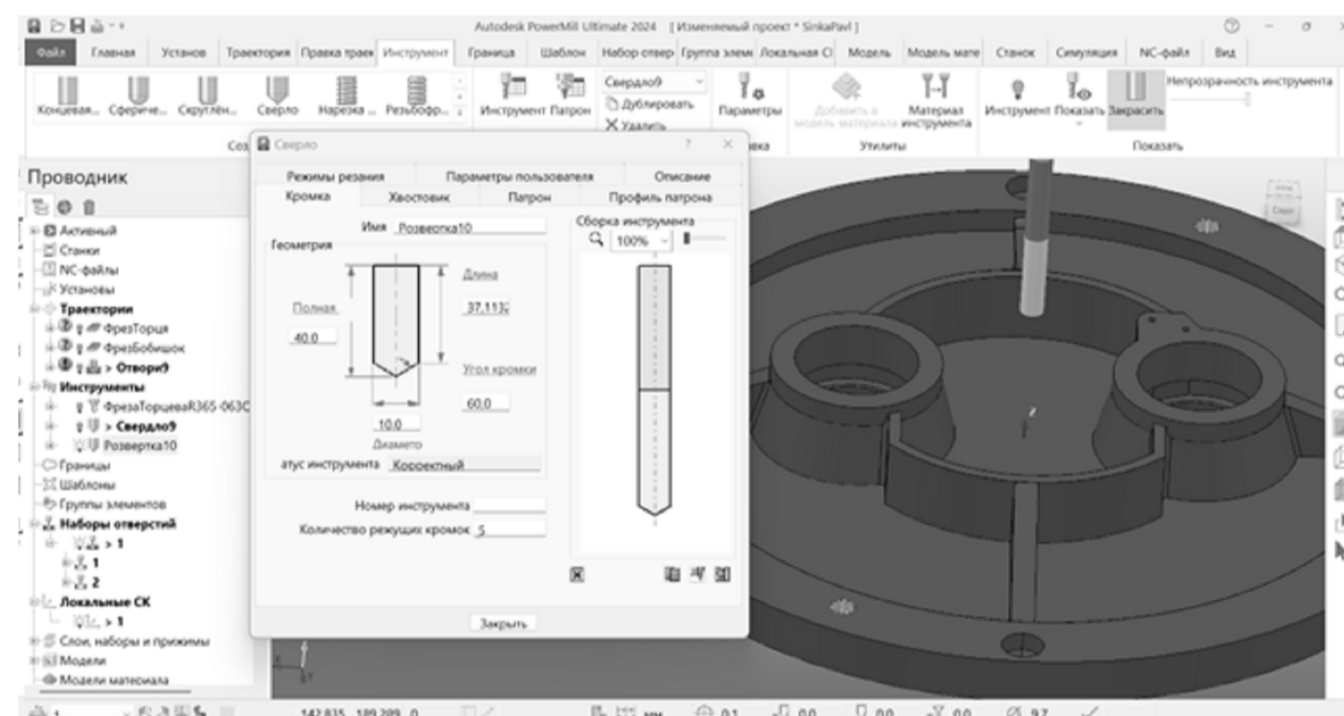
Створення локальної системи координат



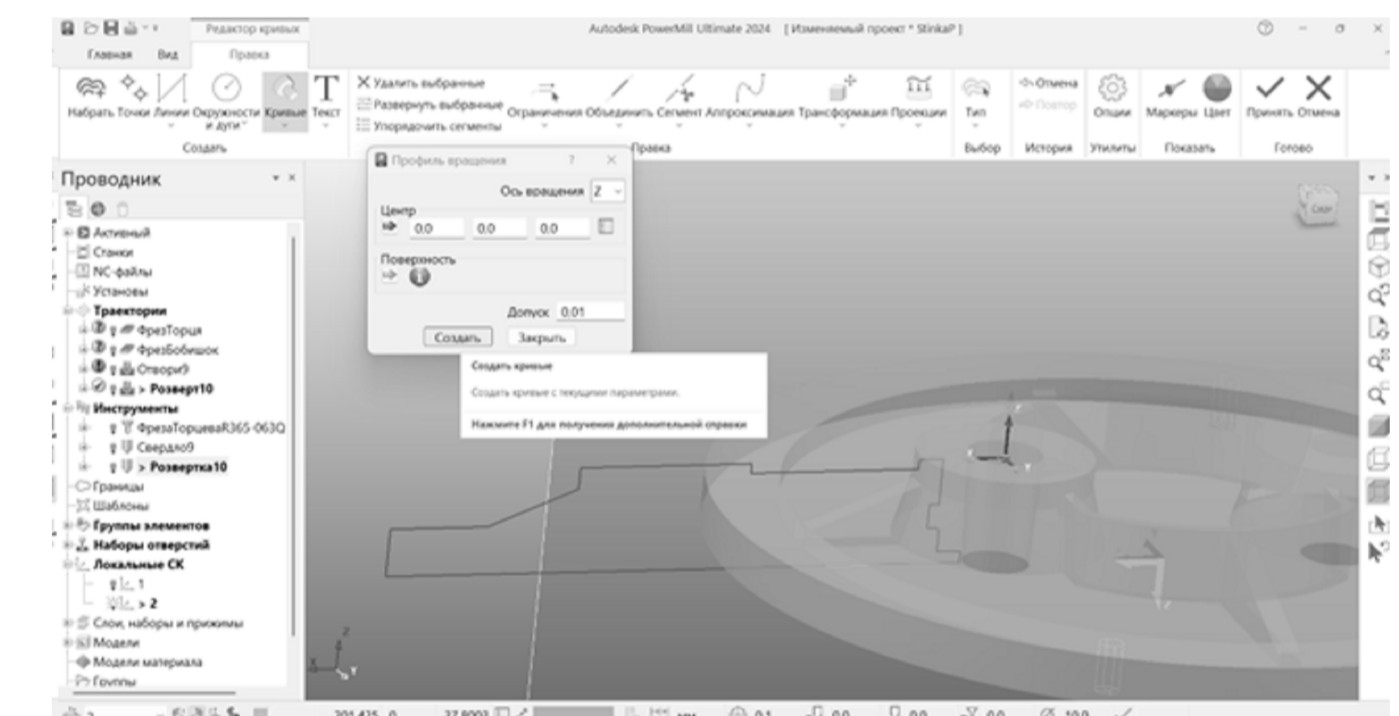
Створення моделі торцевої фрези



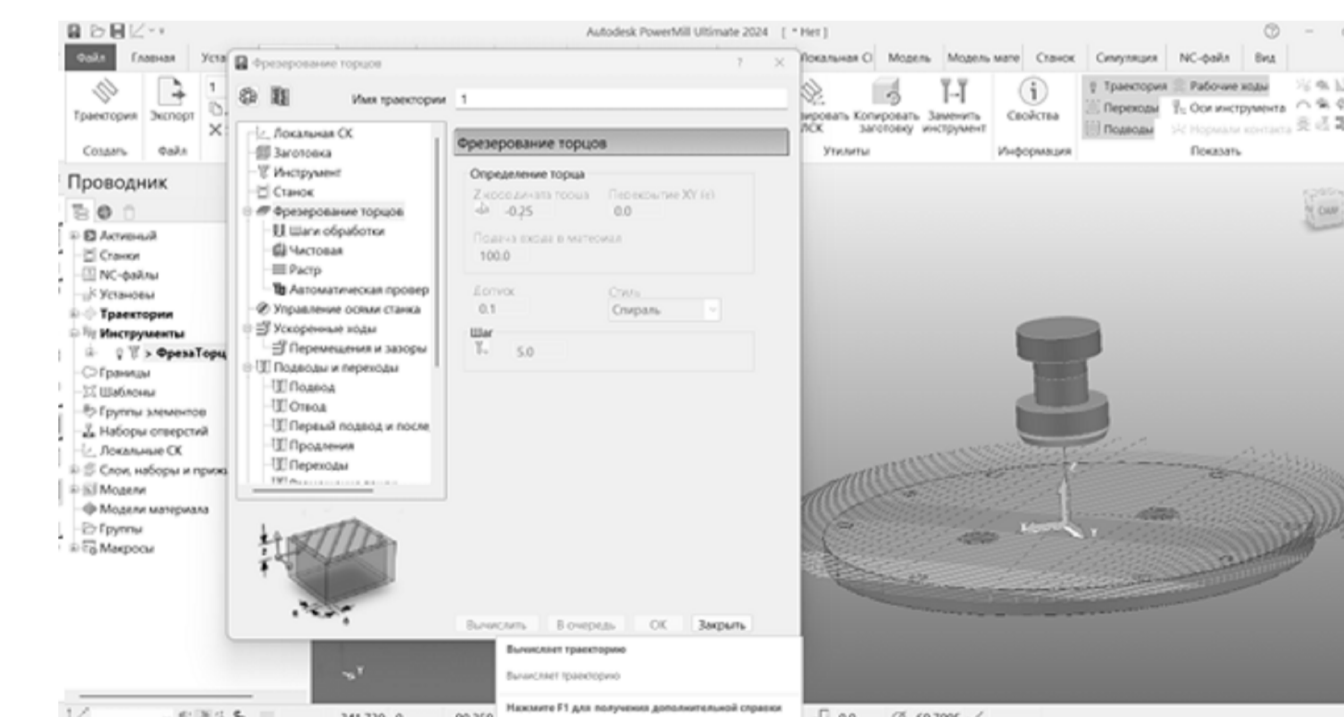
Проектування обробки торців бобишок



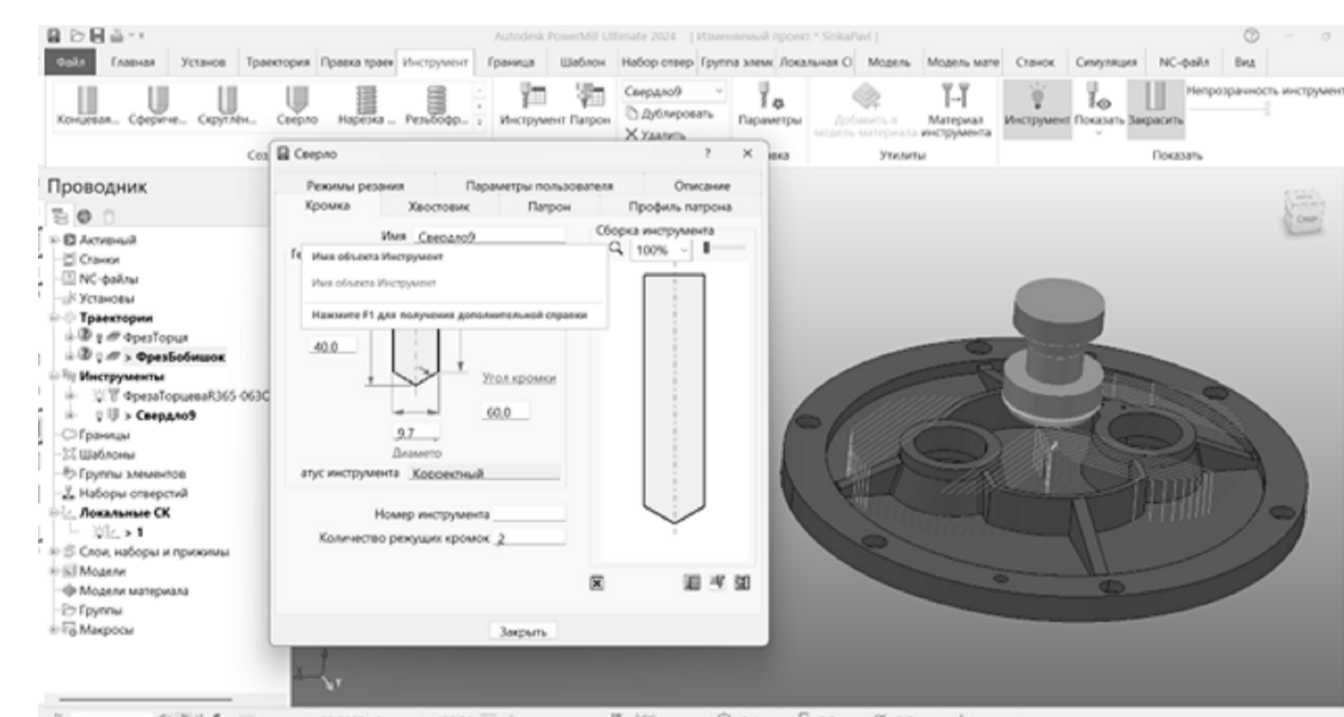
Створення моделі розвертки



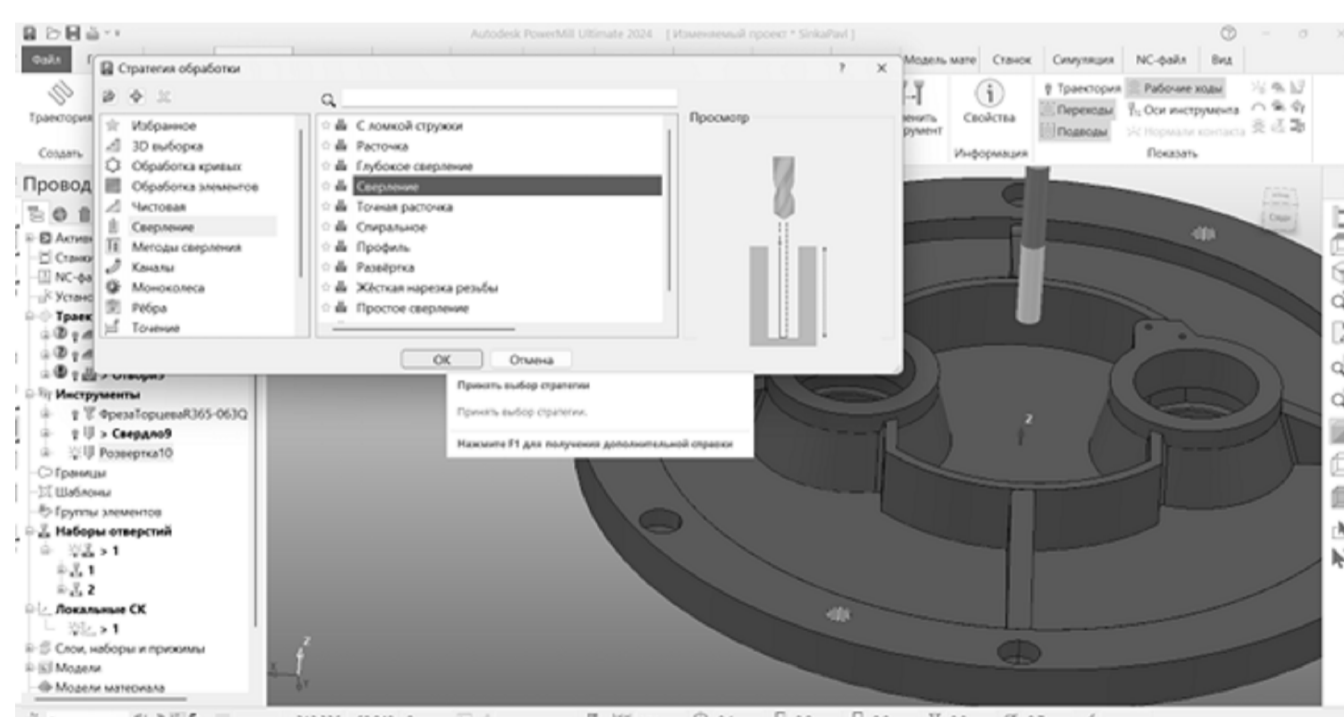
Створення профілю обертання



Проектування фрезерування торця

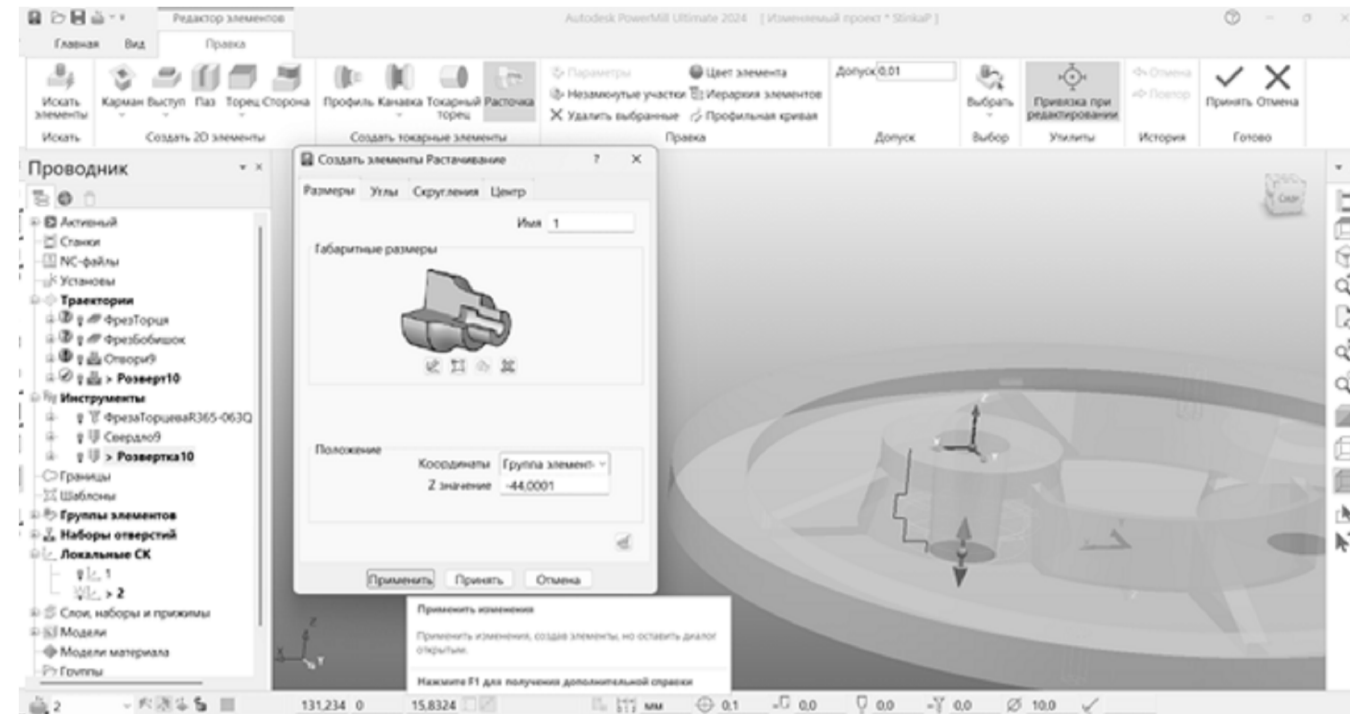


Створення моделі свердла

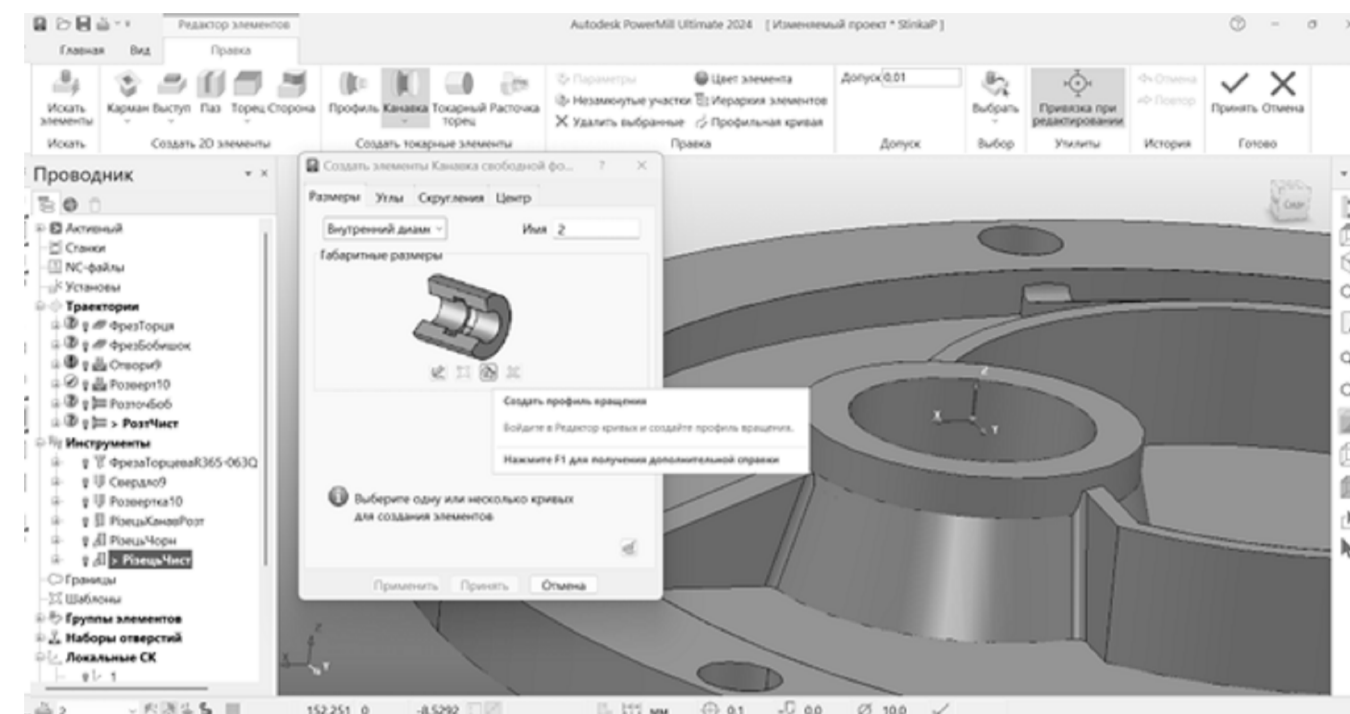


Вибір стратегії обробки

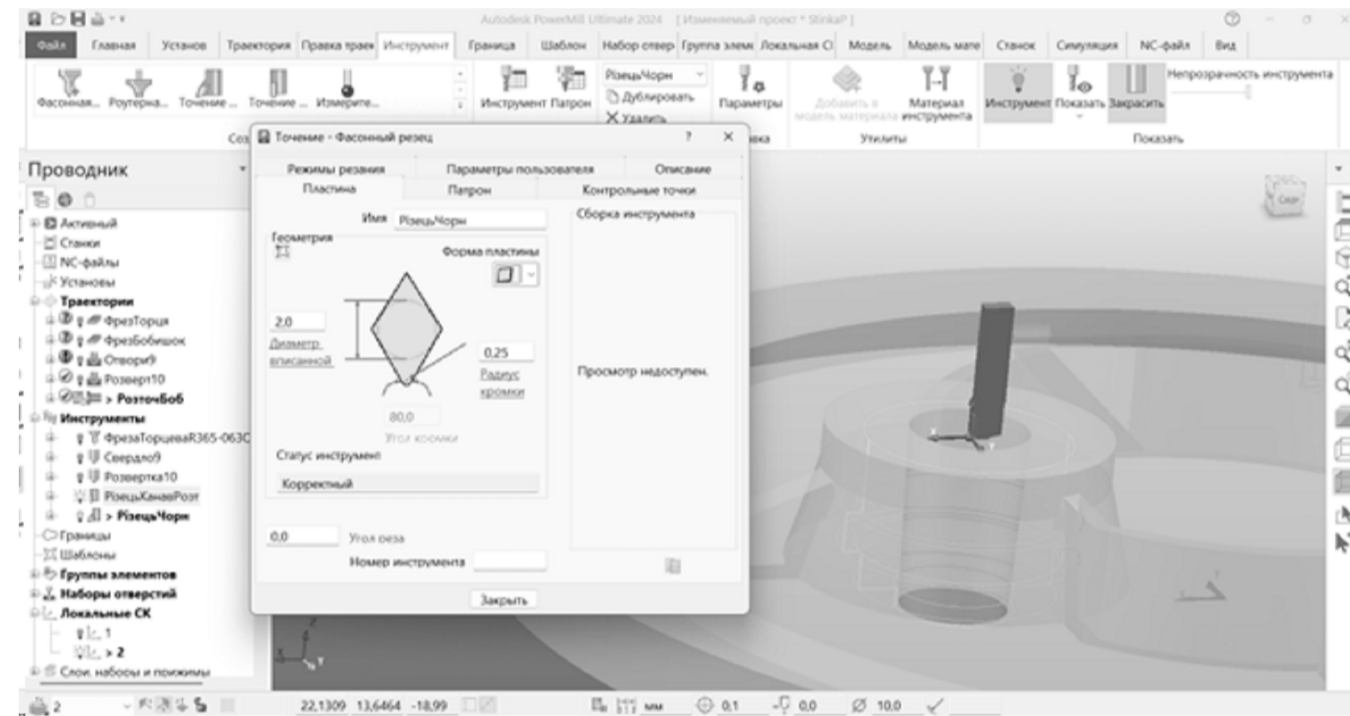
				БР.ПМ-582.03.00.000 СХ				
Зм.	Арх.	№ Докм.	Підп.	Дата	Схеми до керуючої програми з ЧПК	Лит	Маса	Масштаб
Разраб.	Лидишин					Н		-
Левоб.	Враколо				Архив	Архив	1	
Т.контр.	Враколо							
Н.контр.	Враколо							
Затв.	Личик							
						ПМ-23-1К		



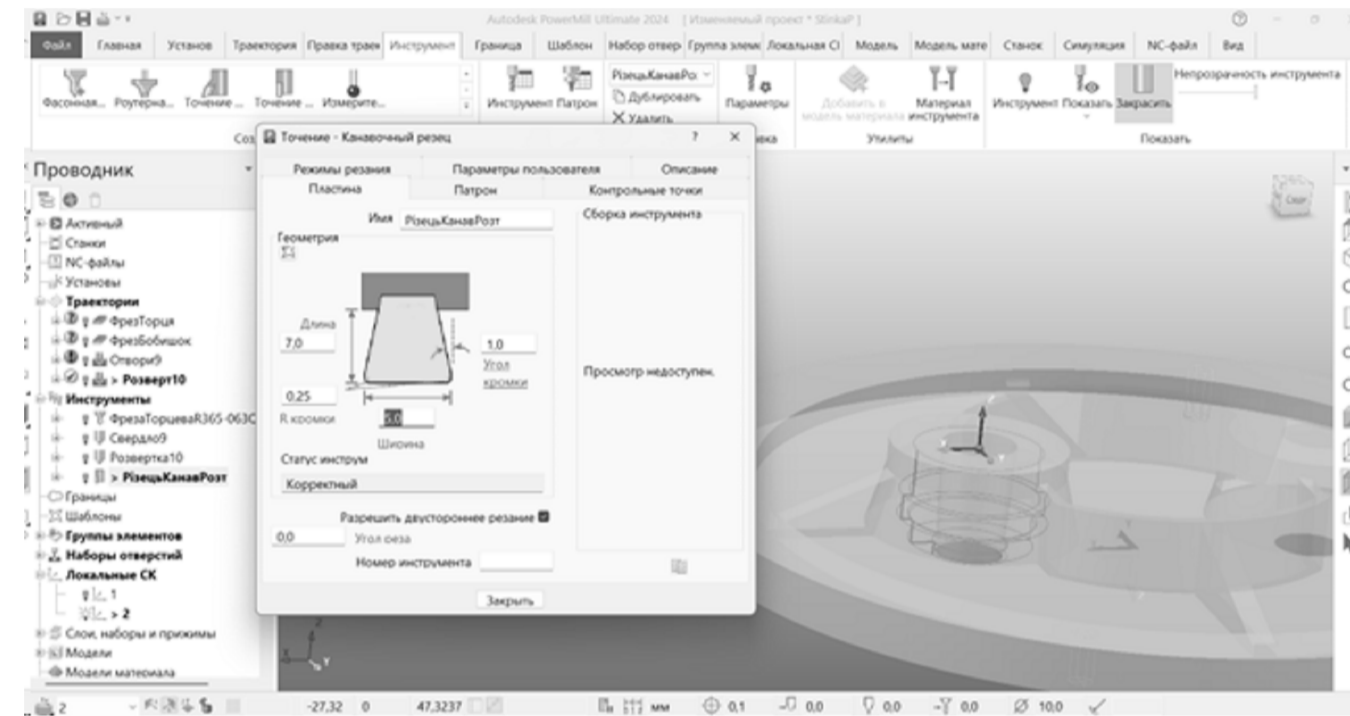
Створення елемента "Розточування"



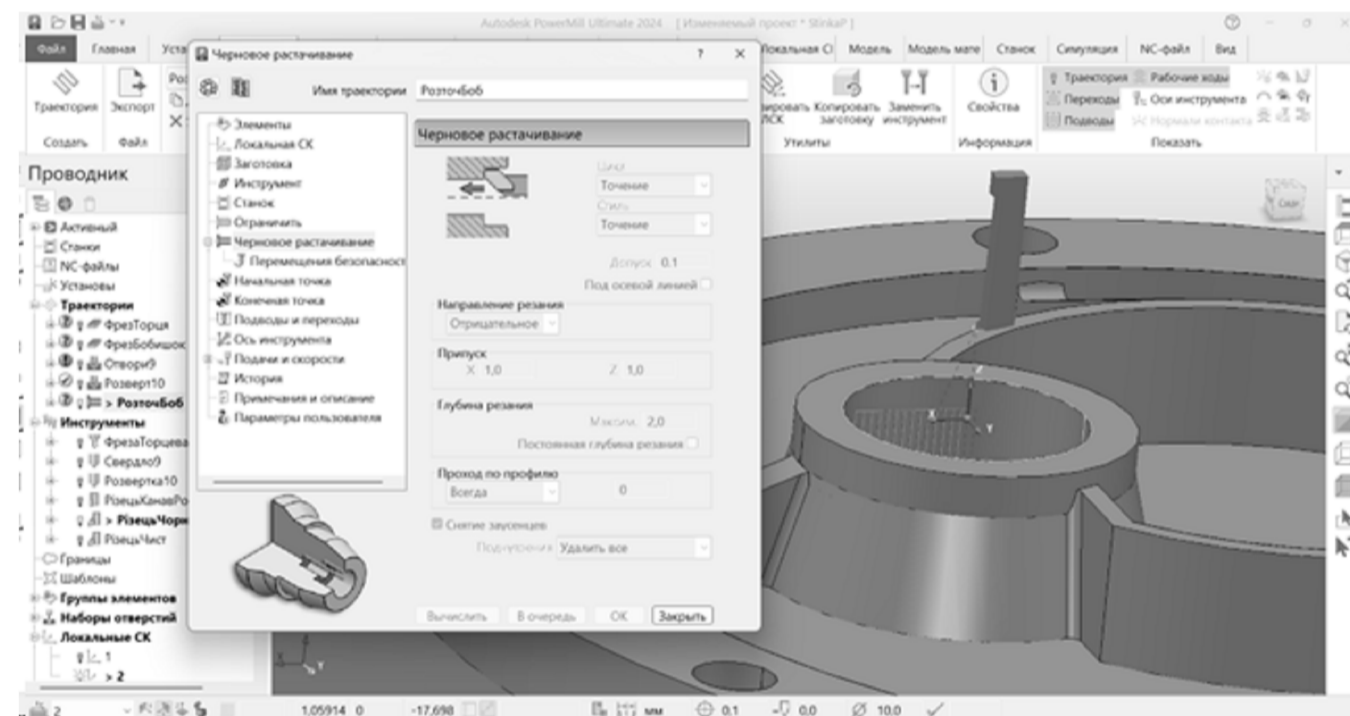
Створення елемента "Канавка"



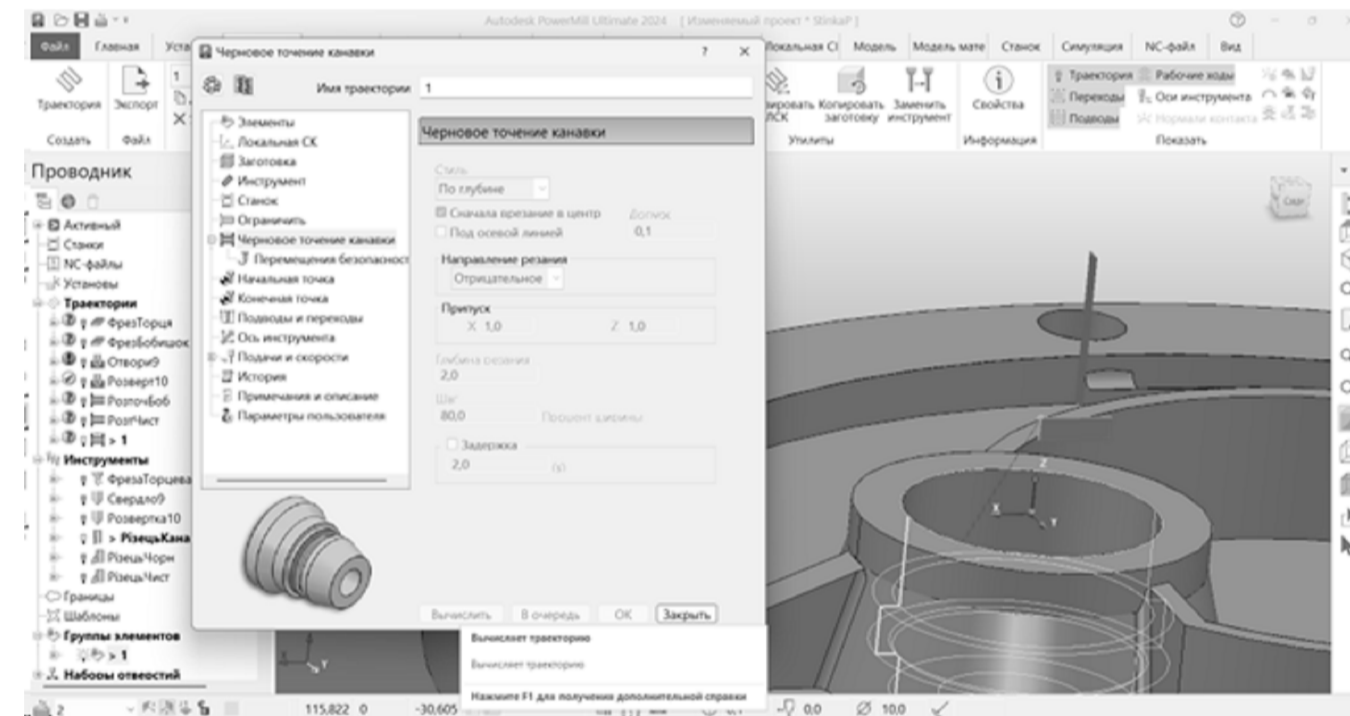
Створення моделі чорного різця



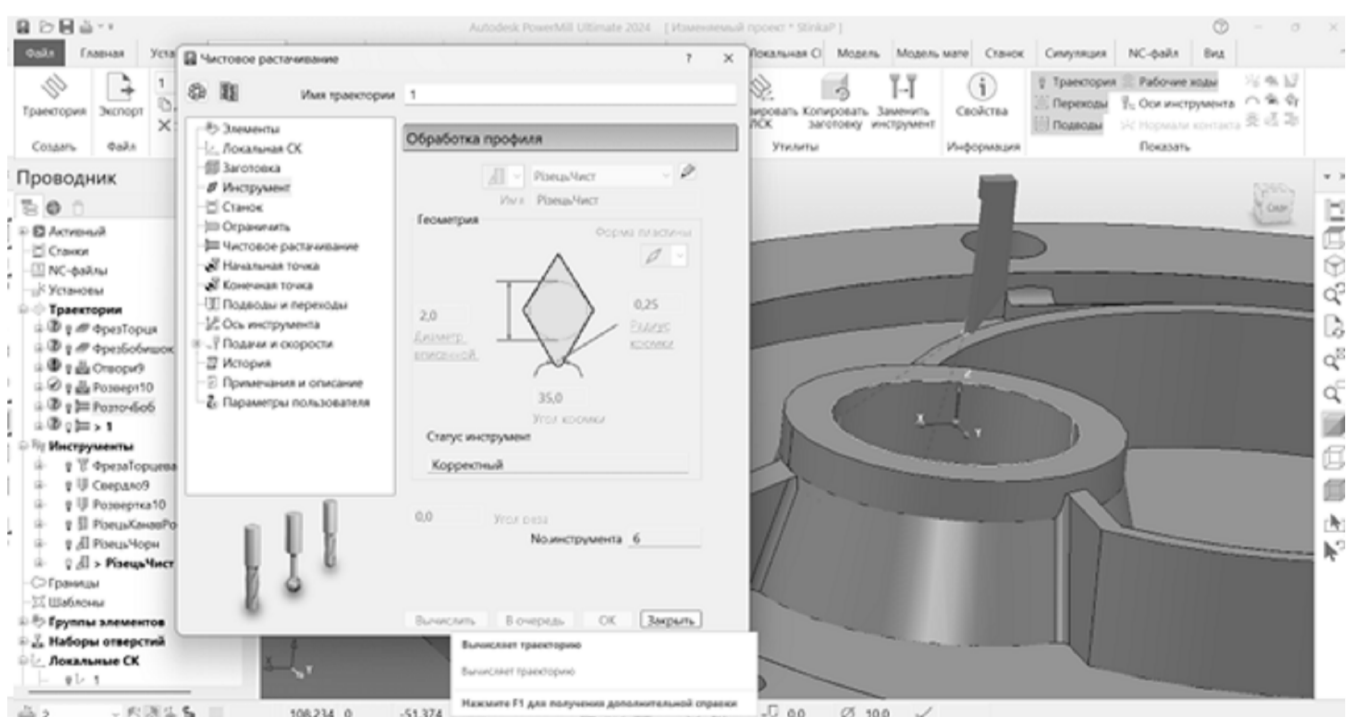
Створення моделі канавкового різця



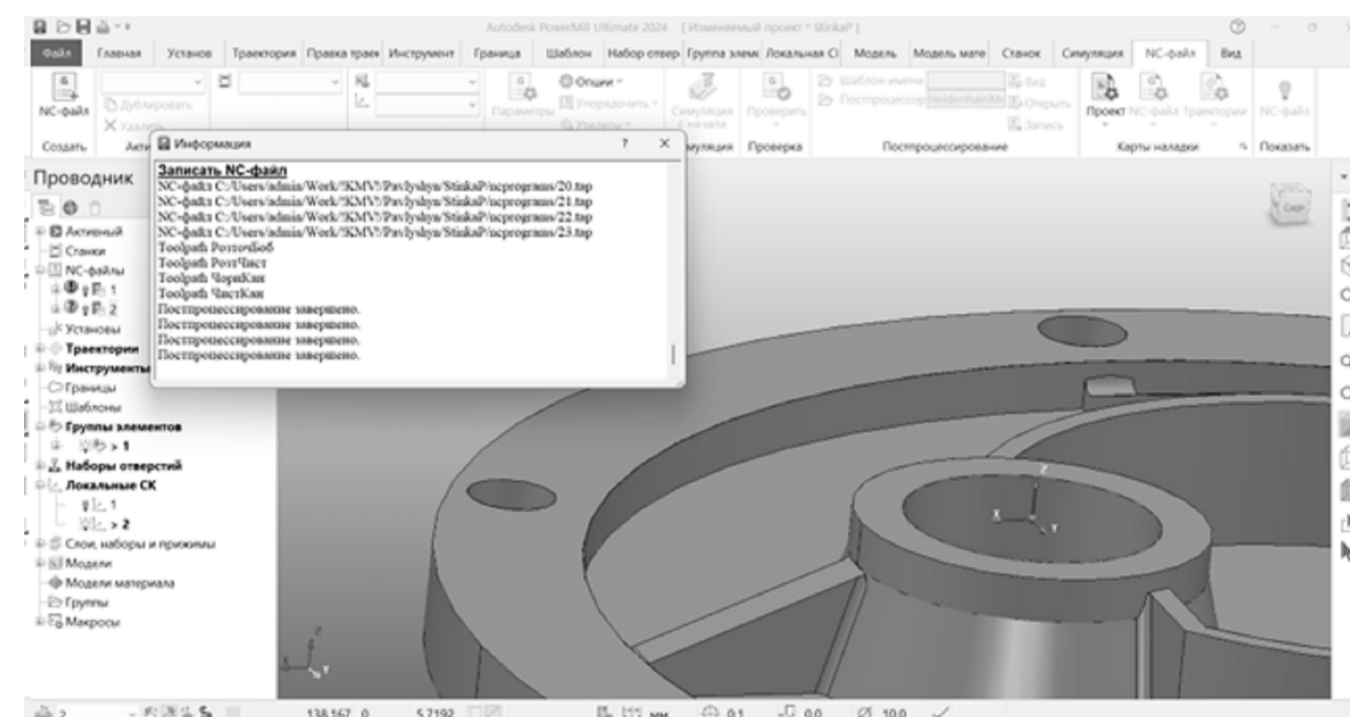
Проектування чорного розточування



Проектування чорного розточування канавки



Проектування чистового розточування



Запис файла керуючої програми

```

100 ; -----
101 ; NO. | ID | DIA. | TIP RAD | LENGTH
102 ; -----
103 ; |ФрезаТорцеваR365-063Q22-S15H|69.7095| 0.0 | 85.0
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 11 MM
105 ; PROGRAM NAME : 11
106 ; PART NAME : Стінка
107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-07 - 1:34:24
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 ; |ФрезаТорцеваR365-063Q22-S15H|69.7095| 0.0 | 85.0
118 ; -----
119 ;
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 7 MIN 20 SEC
122 ;
123 BLK FORM 0.1 Z X-256.25 Y-185.0 Z-44.0001
124 BLK FORM 0.2 X113.75 Y185.0 Z1.9999
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : ФрезБобишок
130 ; -----
131 ; PARAMETRIC FEEDRATE DEFINITION
132 Q1=500; PLUNGE FEED RATE
133 Q2=1000; CUTTING FEED RATE
134 Q3=3000; SKIM FEED RATE
135 ; FMAX USED FOR RAPID
136 ;
137 ; TOOL NO. : 1
138 ; TOOL TYPE : FORM
139 ; TOOL ID : ФрезаТорцеваR365-063Q22-S15H
140 ; TOOL DIA : 69.7095 LENGTH 85.0
141 ;
142 TOOL CALL 1 Z S1500 DL+0.0 DR+0.0
143 M03
144 L X-71.25 Y0.0 FMAX
145 L Z25.9999 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 Z-34.0001 R0 FQ3
151 L X63.0622 Y-32.0091
152 L Z-0.0001 FQ1
153 L X24.4566 Y-66.3105 FQ2
154 L Z-34.0001 FQ3
155 L X-63.0271 Y32.1218
156 L Z-0.0001 FQ1
157 L X-24.5292 Y66.3274 FQ2
158 L Z-34.0001 FQ3
159 L X67.2128 Y-21.7967
160 L Z-0.0001 FQ1
161 L X13.7319 Y-69.3149 FQ2
162 L Z-34.0001 FQ3
163 L X-67.177 Y21.91
164 L Z-0.0001 FQ1
165 L X-13.8441 Y69.2967 FQ2
166 L Z-34.0001 FQ3
167 L X69.3983 Y-13.3304
168 L Z-0.0001 FQ1
169 L X5.0529 Y-70.5018 FQ2

```

```

170 L Z-34.0001 FQ3
171 L X-69.3781 Y13.4298
172 L Z-0.0001 FQ1
173 L X-5.3108 Y70.3541 FQ2
174 L Z-34.0001 FQ3
175 L X70.4291 Y-5.89
176 L Z-0.0001 FQ1
177 L X-2.3068 Y-70.5164 FQ2
178 L Z-34.0001 FQ3
179 L X-70.2942 Y6.0913
180 L Z-0.0001 FQ1
181 L X2.2693 Y70.5645 FQ2
182 L Z-34.0001 FQ3
183 L X70.5579 Y0.749
184 L Z-0.0001 FQ1
185 L X-9.1725 Y-70.0921 FQ2
186 L Z-34.0001 FQ3
187 L X-70.695 Y-0.7893
188 L Z-0.0001 FQ1
189 L X9.0828 Y70.0939 FQ2
...
260 L Z-0.0001 FQ1
261 L X-72.1003 Y-7.0164 FQ2
262 L Z-34.0001 FQ3
263 L X-113.8987 Y-80.8259
264 L Z-0.0001 FQ1
265 L X-212.8846 Y7.0012 FQ2
266 L Z-34.0001 FQ3
267 L X-163.423 Y67.4881
268 L Z-0.0001 FQ1
269 L X-72.9672 Y-12.7705 FQ2
270 L Z-34.0001 FQ3
271 L X-108.4668 Y-79.1221
272 L Z-0.0001 FQ1
273 L X-212.029 Y12.7653 FQ2
274 L Z-34.0001 FQ3
275 L X-168.6927 Y65.6404
276 L Z-0.0001 FQ1
277 L X-74.2191 Y-18.183 FQ2
278 L Z-34.0001 FQ3
279 L X-103.4814 Y-77.0223
280 L Z-0.0001 FQ1
281 L X-210.7819 Y18.1822 FQ2
282 L Z-34.0001 FQ3
283 L X-173.645 Y63.5111
284 L Z-0.0001 FQ1
285 L X-75.7863 Y-23.3158 FQ2
286 L Z-34.0001 FQ3
287 L X-71.25 Y0.0
288 L Z25.9999
289 ; -----
290 ; END TOOLPATH : ФрезБобишок
291 ; -----
292 M09
293 M05
294 L M140 MBMAX FMAX
295 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
296 CYCL DEF 32.1
297 CYCL DEF 32.2
298 M30
299 END PGM 11 MM

```

				БР.ПМ-582.03.00.000 СХ				
Зм.	Арх.	№ Докм.	Підп.	Дата	Схеми до керуючої програми з ЧПК	Лит	Маса	Масштаб
Разраб.	Листин	Листин	Листин	Листин		Н		-
Левоб.	Вракло	Вракло	Вракло	Вракло	Архив	Архив	1	
Т.контр.	Вракло	Вракло	Вракло	Вракло				
Н.контр.	Вракло	Вракло	Вракло	Вракло				
Затв.	Ланчик	Ланчик	Ланчик	Ланчик				
						ПМ-23-1К		