

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Інститут інженерної механіки та робототехніки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Кучир Андрій Тарасович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.91

(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

«Технологія виготовлення деталі «Корпус ПВ-305.01.91»»

(назва роботи)

Прикладна механіка

(назва освітньої програми)

131- Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

А.Т. Кучир

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник: Одосій Зіновій Михайлович, к.т.н., доцент

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

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

професор

(посада)

(підпис)

(дата)

В. Г. Панчук

(ініціали та прізвище)

Рецензент

(посада)

(підпис)

(дата)

(ініціали та прізвище)

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

м.Івано-Франківськ-2025 рік

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут інженерної механіки та робототехніки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Освітній рівень - бакалавр

Спеціальність 131-Прикладна механіка

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

« » _____ 20__ року

З А В Д А Н Н Я

НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Кучиру Андрію Тарасовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Технологія виготовлення деталі «Корпус ПВ-305.01.91»»

Керівник роботи: Одосій Зіновій Михайлович, к.т.н., доцент

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

Затверджені наказом закладу вищої освіти від “06” червня 2025 року № 61 / 8

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 – 1-2 листи А1

2. Креслення верстатного пристрою 1-2 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	Одосій З. М. професор каф. КМВ		
2	Одосій З. М., професор каф. КМВ		
3	Одосій З. М., професор 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)

Кучир А.Т.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Одосій З.М.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної бакалаврської роботи: Технологія виготовлення деталі «Корпус ПВ-305.01.91».

Розрахунково-пояснювальна записка на 72 сторінках і містить: 38 рисунків, 12 таблиць, 11 посилань на літературні джерела, 25 аркушів ф. А4 додатків.

Графічна частина: 5 аркушів формату А1.

Об'єкт дослідження – технологічний процес механічної обробки.

Предмет дослідження - деталь “ Корпус ПВ-305.01.91”

Мета роботи – розробити технологію виготовлення корпусу ПВ-305.01.91, котра забезпечить його виготовлення з мінімальними затратами, а також відповідно розробленому технологічному маршруту сконструювати спеціальні верстатні пристрої для базування і закріплення деталі на механообробних операції, скласти керуючу програму для верстата з ЧПК.

Для досягнення поставленої задачі проведено аналіз конструкції деталі, її призначення, відповідно типу виробництва вибрано оптимальний спосіб отримання заготовки (литво в піщано-глинисті форми з машинною формовкою) та по рекомендаціях технічної літератури розроблено проектний маршрут механічної обробки. В конструкторській частині для закріплення деталі на свердлильно-фрезерній операції (верстат мод. 211404Н7Ф4) розроблено спеціальний верстатний пристрій. В 3 розділі для обробки на операціях з ЧПК розроблено керуючу програму. В додатках наведена уся необхідна технологічна документація.

Результати роботи можуть бути використані в машинобудівній галузі.

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

Студент: Кучир А. Т.

SUMMARY

qualifying bachelor's thesis: Manufacturing technology of the part “Housing ПB-305.01.91”.

Explanatory note on 72 pages and contains: 38 figures, 12 tables, 11 references to literary sources, 25 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 “Housing ПB-305.01.91”

Purpose - to develop a manufacturing technology for the housing ПB-305.01.91, which will ensure its manufacture with minimal cost, and in accordance with the developed technological route to design special machine tools for basing and fixing the part for machining operations, to compile a control program for a CNC machine.

To achieve this task, we analyzed the design of the part, its purpose, and the type of production, chose the optimal method of obtaining the workpiece (casting in sand and clay molds with machine molding) and developed a design route for machining according to the recommendations of technical literature. In the design part, a special machine tool device was developed for fixing the workpiece on the drilling and milling operation (machine tool mod. 211404H7F4). In Chapter 3, a control program was developed for CNC machining. All the necessary technological documentation is provided in the appendices.

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

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

Student: Kuchir A. T.

Зміст

Вступ

1 Технологічна частина

- 1.1 Опис призначення і конструкції деталі
- 1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі
- 1.3 Вибір типу і форми організації виробництва. Визначення кількості деталей в партії
- 1.4. Аналіз технологічного процесу і розробка маршрутної технології
 - 1.4.1 Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки
 - 1.4.2 Опис і аналіз базового технологічного процесу
 - 1.4.3 Технічне обґрунтування вибору проектного варіанту маршруту механічної обробки
- 1.5 Розробка операційної технології
 - 1.5.1 Розрахунок припусків на механічну обробку і визначення технологічних розмірів
 - 1.5.2 Розрахунок режимів різання і уточнення моделей верстатів
 - 1.5.3 Нормування технологічного процесу
 - 1.5.4 Розрахунки пов'язані із картою наладки

2 Конструкторська частина

- 2.1 Опис призначення, будови і роботи пристрою
- 2.2 Розрахунок сил затиску заготовки і визначення основних параметрів механізму затиску
- 2.3 Силевий розрахунок слабких ланок механізму затиску
- 2.4 Розрахунок пристрою на точність
- 2.5 Розрахунок коефіцієнту уніфікації пристрою

3 Розроблення керуючої програми з ЧПК

Висновки

Перелік літературних джерел

Додатки

					БР.ПМ-581.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Квчир А.Т.			Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Одосій З.М.					1	
Реценз.						ПМЗ-21-1		
Н. Контр.		Одосій З.М.						
Затверд.		Панчук В.Г.						

Вступ

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

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

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

В бакалаврській роботі передбачається підвищити ефективність механічної обробки "корпуса ПВ-305.01.91" шляхом:

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

					БР.ПМ-581.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зменшення маси деталі. Крім того вони роблять деталь більш технологічною при виготовленні. Потрібно також відзначити, що поверхні 11, 12 (ДКБ) мають підвищену вимогу взаємного розташування, що впливає на функціонування деталі у вузлі. Отвори 14 також є точними і мають вимогу перпендикулярності до поверхні 11.

Матеріал деталі - сірий чавун марки СЧ20 ГОСТ 1412-85. Дані про хімічний склад та механічні властивості цього матеріалу вибираємо з ГОСТ 1412-85 та зводимо до таблиці 1.1 і 1.2 відповідно.

Таблица 1.1- Хімічний склад СЧ20

Вміст елементів, %				
С	Si	Мп	S (не більше)	P (не більше)
3,5-3,7	2,0 - 2,4	0,5 - 0,8	0,2	0,15

Таблица 1.2- Механічні властивості СЧ20

Допустимі напруження, МПа						НВ
σ_b	σ_H	σ_{zg}	$\tau_{кр}$	σ_d	$\sigma_{зм}$	Не більше
		Не менше				
156	314	200	180	160	280	220

1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

Деталь “Корпус ПВ-305.01.91” виготовляється із сірого чавуну марки СЧ20 литвом в піщано-глинясті форми. Конфігурація зовнішнього контуру і внутрішніх поверхонь не викликає значних ускладнень при отриманні заготовки. Чавун має добрі ливарні властивості, але формовка повинна виконуватися із застосуванням стрижнів, які формують внутрішні порожнини. Недоцільними з точки зору технологічності є напуски на обробки отворів 14 і пазів 7 (див. рис. 1.1), що збільшує обсяг механічної обробки і зменшує коефіцієнт використання матеріалу.

Деталь є досить жорсткою, що добре з точки зору технологічності, має зручні установчі поверхні, за допомогою яких можна встановити і закріпити деталь в пристрої. Конфігурація деталі, наявність внутрішніх порожнин дозволяють встановити і закріпити деталь так, щоби без перестановок обробити її по контуру та отвори 14, 15, 17, цим самим забезпечуючи принцип постійності баз і зменшуючи допоміжний час.

					БР.ПМ-581.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Нетехнологічними елементами в даній деталі є кріпильні отвори 18, просвердлені в скосах 3. Для обробки цих отворів потрібно застосувати поворотний пристрій.

Аналіз розмірних зв'язків показує, що отвори 14 і 18 задані від уявної вимірної бази (перетину осей), що ускладнює контроль їхнього положення.

На кресленні деталі проставлені вимоги перпендикулярності отвору 14 $\varnothing 32^{+0,062}$ до поверхні 11 - 0,06мм, та вимога паралельності поверхонь 11 і 12, яка становить 0,08 мм.

В цілому деталь є досить технологічною, підвід різального інструменту до оброблюваних поверхонь зручний. При обробці можна застосувати обробку по контуру, багатоінструментну обробку. Матеріал деталі добре обробляється різанням. Для його обробки потрібно використовувати твердосплавний інструмент. Габаритні розміри і маса деталі дозволяють обробляти її на обладнанні звичайного типорозміру.

1.3 Вибір типу і форми організації виробництва.

Визначення кількості деталей в партії

Згідно завдання на дипломне проектування тип виробництва - середньосерійний. Дані штучного часу на кожну операцію по заводському технологічному процесу зводимо до таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 - Трудомісткість операції

Операція	$T_{шт.к.}$, хв.	Операція	$T_{шт.к.}$, хв.
1) Вертикально-фрезерна	9,1	8) Горизонтально-фрезерна	2,91
2) Плоско-шліфувальна	8,2	9) Радіально-свердлильна	6,79
3) Вертикально-свердлильна	4,35	10) Радіально-свердлильна	5,87
4) Вертикально-фрезерна	8,97	11) Радіально-свердлильна	3,74
5) Горизонтально-фрезерна	3,15	12) Радіально-свердлильна	4,13
6) Горизонтально-фрезерна	4,37	13) Слюсарна	20,11
7) Горизонтально-фрезерна	3,49		

Число операцій $n=3$.

Сумарний штучний час $\Sigma T_{шт.к.} = 85,18$ хв.

Середній штучний час:

					БР.ПМ-581.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

$$T_{ум.к.сер.} = \frac{\sum T_{ум.к.}}{n} = \frac{85,18}{13} = 6,55 \text{ хв. [1, с. 22] (1.1).}$$

$$\text{Такт випуску деталей: } t_г = k_3 \cdot T_{ум.к.сер} [1, с. 22] (1.2),$$

де k_3 - коефіцієнт закріплення операції, який знаходиться в межах $10 < k_3 < 20$ для середньосерійного виробництва. Приймаємо $k_3 = 18$.

$$\text{Тоді } t_г = 18 \cdot 6,55 = 117,9 \text{ хв.}$$

Річна програма випуску деталей:

$$N = \frac{F_д \cdot 60}{t_г} = \frac{1968 \cdot 60}{117,9} = 1000 \text{ шт. [1, с. 23] (1.3),}$$

де $F_д$ - дійсний річний фонд часу роботи обладнання.

$$F_д = F_n \cdot k_θ = 2050 \cdot 0,96 = 1968 \text{ год. (1.4),}$$

де $F_n = 250 \cdot 8,2 \cdot 1 = 2050$ год. - номінальний час роботи обладнання,

де 250 - кількість робочих днів в році,

8,2 - тривалість однієї робочої зміни в годинах,

1 - кількість змін роботи,

$k_θ$ - коефіцієнт, який враховує втрати часу з організаційно-технічних причин для універсальних верстатів.

Проведемо розрахунок якості деталей в партії:

$$n_д = \frac{N \cdot a}{F} = \frac{1000 \cdot 6}{250} = 24 \text{ шт. [1, с. 23] (1.5),}$$

де $a = 6$ - періодичність запуску у днях,

$F = 250$ - кількість робочих днів у році.

Розрахункове число змін на обробку партії деталей:

$$C = \frac{T_{ум.к.сер.} \cdot n}{476 \cdot 0,8} = \frac{6,55 \cdot 24}{476 \cdot 0,8} = 0,41 [1, с. 23] (1.6),$$

де 476 - дійсний фонд часу роботи обладнання в зміну, хв.,

0,8 - нормативний коефіцієнт завантаження обладнання в серійному виробництві.

Отже приймаємо число змін $C_{np} = 1$.

Прийнята кількість деталей в партії:

$$n_{np} = \frac{C_{np} \cdot 476 \cdot 0,8}{T_{ум.к.сер.}} = \frac{1 \cdot 476 \cdot 0,8}{6,55} = 58 \text{ шт.}$$

					БР.ПМ-581.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4 Аналіз технологічного процесу і розробка маршрутної технології

1.4.1 Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки

Заготовка для деталі на базовому підприємстві отримується литвом в піщано-глинисті форми. Цей спосіб характерний для дрібносерійного виробництва, яке існує на базовому підприємстві. Вартість вилівка, отриманого таким способом є мінімальною, але вартість її механічної обробки більша, ніж заготовки, отриманої іншими способами литва, так як литво в піщано-глинисті форми потребує найбільших витрат металу. Недоліки цього методу є низька точність, висока шорсткість і, як наслідок, великі припуски на механічну обробку.

Враховуючи матеріал, форму та розміри деталі, вимоги до чистоти поверхонь та різну програму випуску, можна зробити висновок, що заготовка для даної деталі може отримуватись литвом в оболонкові форми, а також в кокіль.

Литвом в оболонкові форми можна отримати більш високу точність вилівка і меншу висоту мікронерівностей поверхонь. Цим способом досягається точність розмірів по 12-му квалітету і шорсткість поверхонь R_z 10...20. Цей метод також дозволяє зменшити витрати на 30-50%, в залежності від конфігурації заготовки.

Головним недоліком оболонкового литва є висока вартість зв'язуючої речовини - фенол формальдегідної смоли. Формовка виконується за допомогою більш дорожчої металічної модельної оснастки. Литво в оболонкові форми застосовується в основному для виготовлення малих і середніх виливок з тонкими стінками.

Литво в кокіль - найбільш дешевий серед спеціальних методів литва. Його головна особливість полягає в багатократному використанні металевої форми - кокіля. Стійкість чавунних кокілів до чавунного литва становить 400...600 виливок. Кокілі дозволяють отримати виливки із стабільними і точними розмірами до 13-го квалітету. Шорсткість може коливатись в межах $R_z=10...80$, висока швидкість кристалізації покращує механічні властивості, але в той же час важко отримати виливки із тонкими стінками.

При переході з литва в піщані форми на кокільне, витрати металу зменшуються на 10...20 % за рахунок скорочення ливарної системи. Але заміна литва в піщані форми на кокільне тільки при достатньо великій програмі випуску

					БР.ПМ-581.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Попередня термічна обробка - старіння.

Економічне обґрунтування вибору заготовки.

Вартість заготовки, отриманої литвом в піщаній формі

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_n \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{\text{відх}}}{1000} \quad [1, \text{с. 31}] \quad (1.7),$$

де C_i - базова вартість однієї тони заготовок, грн.,

k_T, k_C, k_B, k_M, k_n - коефіцієнти, які залежать від класу точності, групи складності, маси, марки матеріалу та об'єму виробництва заготовок,

Q - маса заготовки, кг,

q - маса готової деталі, кг,

$S_{\text{відх}}$ - ціна однієї тони відходів, грн.

$k_T=1,05$ [1, с. 33]; $k_M=1,04$ [1, с. 34]; $k_C=1,0$ [1, с. 33, табл. 28];

$k_B=0,84, k_n=0,52$ [1, с. 33, табл. 28].

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{46123}{1000} \cdot 13,7 \cdot 1,05 \cdot 1,0 \cdot 0,84 \cdot 1,04 \cdot 0,52 \right) - (13,7 - 11,5) \cdot \frac{2600}{1000} = 295,68 \text{ грн.}$$

1.4.2 Опис і аналіз базового технологічного процесу

Опис існуючого на базовому підприємстві технологічного процесу зводимо до таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 - Опис базового технологічного процесу

Номер, назва і зміст операції	Тип і модель верстату	Характеристика пристрою	Схема базування
1	2	3	4
010 Вертикально-фрезерна ЧПК 1. Чорнова послідовна обробка поверхонь 1 і 2	Вертикально-фрезерний з ЧПК мод. 6P13Ф3	Лещата 7200-0209 ГОСТ 14907-80. універсальний, з ручним затиском	
020 Плоскошліфувальна 1. Чистова послідовна обробка поверхонь 1 і 2	Плоскошліфувальний мод. 3Б722	Плита магнітна 7200-0041 ГОСТ 17313-72 Універсальний, з ручним затиском	

Продовження табл. 1.4

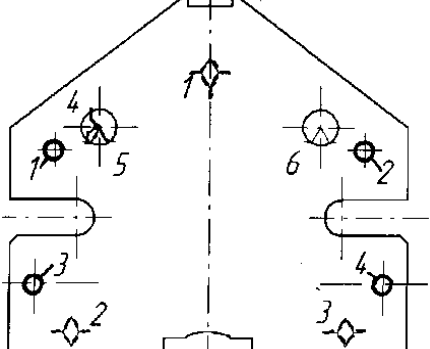
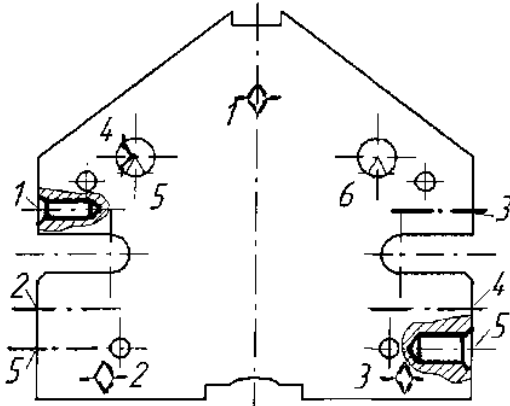
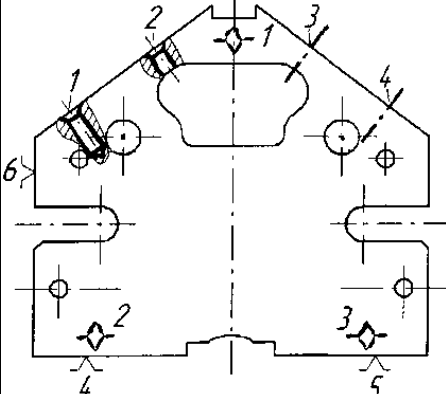
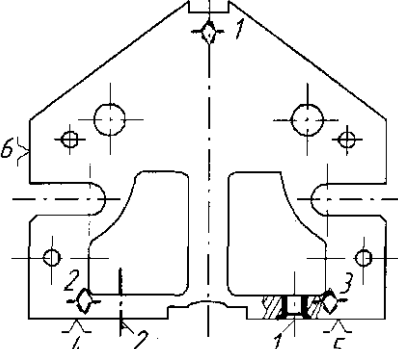
1	2	3	4
<p>030 Вертикально-свердлильна. 1. Чорнова послідовна обробка отворів 1 і 2</p>			
<p>040 вертикально-фрезерна ЧПК 1. Чистова послідовна обробка пов. 1, 2, 3, 4. 2. Чорнова і чистова послідовна обробка отв. 5 і 6 3. Чистова обробка пов. 7</p>	<p>Вертикально-фрезерний з ЧПК мод. 6550РФЗ</p>	<p>Універсально-збірний з ручним затиском</p>	
<p>050 Горизонтально-фрезерна 1. Чистова обробка пов. 1</p>	<p>Горизонтально-фрезерний мод. 6М82</p>	<p>ПН-08-288 Спеціальний, з ручним затиском</p>	
<p>060 горизонтально-фрезерна 1. Чистова послідовна обробка пов. 2 і 3</p>			
<p>070 Горизонтально-фрезерна 1. Чорнова послідовна обробка пов. 4, 5, 6</p>			
<p>080 Горизонтально-фрезерна 1. Чистова послідовна обробка пов. 4, 5, 6</p>			

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-581.00.000 ПЗ

Арк.

Продовження табл. 1.4

1	2	3	4
<p>090 Радіально-свердлильна 1. Чорнова чистова послідовна обробка отв. 1 і 2 2. Чистова послідовна обробка отв. 3 і 4</p>	<p>Різально-свердлильний мод. 2А53</p>	<p>Кондуктор КН-03-172 Спеціальний з ручним затиском</p>	
<p>100 Радіально-свердлильна 1. Чистова послідовна обробка отв. 1 і 2 2. Чорнова обробка отв. 6 3. Чистова послідовна обробка отв. 3 і 4 4. Чорнова обробка отв. 5 5. Обробка фасок в отв. 1-6 послідовна 6. Чистова послідовна обробка отв. 5 і 6</p>	<p>Радіально-свердлильний мод. 2А53</p>	<p>Кондуктор КН-03-182 Спеціальний, з ручним затиском</p>	
<p>110 Радіально-свердлильна 1. Чистова послідовна обробка отв. 1-4 2. Обробка фасок в отв. 1-4 послідовна</p>	<p>Радіально-свердлильний мод. 2А53</p>	<p>Кондуктор універсально-збірний з ручним затиском</p>	
<p>120 Радіально-свердлильна 1. Чистова послідовна обробка отв. 1 і 2 2. Обробка фасок в отв. 1 і 2 послідовна</p>	<p>Радіально-свердлильний мод. 2А53</p>	<p>Кондуктор універсально-збірний з ручним затиском</p>	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-581.00.000 ПЗ

Арк.

Продовження табл. 1.4

1	2	3	4
130 Слюсарна 1. Нарізати різьбу в отв. 3 і 4 (див. опер. 090) 2. Нарізати різьбу в отв. 1-4 (див. опер. 100) 3. Нарізати різьбу в отв. 1-4 (див. опер. 110) 4. нарізати різьбу в отв. 1 і 2 (див. опер. 120)	Верстат Слюсарний	Лещата 1-120 ГОСТ 4545-75 Універсальний, з ручним затиском	

Проведемо аналіз базової технології

Вибір баз.

На перших двох операціях (010 і 020) обробляються поверхні 1 і 2, чим забезпечується принцип суміщення баз, так як ці поверхні є конструкторськими, технологічними і вимірними базами. Після цих операцій утворюються точні плоскі поверхні з допуском паралельності 0,08 мм, які надалі служитимуть чистовими технологічними базами на інших операціях. Потім свердляться два отвори 1 і 2 (див. опер. 030), які остаточно обробляються до $\text{Ø}32^{+0,063}$ мм з допуском перпендикулярності 0,06 мм до поверхні 1 (див. опер. 020) на вертикально-фрезерній операції (див. опер. 040) разом із пазами 2 і 4 і лисками 1 і 3. Ці точні отвори в базовій технології також служать в якості чистових технологічний баз на наступних операціях.

Недоліком даної технології є те, що ці отвори обробляються на різних верстатах, що ускладнює досягнення заданої точності. Також можна зазначити, що деталі даного типу базуються по основі і бічних поверхнях, а отвори, по яким здійснюється базування в базовій технології розміщені близько один до одного, що збільшує можливість перекосу деталі при установці в пристрої.

Вибір методів обробки

До недоліків методів обробки, крім зазначених вище, відносяться такі як:

1) На операції 010 застосовується фрезерний верстат з ЧПК для обробки звичайних плоских поверхонь, чим не використовуються повністю його технологічні можливості.

					БР.ПМ-581.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2) Операції 030 і 090 по обробці отворів 1 і 2 (див. опер. 030) і 1-4 (див. опер. 090) можна було б сумістити в одну, так як отвори обробляються в одній площині і немає потреби розділяти ці операції. Підвищених вимог щодо розміщення цих отворів немає.

3) При обробці бічного контуру деталі на операціях 050-080 постійно здійснюється переустановка деталі, що впливає погано на точність обробки і збільшує час на установку та закріплення деталі. Саме на цьому етапі технологічного процесу і потрібно було б застосувати обробку по контуру на вертикально-фрезерному верстаті з ЧПК, включивши сюди і обробку поверхонь 1-4 (див. опер. 040).

4) Після виконання цих операцій здійснюється обробка кріпильних отворів, розміщених в бічних поверхнях деталі, проте на операціях 100 і 110 також здійснюється переустановка деталі і тому не виконується принцип постійності баз. На цьому етапі технології потрібно застосувати поворотний пристрій, який дозволив би вести обробку без переустановок.

5) Останньою операцією базової технології є слюсарна операція, на якій нарізаються різьби у всіх кріпильних отворах вручну, що є великим недоліком при наявності такого обладнання. Цей метод дуже непродуктивний і вимагає лишнього робочого місця.

Вибір плану обробки деталі, структури операцій і типу обладнання

При виборі плану обробки будемо керуватись принципом концентрації операцій, намагаючись обробити якнайбільше поверхонь на одному верстаті і з одного установа.

Отже, на першому етапі слід виконувати чорнову і чистову обробку постійних чистових технологічних баз як і в базовій технології, але аналізуючи креслення деталі, параметри точності і шорсткості поверхонь що обробляються можна прийти до висновку, що чорнову і чистову обробку цих поверхонь можна виконувати на вертикально-фрезерному верстаті мод. 6P13.

Потім обробляються основні поверхні, які потребують найбільших витрат часу. З метою використання принципу концентрації операцій, характерного для середньосерійного виробництва, об'єднуємо операції 030-090 і 130 базової

					БР.ПМ-581.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

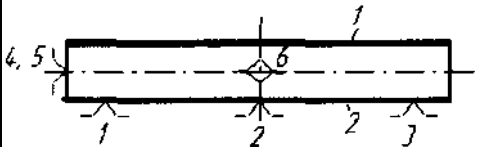
технології в одну. Для цього використаємо багатоцільовий верстат з ЧПК для обробки тих самих поверхонь. Модель свердлильно-фрезерного верстату 21104Н7Ф4. В процесі обробки на ньому забезпечується автоматична зміна до 16-ти інструментів з одночасною зміною частоти обертів шпинделя.

На останньому етапі ведеться обробка кріпильних отворів в бічних поверхнях деталі. Для цього застосуємо вертикально-свердлильний верстат з ЧПК мод. 2Д132МФ2. Обробка на верстаті ведеться послідовно з використанням пристрою для повороту і позиціонування. На цій операції об'єднуються операції 100-120 і 130 базової технології.

Обробка відповідних поверхонь здійснюється за допомогою тих же інструментів що і в базовій технології, крім операцій 050-080. Попередня термічна обробка - старіння, виконується перед механічною обробкою, так само як в заводському технологічному процесі.

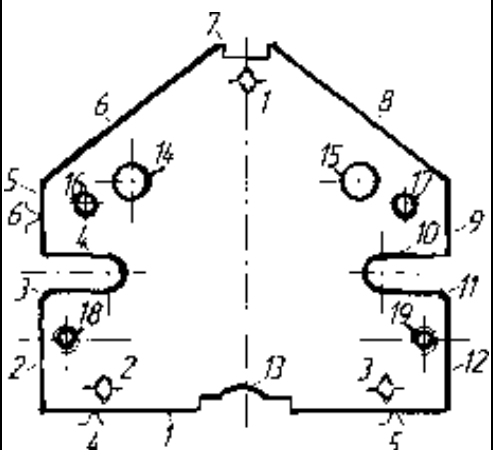
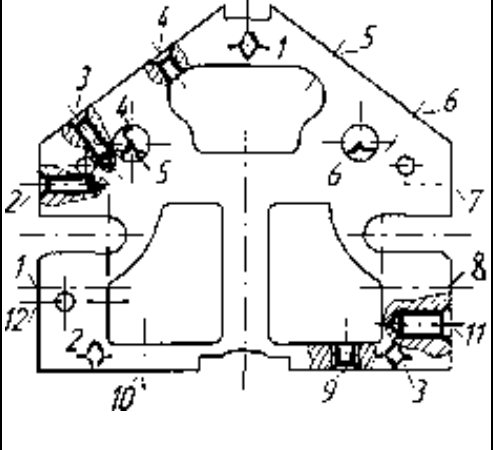
Проаналізувавши базову технологію, складемо проектний варіант технологічного процесу, який опишемо в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 - Опис проектного варіанту техпроцесу

Номер, назва і зміст операції	Тип і модель верстату	Характеристика пристрою	Схема базування
010 Вертикально-фрезерна 1. Чорнова послідовна обробка пов. 1 і 2 2. Чистова послідовна обробка пов. 1 і 2	Вертикально-фрезерний мод. 6P13	Універсальний з пневмозатиском	

					БР.ПМ-581.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження табл. 1.5

1	2	3	4
<p>020 Свердлильно-фрезерна ЧПК</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Послідовна обробка контуру пов. 1-12 (1, 6, 8 - чорнова, інших - чистова) 2. Чистова обробка пов. 1 3. Напівчистова послідовна обробка пов. 6 і 8 4. Чистова послідовна обробка пов. 6 і 8 5. Чистова обробка пов. 13 6. Чорнове послідовне розточування отв. 14 і 15 7. Напівчистове послідовне розточування отв. 14 і 15 8. Чистове послідовне розточування отв. 14 і 15 9. Послідовне центрування отв. 16-19 10. Послідовне свердління отв. 16 і 17 11. Послідовне зенкерування отв. 16 і 17 12. Послідовне розвертування отв. 16 і 17 13. Послідовне свердління отв. 18 і 19 14. Послідовне зенкерування фасок в отв. 18 і 19 15. Послідовне нарізання різьби в отв. 18 і 19 	<p>Багатоцільовий вертикальний свердлильно-фрезерний мод. 21104Н7Ф4</p>	<p>Спеціальний з пневмозатиском</p>	
<p>030 Вертикально-свердлильна ЧПК</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. послідовне центрування отв. 1- 8, 11,9, 10, 12 2. Послідовне свердління отв. 1-8 3. Послідовне свердління Т)ТВ. 9 і 10 4. Послідовне свердління отв. 11 і 12. 5. Послідовне чорнове розвертання отв. 11 і 12 6. Послідовне чистове розвертання отв. 11 і 12 7. Зенкерування фасок в отв. 1-8, 11,9,10,12 8. Нарізання різьби в отв. 1-8 послідовне 9. Нарізання різьби в отв. 9 і 10 послідовне 	<p>Вертикально-свердлильний з ЧПК мод. 2Д132МФ2</p>	<p>Спеціальний поворотний з ручним затиском</p>	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-581.00.000 ПЗ

Арк.

1.4.3 Технічне обґрунтування вибору проектного варіанту маршруту механічної обробки

В даному розділі проведемо оцінку ефективності порівнюваних варіантів технології (групи операцій, рівноцінних за об'ємом виконуваної роботи) базової і декількох можливих та приймаємо остаточне рішення про найраціональніший. Критерієм оптимальності процесу є мінімум приведених витрат на одиницю продукції.

Вихідні дані: співставляються три варіанти технологічного процесу обробки отворів в бічних поверхнях деталі. Вихідні дані і результати розрахунків зводимо до таблиці 1.6.

Таблиця 1.6- Вихідні дані і результати технічного обґрунтування маршруту обробки

Показники	Варіанти		
	1	2	3
	Верстат 2А53 (базовий верстат)	Верстат 2А53 (базовий верстат)	Верстат 2А53 (базовий верстат)
Штучний час $T_{шт}$, год	0,3	0,145	0,08
Число запусків деталі в рік A	12	12	12
Число операцій в кожному запуску V_0	4	2	2
Коефіцієнт корисного використання верстату η	0,7	0,85	0,85
Підготовчо-заклучний час $T_{пз}$, год.	0,6	0,5	—
Коефіцієнт, що враховує клас точності обладнання μ	1	1	1
Вартість обладнання k_0 , грн.	4200	50000	40000
Середня вартість спеціальних пристроїв $k_{пр}$, грн.	500	250	—
Середня вартість комплекта $KП$, $k_{кп}$, грн.	—	10	—
Складність ремонту механічної частини R_M	8	65	6,5
Складність ремонту електротехнічної частини R_e	6	45	5
Площа, яку займає обладнання S^2 , мм	4,4	3,8	10
Площа, яку займає система ЧПК S_y , м ²	—	1,5	—
Коефіцієнт додаткових площ γ	5	4	2,5

1.5 Розробка операційної технології

1.5.1 Розрахунок припусків на механічну обробку і визначення технологічних розмірів

Припуск на механічну обробку і проміжні граничні розміри для отвору $\varnothing 32H9(+0,062)$ визначимо розрахунково-аналітичним способом.

Вихідні дані. Заготовка являє собою виливок II класу точності. Технологічний маршрут обробки складається із чорнового, напівчистового та чистового розточування, що виконуються з одного установа. Технологічними базами при обробці служать оброблена поверхня 1 (див. опер. 020 базової технології) і необроблені поверхні 1 і 2 (див. опер. 030 базової технології).

Дані розрахунків міжопераційних припусків і граничних розмірів на кожному переході занесені до таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 - Розрахунок міжопераційних припусків

Технологічні переходи	Елементи припусків, мкм				Розрах. припуск $2z_{\min}$, мкм	Розрах. розмір d_p , мм	Допуск δ , мкм	Граничні розміри, мм		Граничні значення допусків, мкм	
	R_z	t	p	ε				d_{\min}	d_{\max}	$2z_{\min}^{zp}$	$2z_{\max}^{zp}$
Заготовка	700		1709	—	—	26,92	1100	25,65	26,75	—	—
Розточування:											
чорнове	50	—	85	245	4840	31,75	320	31,43	31,75	5000	5780
напівчистове	20	—	4	12	272	32,022	160	31,862	32,022	272	432
чистове	20	—	—	—	40	32,067	62	32,000	32,062	40	138
Всього										5276	6350

Сумарне значення R_z і T , що характеризує якість поверхні виливка, складає 700 мкм [4, с.63, табл. 4.3]. Тут R_z - параметр шорсткості поверхні, T - дефектний шар металу.

Після першого технологічного переходу T для деталей із чавуну виключається із розрахунків, тому знаходимо тільки R_z [1, с.65 табл. 4.6] відповідно 50, 20 і 20 мкм.

Сумарне значення просторових відхилень для заготовки даного типу визначаємо за формулою $p_z = \sqrt{p_{\text{кор}}^2 + p_{\text{зм}}^2}$ (1.18) [4, с.66, табл. 4.7].

											Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-581.00.000 ПЗ						

Короблення отвору слід враховувати як в діаметральному, так і в осьовому перерізі, тому $p_{кор} = \sqrt{(\Delta_k d)^2 + (\Delta_k l)^2}$ (1.19) [1, с.83].

Питоме короблення виливка $\Delta_k=0,7$ [1, с.71, табл. 4.8].

d та l - діаметр та довжина оброблюваного отвору,

$$p_{кор} = \sqrt{(0,7 \cdot 32)^2 + (0,7 \cdot 25)^2} = 28 \text{ мкм.}$$

Враховуючи, що сумарне зміщення отвору у виливка відносно зовнішньої його поверхні являє геометричну суму в двох взаємно перпендикулярних площинах, отримаємо:

$$p_{зм} = \sqrt{\left(\frac{\delta A}{4}\right)^2 + \left(\frac{2\delta_3}{3}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{2400}{4}\right)^2 + \left(\frac{2 \cdot 2400}{3}\right)^2} = 1708 \text{ мкм (1.20)}$$

Схема установки корпуса (деталі) показана на рисунку 1.4.

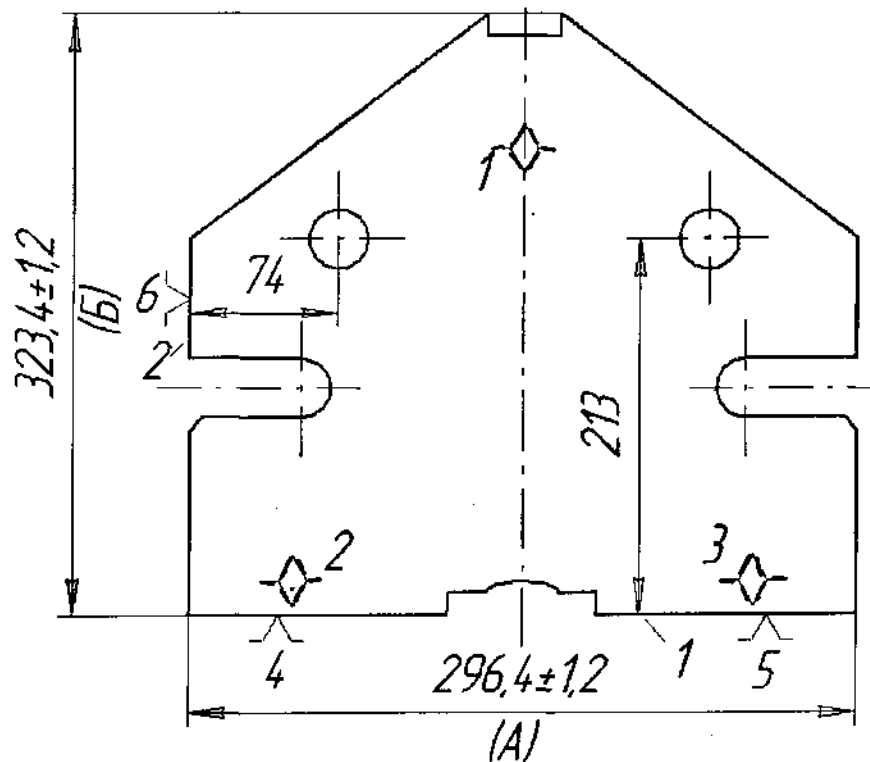


Рисунок 1.4 - Схема установки деталі при обробці отвору

Таким чином сумарне значення просторових відхилень становить:

$$p_3 = \sqrt{28^2 + 1708^2} = 1709 \text{ мкм.}$$

Просторове відхилення після чорнового розточування становить

$$p_1 = 0,05 \cdot p_3 = 0,05 \cdot 1709 = 85 \text{ мкм (1.21)}$$

Після напівчистового $p_2 = 0,05 \cdot 85 = 4 \text{ мкм.}$

Похибка установки при чорновому точінні становить:

					БР.ПМ-581.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\varepsilon_{y1} = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2} \quad (1.22),$$

де ε_{δ} - похибка базування, ε_3 - похибка закріплення.

Похибка базування в даному випадку виникає за рахунок переносу заготовки в горизонтальній площині при упорі її поверхонь 1 і 2 в пальці. Тоді найбільший кут повороту можна знайти із співвідношення (див. рисунок 1.4):

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\delta_A/4 + \delta_B \cdot 2/3}{\sqrt{74^2 + 213^2}} = \frac{0,6 + 1,6}{\sqrt{74^2 + 213^2}} = 0,0096 \quad (1.23)$$

Похибка базування на довжині оброблюваного отвору:

$$\varepsilon_{\delta} = l \cdot \operatorname{tg} \alpha = 25 \cdot 0,0098 = 0,245 \text{ мкм.} \quad (1.24)$$

Похибку закріплення виключаємо із розрахунків, так як для затиску деталі застосовується пневмопривід.

$$\text{Отже } \varepsilon_{y1} = \varepsilon_{\delta} = 245 \text{ мкм.}$$

Похибка установки при напівчистовому розточуванні становить:

$$\varepsilon_{y2} = 0,05 \cdot \varepsilon_{y1} = 0,05 \cdot 245 = 12 \text{ мкм.}$$

На основі записаних до таблиці даних виконуємо розрахунок мінімальних значень міжопераційних припусків, користуючись формулою:

$$2z_{\min} = 2 \left(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{p_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right), \quad (1.25) \quad [1, \text{ с.62, табл. 4.2}]$$

Мінімальний припуск під розточування:

чорнове:

$$2z_{\min 1} = 2 \left(700 + \sqrt{1709^2 + 245^2} \right) = 2 \cdot 2420 = 4840 \text{ мкм,}$$

напівчистове:

$$2z_{\min 2} = 2 \left(50 + \sqrt{85^2 + 12^2} \right) = 2 \cdot 136 = 272 \text{ мкм,}$$

чистове:

$$2z_{\min 3} = 2 \cdot 20 = 40 \text{ мкм.}$$

Розрахункові розміри розраховуємо за формулою:

$$d_{pi} = d_{maxi} - 2z_{mini} \quad (1.26),$$

$$d_{p3} = 32,062 - 0,04 = 32,022 \text{ мм,}$$

$$d_{p2} = 32,022 - 0,272 = 31,75 \text{ мм,}$$

$$d_{p1} = 31,75 - 4,84 = 26,91 \text{ мм.}$$

Граничні розміри розраховуємо за формулами:

					БР.ПМ-581.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d_{maxi}=d_{ном}, (1.27)$$

$$d_{mini}=d_{maxi}-TD, (1.28)$$

де TD - величина допуску на розмір, що отримується на даному переході.

Для чорнового розточування:

$$d_{max1}=31,75 \text{ мм},$$

$$d_{min1}=31,75-0,32=31,43 \text{ мм}.$$

Для напівчистового розточування:

$$d_{max2}=32,022 \text{ мм},$$

$$d_{min2}=32,022-0,16=31,862 \text{ мм}.$$

Для чистового розточування:

$$d_{max3}=32,062 \text{ мм},$$

$$d_{min3}=32,062-0,062=32,000 \text{ мм}.$$

Граничні значення припусків розраховуємо за формулами:

$$2z_{\min_i}^{ep} = d_{\max_i} - d_{\max_{i-1}} (1.29)$$

$$2z_{\max_i}^{ep} = d_{\min_i} - d_{\min_{i-1}}, (1.30)$$

Для чорнового розточування:

$$2z_{\min 1}^{ep} = 31,75 - 26,75 = 5 \text{ мм},$$

$$2z_{\max 1}^{ep} = 31,43 - 25,65 = 5,78 \text{ мм}.$$

Для напівчистового розточування:

$$2z_{\min 2}^{ep} = 32,022 - 31,75 = 0,272 \text{ мм},$$

$$2z_{\max 2}^{ep} = 31,862 - 31,43 = 0,432 \text{ мм}.$$

Для чистового розточування:

$$2z_{\min 3}^{ep} = 32,062 - 32,022 = 0,04 \text{ мм},$$

$$2z_{\max 3}^{ep} = 32 - 31,862 = 0,138 \text{ мм}.$$

Виконаємо перевірку правильності розрахунків:

$$2z_{\max 1}^{ep} - 2z_{\min 1}^{ep} = 5780 - 5000 = 780 \text{ мкм}; \delta_{заг} - \delta_1 = 1100 - 320 = 780 \text{ мкм},$$

$$2z_{\max 2}^{ep} - 2z_{\min 2}^{ep} = 432 - 272 = 160 \text{ мкм}; \delta_1 - \delta_2 = 320 - 160 = 160 \text{ мкм};$$

$$2z_{\max 3}^{ep} - 2z_{\min 3}^{ep} = 138 - 40 = 98 \text{ мкм}; \delta_2 - \delta_3 = 160 - 62 = 98 \text{ мкм}.$$

Зобразимо схему розміщення припусків і допусків при обробці отвору $\varnothing 32H9^{+0,062}$ на рисунку 1.5.

					БР.ПМ-581.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

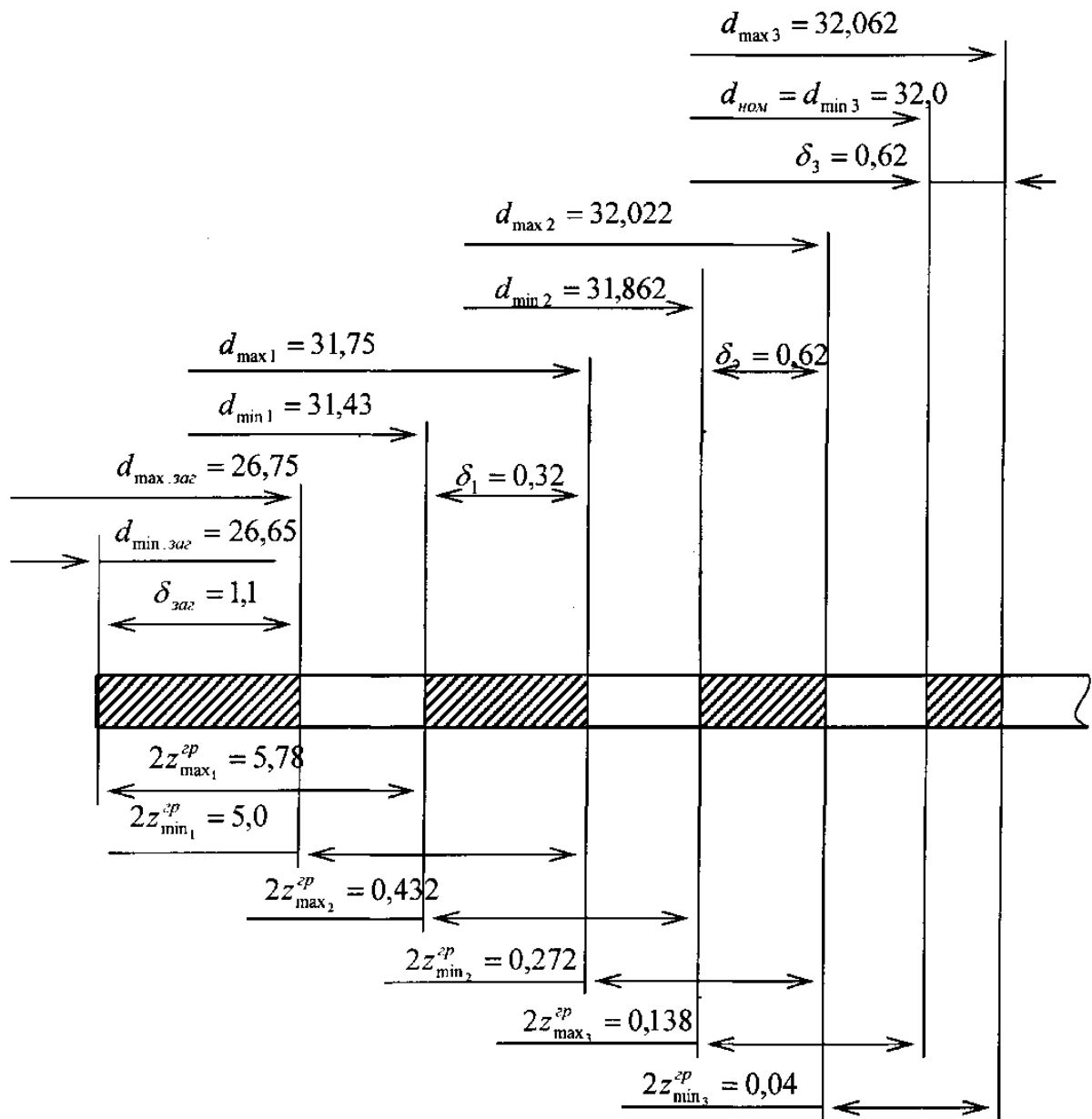


Рисунок 1.5 - Розміщення полів допусків і припусків при обробці отвору $\text{Ø}32\text{H}9(+0,062)$

Загальний номінальний припуск розрахуємо за формулою:

$$2z_{0\text{ном}} = 2z_{0\text{min}} + B_3 + B_0, \quad (1.31)$$

де B_3 - верхнє відхилення розміру заготовки;

B_0 - верхнє відхилення розміру деталі.

$$2z_{0\text{ном}} = 5312 + 550 - 62 = 5800 \text{ мкм} = 5,8 \text{ мм.}$$

На інші поверхні припуски і допуски вибираємо з ГОСТ 26645-85 [3, с. 582-583] і заносимо значення до таблиці 1.8.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-581.00.000 ПЗ

Арк.

Таблиця 1.8- припуски і допуски на поверхні заготовки

Поверхня	Розмір	Припуски		Допуск
		табличний	розрахунковий	
1	$\varnothing 32H9^{+0,062}$	2-3,0	2-2,9	$\pm 0,55$
2	40 _{-0,25}	2-2,2	-	+1,1
3	290 _{-0,32}	2-3,2	-	$\pm 1,2$
4	314 _{-0,32}	2-3,2	-	$\pm 1,2$
5	25 _{-0,09}	2-3,0	-	$\pm 0,6$

Примітка: Поверхні та їх номери вказані на рисунку 1.2.

1.5.2 Розрахунок режимів різання і уточнення моделей верстатів

Вибір різального інструменту, матеріалу і геометрії різальної частини здійснюємо по літературі [2] та [3]. Дані зводимо до таблиці 1.9.

Таблиця 1.9 – Дані про різальний інструмент

№ операції і переходів	Назва інструменту	Позначення за ГОСТ...	Матеріал різальної частини	Основні розміри, мм	Геометричні параметри
1	2	3	4	5	6
010	Фреза торцюва	2214-0171	ВК8	$D=315; L=99;$	$\alpha=8^\circ; \gamma=10^\circ$
2		ГОСТ 9773-80	ВК6	$h=6; z=30$	$\varphi=45^\circ; \varphi_1=25^\circ$
020	Фреза кінцева	2225-0201	ВК8	$D=40; L=190;$	$\omega=30^\circ; \alpha=8^\circ$
2-4		ГОСТ 4675-80	ВК6	$l=65; h=0,5; z=6$	$\gamma=15^\circ; \varphi_1=57^\circ$
5		2225-0197	ВК8	$D=20; L=160;$	$\omega=30^\circ; \alpha=8^\circ$
		ГОСТ 4675-80		$l=45; h=6; z=6$	$\gamma=15^\circ; \varphi_1=57^\circ$
6 7 8	Різець розточний державочний	2142-0007 ГОСТ 0795-84	ВК8 ВК6 ВК4	$hxb=8x8; L=32$ $l=6; h=3,5$	$\alpha=8^\circ; \gamma=10^\circ; \varphi=60^\circ;$ $\varphi_1=15^\circ$
9	Свердло центрувальне	ГОСТ 14952-75	P6M5	$d=3; L=40; l=4$	$\omega=5^\circ; \alpha_0=12^\circ;$ $2\varphi=118^\circ$
10	Свердло спіральне	2301-0111 ГОСТ 22736-77	ВК8	$d=15,5;$ $L=180; l=80$	$2\varphi=118^\circ; \alpha=23^\circ;$ $\varphi=60^\circ$
11	Зенкер	2320-0101 СТП 131-79	ВК6	$d=15,8;$ $L=180; l=80; z=4$	$\alpha=10^\circ; \varphi=45^\circ;$ $\omega=10^\circ$
12	Розвертка	2363-0127 ГОСТ 1672-85	ВК4	$d=16H9;$ $L=180; l=80; z=6$	$\alpha=8^\circ; \varphi=45^\circ;$ $\omega=0^\circ$
13	Свердло спіральне	2300-7551 ГОСТ 10902-77	ВК8	$d=4,2; L=75; l=43$	$2\varphi=118^\circ; \alpha=22^\circ;$ $\gamma=13^\circ; \psi=50^\circ$

Арк.

БР.ПМ-581.00.000 ПЗ

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Продовження табл. 1.9

1	2	3	4	5	6
14	Зенковка конічна	ГОСТ 14935-85	P6M5	$D=14; d=3; L=110$	$2\varphi=90^\circ; \alpha=10^\circ; \gamma=0^\circ;$
15	Мітчик	2620-1223H2 ГОСТ 3266-71	P6M5	$M5 \times 0,8;$ $L=110; l=10$	$\varphi=45^\circ; \alpha=8^\circ; \gamma=8^\circ;$ $\lambda=5^\circ$
030 1	Свердло центрувальне	ГОСТ 14952-75	P6M5	$d=3; L=40; l=4$	$\omega=5^\circ; 2\varphi=118^\circ;$ $\alpha_0=12^\circ;$
2	Свердло спіральне	2300-0186 ГОСТ 19902-77	BK8	$d=6,8; L=101; l=63$	$2\varphi=118^\circ;$ $\alpha=22^\circ; \gamma=18^\circ; \psi=30^\circ$
3	Свердло спіральне	2301-1682. ГОСТ 12121-72	BK8	$d=10,2;$ $L=140; l=93$	$2\varphi=118^\circ; \alpha=22^\circ;$ $\gamma=15^\circ; \psi=50^\circ$
4	Свердло спіральне	2300-1207 ГОСТ 22735-77	BK8	$d=5,8; L=75; l=43$	$2\varphi=118^\circ; \alpha=22^\circ;$ $\gamma=18^\circ; \psi=30^\circ$
5	Розвертка	2363-0127 ГОСТ 1672-85	BK4	$d=5,9; L=75; l=45; z=6$	$\varphi=45^\circ; \alpha=8^\circ; \omega=0^\circ$
6	Розвертка	2363-0129 ГОСТ 1672-85	BK4	$d=6H9; L=15; l=45;$ $z=6$	$\varphi=45^\circ;$ $\alpha=8^\circ; \omega=0^\circ$
7	Зенковка конічна	ГОСТ 14935-85	P6M5	$D=14; d=3; L=110$	$2\varphi=90^\circ; \gamma=0^\circ; \alpha=0^\circ$
8	Мітчик	2620-1223H2 ГОСТ 3266-81	P6M5	$M8; P=1,25; L=140;$ $l=25$	$\varphi=45^\circ; \gamma=5^\circ; \alpha=8^\circ;$ $\lambda=5^\circ$
9	Мітчик	2620-1151H2 ГОСТ 3266-81	P6M5	$M12; P=1,75; L=129;$ $l=36$	$\varphi=45^\circ; \gamma=5^\circ; \alpha=8^\circ;$ $\lambda=5^\circ$

Розрахунок режимів різання розрахунково-аналітичним методом.

010 Вертикально-фрезерна.

Перехід 1. Фрезерувати площину в р-р 25,5.

Інструмент - торцьова фреза. Матеріал різальної частини - BK8.

1. Глибина різання $t=1,25$. Ширина фрезерування $B=296,4$ мм.

2. Подача на зуб $S_z=0,04$ мм/зуб. [4, с. 420, табл. 33].

Подача на оберт $S_{об}=S_z \cdot z=0,04 \cdot 30=1,2$ мм/об, (1.32)

Де $z=30$ - кількість зубів фрези.

3. Швидкість різання розрахуємо за формулою:

$$v = \frac{C_v \cdot D^{q_v}}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot S^{y_v} \cdot B^u \cdot z^p} \cdot k_0, \quad (1.33) \quad [4, \text{с. 444}]$$

де $C_v=445; q_v=0,2; x_v=0,15; y_v=0,35; u=0,2; p=0; m=0,32$ - коефіцієнти в формулі швидкості різання [4, с. 442, табл. 37].

					БР.ПМ-581.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$T=300$ хв. - стійкість інструменту [4, с. 494, табл. 3.8].

$k_v=k_{Mv} \cdot k_{nv} \cdot k_{uv}$ - поправочний коефіцієнт на швидкість різання,
де k_{Mv} - коефіцієнт, що відображує якість оброблюваного матеріалу,

$$k_{Mv} = \left(\frac{190}{HB} \right)^n \quad (1.34) [4, \text{с. 424, табл.9}],$$

$n=1,25$ [4, с. 424, табл. 10],

$$k_{Mv} = \left(\frac{190}{220} \right)^{1,25} = 0,83,$$

$k_{nv}=0,85$ [4, с. 426, табл. 14] - коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки;

$k_{uv}=0,83$ [4, с. 426, табл. 15] - коефіцієнт, що враховує матеріал різальної частини.

$$k_v = 0,83 \cdot 0,85 \cdot 0,83 = 0,59,$$

$$v = \frac{445 \cdot 315^{0,2}}{300^{0,32} \cdot 1,25^{0,15} \cdot 0,04^{0,35} \cdot 296,4^{0,2} \cdot 30^0} \cdot 0,59 = 115,1 \text{ м/хв.}$$

При $\varphi=45 \rightarrow v=115,1 \cdot 1,1=126,6$ м/хв. - див. примітку до табл. 37 [4, с. 443].

4. Частота обертання фрези

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 126,6}{\pi \cdot 315} = 128 \text{ хв}^{-1} \quad (1.35)$$

$n_{min}=50 \text{ хв}^{-1}$; $n_{max}=2500 \text{ хв}^{-1}$; $\varphi=1,26$ - із паспортних даних верстату

$$\varphi^x = n_{розр} / n_{min} = 128 / 50 = 2,56 \quad (1.36);$$

$$\varphi^x = 2 \quad [1, \text{табл. 13}].$$

Фактичні частоти обертання фрези

$$n_\phi = n_{min} \cdot \varphi^x = 50 \cdot 2 = 100 \text{ хв}^{-1}. \quad (1.37)$$

5. Дійсна швидкість різання

$$v_\delta = \frac{\pi \cdot D \cdot n_\phi}{1000} = \frac{\pi \cdot 375 \cdot 100}{1000} = 98,91 \text{ м/хв.} \quad (1.38)$$

6. Хвилинна подача $S_{xв} = S_0 \cdot n_\phi = 1,2 \cdot 100 = 120$ мм/хв. (1.39)

7. Сили, що виникають при фрезеруванні

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^{x_p} \cdot S^{y_p} \cdot B^u \cdot z}{D^g \cdot n^\omega} \cdot k_p, \quad (1.40)$$

де $C_p=54,5$; $x_p=0,9$; $y_p=0,74$; $u=1$; $g=1$; $\omega=0$ - коефіцієнти і показники степенів у формулі сили різання [4, с. 445, табл. 3.9].

					БР.ПМ-581.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

$$k_p = k_{mp} = \left(\frac{HB}{190}\right)^n = \left(\frac{220}{190}\right)^1 = 1,16 \quad (1.41) - \text{поправочний коефіцієнт на силу різання}$$

[4, с. 430, табл. 20, 21].

$$P_z = \frac{10 \cdot 54,4 \cdot 1,25^{0,9} \cdot 0,04^{0,74} \cdot 296,4^{1,0} \cdot 30}{315^{1,0} \cdot 120^0} \cdot 1,16 = 2012 \text{ Н.}$$

8. Потужність різання

$$N_{\text{різ}} = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{2012 \cdot 98,91}{1020 \cdot 60} = 3,25 \text{ кВт} \quad (1.42).$$

Співставимо потужність різання із потужністю ГОЛОВНОГО приводу верстату
 $N_{\text{ел}} = 7,5 \text{ кВт.}$

9. Основний час обробки

$$T_0 = \frac{L}{S_{\text{хв}}} = \frac{320 + 31}{120} = 2,93 \text{ хв,} \quad (1.43)$$

де $L = l + l_1 + l_2$ - довжина робочого ходу інструменту,

l - довжина деталі,

$l_1 + l_2 = 31 \text{ мм}$ - сумарна величина врізання та перебігу інструменту [2, с. 622, табл. 6].

Операція 020 Свердлильно-фрезерна ЧПК.

Перехід 6. Чорнове розточування отворів 14 і 15 з $\varnothing 26 \pm 0,55$ до $\varnothing 30^{+0,31}$

1. Глибина різання $t = (D_{\text{max}} - D_{\text{min}}) / 2 = (30 - 26) / 2 = 2 \text{ мм.}$

2. Подача $S_0 = 0,28 \text{ мм/об}$ [4, с. 419, табл. 3]

3. Швидкість різання

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot S^{y_v}} \cdot k_v \quad (1.44) \quad [4, \text{с. 415}],$$

де $C_v = 243$; $x_v = 0,15$; $y_v = 0,4$; $m = 0,2$ [4, с. 422, табл. 8],

$T = 60 \text{ хв.}$ [4, с. 424, табл. 11],

$k_v = 0,59$ - із попередніх розрахунків,

$$v = \frac{243}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,28^{0,4}} \cdot 0,59 = 94,8 \text{ м/хв.}$$

4. Частоти обертання оправки

$$n_{\text{розр}} = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 94,8}{\pi \cdot 30} = 1006 \text{ хв}^{-1},$$

$n_{\text{min}} = 30 \text{ хв}^{-1}$; $n_{\text{max}} = 3000 \text{ хв}^{-1}$; $\varphi = 1,26$ - із паспортних даних верстату

					БР.ПМ-581.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

$$\varphi^x=1006/30=33,53; \varphi^x=32 [1, \text{ с.254, табл. 13}].$$

$$n_\varphi=32 \cdot 30=960 \text{ хв}^{-1}.$$

5. Дійсна швидкість різання:

$$v_\delta = \frac{\pi \cdot 30 \cdot 960}{1000} = 90,43 \text{ м/хв.}$$

6. Хвилинна подача $S_{x\delta}=S_0 \cdot n_\varphi=0,28 \cdot 960=268,8 \text{ мм/хв.}$

7. Тангенційна складова сили різання:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^{x_p} \cdot S^{y_p} \cdot n^v \cdot k_p, \text{ Н (1.46) [4, с. 427],}$$

де $C_p=92; x_p=1; y_p=0,75; n=0$ [4, с. 429, табл. 20],

$k_p=k_{Mp} \cdot k_{\varphi p} \cdot k_{\gamma p} \cdot k_{\lambda p} \cdot k_{rp}$ (1.46) - поправочний коефіцієнт на силу різання [4, с. 427],

$$\text{де } k_{Mp} = \left(\frac{HB}{190}\right)^n = \left(\frac{220}{190}\right)^{0,4} = 1,06, [4, \text{ с. 430, табл. 21, 22}],$$

$k_{\varphi p}=0,94; k_{\gamma p}=1,0; k_{\lambda p}=1,0; k_{rp}=0,93$ - коефіцієнти, що залежать від геометрії різальної частини інструменту [4, с. 432, табл. 24],

$$k_p=1,06 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93=0,93,$$

$$P_z = 10 \cdot 92 \cdot 2^1 \cdot 0,28^{0,75} \cdot 90,43^0 = 659 \text{ Н.}$$

8. Потужність різання:

$$N_{\text{різ}} = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{659 \cdot 9043}{1020 \cdot 60} = 0,97 \text{ кВт}$$

Потужність електродвигуна приводу шпинделя $N_{el}=5,5 \text{ кВт.}$

10. Основний час обробки

$$T_0 = \frac{l}{S_{x\delta}} \cdot i = \frac{20+2+1}{268,8} \cdot 2 = 0,21 \text{ хв,}$$

де $i=2$ - кількість переходів,

$l_1=2 \text{ мм, } l_2=1 \text{ мм}$ [2, с. 620, табл. 2],

$l=25 \text{ мм}$ - довжина оброблюваної поверхні.

Операція 030. Вертикально-свердлильна ЧПК

Перехід 3. Свердлити отвори 9 і 10 $\varnothing 10,2 \text{ мм}$ під різьбу.

1. Глибина різання $t=D/2=10,2/2=5,1 \text{ мм}$ (1.47).

2. Подача $S_0=0,12 \text{ мм/об}$ [4, с. 433, табл. 27]

3. Швидкість різання:

					БР.ПМ-581.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

$$v = \frac{C_v \cdot D^{q_v}}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot S^{y_v}} \cdot k_v, \text{ м/хв. (1.48) [4, с. 435],}$$

$$C_v=14,7; q_v=0,25; x_v=0; y_v=0,55; m=0,125 \text{ [4, с. 434, табл. 28],}$$

$$T=35 \text{ хв. [4, с. 435, табл. 29],}$$

$$k_v=k_{Mv} \cdot k_{uv} \cdot k_{lv},$$

де $k_{Mv}=0,83$ - із попередніх розрахунків,

$$k_{uv}=0,83 \text{ [4, с.426, табл. 15],}$$

$k_{lv}=1$ - коефіцієнт, що залежить від співвідношення l/d [4, с. 436, табл. 30],

$$k_v=0,83 \cdot 0,83 \cdot 1,0=0,69,$$

$$v = \frac{14,7 \cdot 10,2^{0,25}}{35^{0,125} \cdot 5,1^0 \cdot 0,12^{0,55}} \cdot 0,69 = 54,1 \text{ м/хв.}$$

4. Частота обертання свердла:

$$n_{розр} = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 54,1}{\pi \cdot 10,2} = 1689 \text{ хв}^{-1},$$

$n_{min}=45 \text{ хв}^{-1}$; $n_{max}=2000 \text{ хв}^{-1}$; $\varphi=1,26$ - із паспортних даних верстату,

$$\varphi^x=1689/45=37,53; \varphi^x=32 \text{ [1, с.254, табл. 13].}$$

$$n_\delta=45 \cdot 32=1140 \text{ хв}^{-1}.$$

5. Дійсна швидкість різання

$$6. v_\delta = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{\pi \cdot 10,2 \cdot 1140}{1000} = 36,5 \text{ м/хв.}$$

7. Хвилинна подача $S_{xe}=0,12 \cdot 1140=136,8 \text{ мм/хв.}$

8. Крутний момент і осьова сила:

$$M_{кр}=10 \cdot C_m \cdot D^{q_m} \cdot S^{y_m} \cdot k_p, \text{ Нм (1.48) [4, с. 435],}$$

де $C_m=0,012$; $q_m=2,2$; $y=0,8$ [4, с. 436, табл. 31],

$$P_0=10 \cdot C_p \cdot D^{y_p} \cdot S^{y_p} \cdot k_p, \text{ Н [4, с. 435],}$$

де $C_p=42$; $q_p=1,2$; $y=0,75$ [4, с. 436, табл. 31],

$$k_p = k_{Mp} = \left(\frac{HB}{190} \right)^n = \left(\frac{220}{190} \right)^{0,6} = 1,09 \text{ [4, с. 430, табл. 21, 22],}$$

$$M_{кр}=10 \cdot 0,012 \cdot 10,2^{2,2} \cdot 0,12^{0,2} \cdot 1,09=3,97 \text{ Нм,}$$

$$P_0=10 \cdot 42 \cdot 10,2^{1,2} \cdot 0,12^{0,75} \cdot 1,09=1515 \text{ Н.}$$

9. Потужність різання

$$N_{риз} = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{3,97 \cdot 1140}{9750} = 0,46 \text{ кВт. (1.49).}$$

					БР.ПМ-581.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Потужність електродвигуна головного приводу $N_{el}=4$ кВт.

10. Основний час обробки

$$T_0 = \frac{L}{S_{xg}} \cdot i = \frac{34+2}{136,8} \cdot 2 = 0,53 \text{ хв.},$$

$$l_1+l_2=2 \text{ мм [2, с. 620, табл. 3].}$$

На інші переходи розрахунок режимів різання ведемо нормативним методом по літературі [2]. Дані розрахунків зводимо до таблиці 1.10.

Таблиця 1.10 – Режими різання

№ операції, переходу та його зміст	Розміри поверхні		Режими різання								
	D/B, мм	L, мм	t, мм	S ₀ , мм/об	T, хв.	v _n , м/хв.	n _g , хв ⁻¹	n, хв ⁻¹	u, м/хв.	N, кВт	T ₀ , хв
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
010 Вертикально-фрезерна											
1. Фрезерувати пов. 1 і 2 в р-р 25,5	296,4	320,4	1,25	1,2	300	115,1	128	100	98,91	3,25	5,86
2. Фрезерувати пов. 1 і 2 в р-р 25	296,4	320,4	0,25	1,8	300	175	176	160	158	1,6	2,37
020 Свердлильно-фрезерна ЧПК											
1. Фрезерувати пов. 1-12 по контуру	25	1140	3,2 2,4	1,5	100	25	195	190	23,9	2,3	4
2. Фрезерувати пов. 1 в р-р 314	25	290	0,8	1,2	100	20	158	150	18,84	1,2	1,61
3. Фрезерувати пов. 6 і 8 попередньо	25	340	0,5	1,2	100	20	158	150	18,84	1,0	1,89
4. Фрезерувати пов. 6 і 8 остаточно	25	340	0,3	0,6	100	34	268	240	30,1	1,4	2,36
5. Фрезерувати паз 13 на глибину 5.	25	5	0,25	1,5	100	25	398	380	23,9	2,3	0,01
6. Чорнове розточування отв. 14 і 15 до Ø30	6	25	2	0,28	60	54,8	1006	960	90,43	1,0	0,21
7. Напівчистове розточування отв. 14 і 15 до Ø31,7	31,7	25	0,85	0,25	60	151,8	1525	1520	150	0,57	0,18

					БР.ПМ-581.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження табл. 1.10.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8. Чистове розточування отв. 14 і 15 до $\varnothing 32^{+0,062}$	32	25	0,15	0,2	60	169	1682	1520	152,7	0,36	0,16
9. Послідовне центрування отв. 16-19	3	4	1,5	0,03	45	41,2	4374	960	9,04	0,11	0,69
10. Свердління отв. 16 і 17 $\varnothing 15,5$	15,5	25	7,75	0,35	30	63,1	1296	1200	58,4	1,26	0,14
11. Зенкерування отв. 16 і 17 до $\varnothing 15,8$	15,8	25	0,15	0,3	30	82,5	1663	1520	75,4	0,23	0,11
12. Розвертування отв. 16 і 17 до $\varnothing 16H9$	16	25	0,1	0,7	45	30	597	480	24,1	0,15	0,15
13. Свердління отв. 18 і 19 $\varnothing 4,2$ в р-р 12,5	4,2	12,5	2,1	0,93	20	52,5	3980	480	6,33	0,09	1,74
14. Зенкерування фасок $1 \times 45^\circ$ в отв. 18 і 19	4,2	1	1	0,1	20	57,5	4960	960	12,66	0,11	0,02
15. Нарізання різьби M5 в отв. 18 і 19	5	12,5	0,4	0,8	90	8	510	480	7,5	0,09	0,08
030 Вертикально-свердлильна ЧПК											
1. Центрування отв. 1-12 послідовне	3	4	1,5	0,03	45	41,2	4374	960	9,04	0,06	1,67
2. Свердління отв. 1-8 $\varnothing 6,8$ послідовне	6,8	30 24	3,4	0,05	35	53,1	2486	960	15,4	0,4	3,33
3. Свердління отв. 9 і 10 $\varnothing 10,2$	10,2	35	5,1	0,09	35	37,6	1140	1140	37,6	0,9	0,74
4. Свердління отв. 11 і 12 $\varnothing 5,8$ в р-р 20	5,8	20	2,9	0,08	35	53,1	2916	720	13,11	0,09	0,8
5. Попереднє розвертання отв. 11 і 12 до $\varnothing 5,9$	5,9	20	0,05	1,0	40	30	1619	910	16,86	0,1	0,04
6. Остаточне розвертання отв. 11 і 12 до $\varnothing 6^{+0,03}$	6	10	0,05	0,6	40	30	1592	910	17,14	0,1	0,07
7. Зенкерування фасок $2 \times 45^\circ$ в отв. 9 і 20 і фасок $1,5 \times 45^\circ$ в отв. 1-8, 11, 12	1218	2 1,5	2 1,5	0,1	20	63,25	1618	1600	60,2	0,09	0,06
8. Нарізання різьби в отв. 1-8 в р-р 25 і 20 - M8	8	20 25	0,6	1,25	90	10	398	284	7,93	0,11	1,06
9. Нарізання різьби в отв. 9 і 10 в р-р 35 -M12	12	35	0,9	1,75	90	12	318	284	11,9	0,14	0,27

					БР.ПМ-581.00.000 ПЗ						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

1.5.3 Нормування технологічного процесу

Опишемо процедуру нормування першої операції.

Операція 010. Вертикально-фрезерна (верстат мод. 6P13).

1. Основний час обробки:

$$T_0=5,86+2,37+8,23 \text{ хв. (1.64)}$$

2. Допоміжний час на операцію:

$$T_{дон}=\sum t_{уст} + \sum t_{пер} + \sum t_{вим}, \text{ (1.65)}$$

де $\sum t_{пер}=0,06+0,2=0,26$ хв. - час, пов'язаний з переходом [5, с. 78, К10, поз 31].

$\sum t_{уст}=0,35 \cdot 4=1,4$ хв. - час на установку, зняття та закріплення деталі [5, с. 78, К10, поз. 31],

$\sum t_{вим}=0,26 \cdot 2=0,52$ хв. - час на вимірювання (мікрометром) [5, с. 82, К15, поз. М7]

$$T_{дон}=1,4+0,26+0,52=2,18 \text{ хв.}$$

3. Операційний час:

$$T_{он}=T_0+T_{дон}=8,23+2,18=10,41 \text{ хв. (1.66)}$$

4. Час на обслуговування робочого місця:

$$T_{обсл} = T_{он} \cdot \frac{a_{обсл}}{100} = 10,41 \cdot \frac{3}{100} = 0,3 \text{ хв, (1.67),}$$

де $a_{обсл}=3\%$ [5, с. 90, К46, поз. 27].

5. Час на відпочинок та особисті потреби:

$$T_{відп} = T_{он} \cdot \frac{a_{відп}}{100} = 10,41 \cdot \frac{4}{100} = 0,42 \text{ хв,}$$

де $a_{відп}=4\%$ [5, с. 90, К 46; поз. 27].

6. Штучний час:

$$T_{шт} = T_{он} + T_{обсл} + T_{відп} = 10,41 + 0,31 + 0,42 = 11,14 \text{ хв. (1.68)}$$

7. Підготовчо-заключний час.

На організаційну підготовку

$$T_{н.з.1} = 4 + 10 + 2 + 2 = 18 \text{ хв. [5, с. 10, К26, поз. 1-4].}$$

На налагодження верстату, пристроїв, інструментів.

					БР.ПМ-581.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

$T_{n.3.2}=6+2,2+0,3+3,5+1,3+0,7=13,7$ хв. [5, с. 102, К26, поз. 11, 19, 21, 28, 30, 31]

$$T_{n.3}=T_{n.3.1}+T_{n.3.2}=18+13,7=31,7 \text{ хв. (1.69).}$$

8. Штучно-калькуляційний час:

$$T_{ум.к}=T_{ум}+T_{n.3}/n=11,14+31,7/58=11,69 \text{ хв., (1.70)}$$

де $n=58$ - число деталі в партії.

На інші операції технологічного процесу нормування проводимо табличним методом по літературі [5] і далі заносимо до таблиці 1.11.

Таблиця 1.11 - Технічні норми часу по операціям.

№ операції та переходу	T_0 , хв.	$T_{дон}$, хв.			$T_{оп}$, хв.	$T_{обсл}$		$T_{відн}$		$T_{ум}$, хв.	$T_{n.3}$, хв.	$T_{ум.к}$, хв.
		$T_{уст}$	$T_{пер}$	$T_{вим}$		%	хв.	%	хв.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
010												
1	5,86	0,7	0,26	0,26	10,41	3	0,31	4	0,42	11,14	31,7	11,69
2	2,37	0,7		0,26								
020												
1	4			0,72								
2	1,61			0,18								
3	1,89			-								
4	2,36			-								
5	0,01			0,18								
6	0,21			-								
7	0,18	0,25	0,6	-	14,35	7	1,13	7	1,13	18,48	27,85	18,96
8	0,16			0,23								
9	0,69			-								
10	0,14			0,1								
11	0,11			-								
12	0,15			0,18								
13	1,74			0,1								
14	0,02			-								
15	0,08			0,56								
030												
1	1,67			-								
2	3,33			0,4								
3	0,74			0,1								
4	0,80			0,1								
5	0,04	0,6	0,32	-	10,54	4	0,42	4	0,42	11,38	23	11,78
6	0,07			0,18								
7	0,06			-								
8	1,06			0,24								
9	0,27			0,56								

					БР.ПМ-581.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.5.4 Розрахунки пов'язані із картою наладки

Внесено в розрахунково-технологічну карту всю основну геометричну і технологічну інформацію, потрібну для складання керуючої програми на верстат 21104Н7Ф4.

Таблиця 1.12 – Розрахунково-технологічна карта

Ділянка траєкторії	Опорна точка	Координати опорної точки			Режими різання			Номер інструмента
		X	Y	Z	n, хв ⁻¹	S _o , мм/об	S _o , мм/хв	
	0	-165	387	180	-	-	-	m ₁
0-1	1	-165	203	144	-	-	10000	
1-2	2	-165	140	144	190	1,5	285	
2-3	3	-145	120	144	190	0,9	171	
3-4	4	-108,5	120	144	190	0,9	171	
4-5	5	-136,34	120	144	190	0,9	171	
5-6	6	-146,34	117,32	144	190	0,9	171	
6-7	7	-162,32	105	144	190	0,9	171	
7-8	8	-165	95	144	190	0,9	171	
8-9	9	-165	0	144	190	1,5	285	
9-10	10	-145	-20	144	190	1,5	285	
10-11	11	145	-20	144	190	1,5	285	
11-12	12	165	0	144	190	1,5	285	
12-13	13	165	95	144	190	1,5	285	
13-14	14	162,32	105	144	190	0,9	285	
14-15	15	146,34	117,32	144	190	0,9	171	
15-16	16-	136,34	120	144	190	0,9	171	
16-17	17	108,5	120	144	190	0,9	171	
17-18	18	145	120	144	190	0,9	171	
18-19	19	165	140	144	190	0,9	171	
19-20	20	165	192	144	190	1,5	171	
20-21	21	159,14	206,14	144	190	1,5	285	
21-22	22	37,14	328,14	144	190	1,5	285	
22-23	23	23	334	144	190	1,5	285	
23-24	24	-23	334	144	190	1,5	285	
24-25	25	-37,14	328,14	144	190	1,5	285	
25-26	26	-165	200,28	144	190	1,5	285	
26-0	0	-165	387	180	-	-	10000	
	0	-1650	387	180	-	-	-	
0-1	1	0	-15	180	-	-	10000	
1-2	2	0	-15	136	380	1,5	570	
2-3	3	0	-10	136	380	1,5	570	
3-4	4	0	-15	136	380	1,5	570	
4-5	5	0	-15	180	380	1,5	570	
5-0	0	-165	387	180	-	-	10000	
	0	-165	387	180	-	-	-	

					БР.ПМ-581.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 1.12

Діаметр траєкторії	Опорна точка	Координати опорної точки			Режими різання			Номер інструмента	
		X	Y	Z	n, хв ⁻¹	S _o , мм/об	S _o , мм/хв		
0-1	1	-115	198	120	-	-	10000	m ₃	
1-2	2	-115	198	115	1520	0,03	45,6		
2-3	3	-115	198	180	960	0,03	28,8		
3-4	4	115	198	180	960	-	10000		
4-5	5	115	198	115	960	0,03	28,8		
5-6	6	115	198	180	960	0,03	28,8		
6-7	7	135	56	180	960	-	10000		
7-8	8	135	56	165	960	0,03	28,8		
8-9	9	135	56	180	960	0,03	28,8		
9-10	10	-135	56	180	960	-	10000		
10-11	11	-135	56	115	960	0,03	28,8		
11-12	12	-135	56	180	960	0,03	28,8		
12-0	0	-165	387	180	-	-	10000	m ₄	
	0	-165	387	180	-	-	-		
0-1	1	-70	208,4	180	-	-	10000		
1-2	2	-70	208,4	122	960	0,28	268,8		
2-3	3	-70	208,4	180	960	0,28	268,8		
3-4	4	70	208,4	180	960	-	10000		
4-5	5	70	208,4	122	960	0,28	268,8		
5-6	6	70	208,4	180	960	0,28	268,8		
6-0	0	-165	387	180	-	-	10000		
	0	-165	387	180	-	-	-		
0-1	1	-70	208,4	180	-	-	10000		m ₅
1-2	2	-70	208,4	122	1520	0,28	425,6		
2-3	3	-70	208,4	180	1520	0,28	425,6		
3-4	4	70	208,4	180	1520	-	10000		
4-5	5	70	208,4	122	1520	0,28	425,6		
5-6	6	70	208,4	180	1520	0,28	425,6		
6-0	0	70	387	180	-	-	10000		
	0	-165	387	180	-	-	-	m ₆	
0-1	1	-70	208,4	180	-	-	10000		
1-2	2	-70	208,4	122	1520	0,2	304		
2-3	3	-70	208,4	180	1520	0,2	304		
3-4	4	70	208,4	180	1520	-	10000		
4-5	5	70	208,4	122	1520	0,2	304		
5-6	6	70	208,4	180	1520	0,2	304		
6-0	0	-165	387	180	-	-	10000		
	0	-165	387	180	-	-	-		

					БР.ПМ-581.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 1.12

Діаметр траєкторії	Опорна точка	Координати опорної точки			Режими різання			Номер інструмента
		X	Y	Z	n, хв ⁻¹	S _o , мм/об	S _o , мм/хв	
	0	-165	387	180	-	-	-	m ₇
0-1	1	-115	198	180	-	-	10000	
1-2	2	-115	198	100	1200	0,35	420	
2-3	3	-115	198	180	1200	0,35	420	
3-4	4	115	198	180	1200	-	10000	
4-5	5	115	198	100	1200	0,35	420	
5-6	6	115	198	180	1200	0,35	420	
6-0	0	-165	198	180	-	-	10000	
	0	-165	387	180	-	-	-	m ₈
0-1	1	-115	387	180	-	-	10000	
1-2	2	-115	198	180	1520	0,3	456	
2-3	3	-115	198	100	1520	0,3	456	
3-4	4	115	198	180	1520	-	10000	
4-5	5	115	198	180	1520	0,3	456	
5-6	6	115	198	100	1520	0,3	456	
6-0	0	-165	387	180	-	-	10000	
	0	-165	387	180	-	-	-	m ₉
0-1	1	-115	198	180	-	-	10000	
1-2	2	-115	198	105	480	0,7	336	
2-3	3	-115	198	180	480	0,7	336	
3-4	4	115	198	180	480	-	10000	
4-5	5	115	198	105	480	0,7	336	
5-6	6	115	198	180	480	0,7	336	
6-0	0	-165	387	180	-	-	10000	
	0	-165	387	180	-	-	-	m ₁₀
0-1	1	-135	56	180	-	-	10000	
1-2	2	-135	56	142,5	480	0,03	14,4	
2-3	3	-135	56	180	480	0,03	14,4	
3-4	4	135	56	180	480	-	10000	
4-5	5	135	56	142,5	480	0,03	14,4	
5-6	6	-165	56	180	480	0,03	14,4	
6-0	0	-165	387	180	-	-	10000	
	0	-135	387	180	-	-	-	m ₁₁
0-1	1	-135	56	129	-	-	10000	
1-2	2	-135	56	180	960	0,1	96	
2-3	3	135	56	180	960	0,1	96	
3-4	4	135	56	129	960	-	10000	
4-5	5	135	56	180	960	0,1	96	
5-6	6	-165	56	180	960	0,1	96	
6-0	0	-165	56	180	-	-	10000	
	0	-165	387	180	-	-	-	m ₁₂
0-1	1	-135	387	180	-	-	10000	
1-2	2	-135	56	142,5	480	0,8	384	
2-3	3	-135	56	180	480	0,8	384	
3-4	4	135	56	180	480	-	10000	
4-5	5	135	56	142,5	480	0,8	384	
5-6	6	135	56	180	480	0,8	384	
6-0	0	-165	387	180	-	-	-	

					БР.ПМ-581.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 Конструкторська частина

Фрезерно-свердильний пристрій

2.1 Опис призначення, будови і роботи пристрою

Розроблений пристрій призначений для виконання фрезерних, свердильних робіт на деталі “Корпус ПВ-305.01.91”. Обробка здійснюється на свердильно-фрезерному верстаті 21104Н7Ф4. Розміри робочої поверхні стола 630×400мм. Стіл має п'ять Т-подібних пазів шириною 18мм (центральний паз 18Н7 мм). Віддаль між торцем шпинделя і площиною стола знаходиться в межах 50...500 мм. Схема базування заготовки показана в проектному технологічному процесі (див. табл. 1.5).

Пристрій одномісний, одно позиційний, оснащений пневматичним приводом затиску. Складається з нижньої 1 та верхньої 2 плит, що з'єднані між собою стійками 3. В нижній плиті профрезеровані два пази шириною 18 мм. В них кріпляться болти, за допомогою яких пристрій фіксується на верстаті. Будується пристрій на столі за допомогою двох шпонок 21. На верхній плиті кріпляться пластинчаті опори 23, які встановлюються заготовки. При встановленні в пристрій заготовка впирається в три пальці 16. Після встановлення і закріплення заготовки, пальці знімаються і здійснюється обробка. Кріпляться пальці у верхній плиті за допомогою змінних втулок 34. Кільця 19 ланцюжок 18 і болт 33 призначені для того, щоби не загубити пальці.

Для закріплення заготовки, за допомогою розподільного крана стиснуте повітря через верхній штуцер 17 подається у верхню половину пневмокамери 5. Повітря діє на мембрану 12 і вона опускається вниз. При цьому тарілка 11 тягне за собою шток 9. Шток діє на тарілку 7, яка в свою чергу тягне три болта 22. При переміщенні цих болтів вниз, здійснюється їх повертання на кут 90° і затиск заготовки. Це повертання відбувається за рахунок профрезерованої гвинтової канавки на поверхні болта і гвинта 26 в корпусі. При подачі повітря в нижню частину камери процес відбувається в зворотному напрямку.

Корпус пневмокамери 5 із днищем 4 кріпиться за допомогою гвинтів 25. Вітисненню повітря з пневмокамери запобігає ущільнення 14, яке кріпиться за допомогою прижиму 13 і гвинтів 24. Пневмокамера кріпиться до нижньої плити

					БР.ПМ-581.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

за допомогою гвинтів 30. Опора в пристрою запобігає прогинанню верхньої плити при закріпленні заготовки. На верстат пристрій кріпиться за допомогою двох болтів Н16 із шайбами і гайками.

2.2 Розрахунок сил затиску заготовки і визначення основних параметрів механізму затиску

Для розрахунку сил затиску заготовки зобразимо розрахункову схему, на якій покажемо сили, що діють при обробці, реакції опор та розрахункові розміри на рисунку 2.1.

Розглянемо процес фрезерування по контуру, так як при цьому виникають найбільші сили різання.

Визначимо колову силу при фрезеруванні за формулою:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^{x_p} \cdot S^{y_p} B^{u_p} \cdot z}{D^{y_p} \cdot n^{w_p}}, \text{ Н (2.1) [4, с. 444]}$$

$C_p=12,5$; $x_p=0,85$; $y_p=0,75$; $u_p=1,0$; $w_p=-0,15$; $y_p=0,73$; [4, с. 445, табл. 39]

$$P_z = \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 2,4^{0,85} \cdot 0,25^{0,75} \cdot 2,5^1 \cdot 6}{40^{0,75} \cdot 190^{-0,15}} = 1927 \text{ Н.}$$

Так як різальні кромки фрези нахилені під кутом $\omega=30^\circ$ до вертикалі, то визначимо горизонтальну та вертикальну складові сили різання:

$$P_{Zc} = P_z \cdot \cos 30^\circ = 1927 \cdot \cos 30^\circ = 1669 \text{ Н;}$$

$$P_{Zt} = P_z \cdot \sin 30^\circ = 1927 \cdot \sin 30^\circ = 964 \text{ Н.}$$

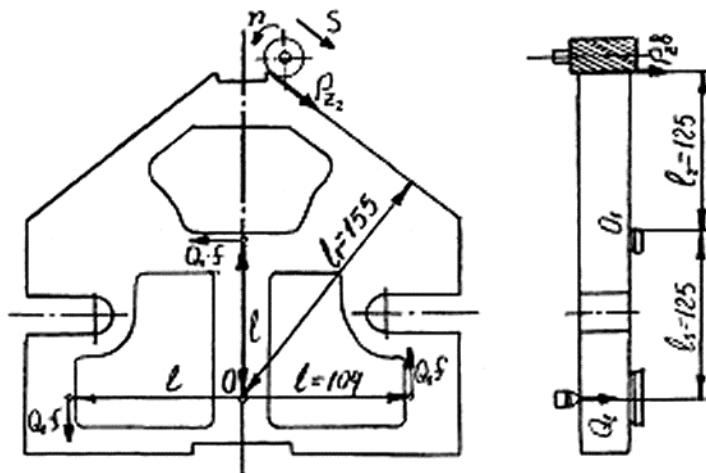


Рисунок 2.1 - Розрахункова схема фрезерно-свердлильного пристрою

При фрезеруванні горизонтальна складова сили різання намагається розвернути деталь навколо точки О. Точка О є центр трикутника, вершинами якого є точки контактів зчеплення з деталлю. При цьому між пластинчатими

					БР.ПМ-581.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

опорами і деталлю, деталлю і прихватами виникають реакції, рівні $Q \cdot f$. Тут f - коефіцієнт тертя між прихватом і поверхнею заготовки, заготовкою і пластинчатою опорою $7 \cdot 0,16$ (поверхня заготовки оброблена, поверхні прихвату і опор гладкі).

Для забезпечення надійності закріплення введемо коефіцієнт надійності

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

де $K_0 = 1,5$ - коефіцієнт гарантованого запасу,

$K_1 = 1,0$ - коефіцієнт, що враховує вид обробки,

$K_2 = 1,4$ - коефіцієнт, що враховує затуплення інструменту,

$K_3 = 1,0$ - коефіцієнт, що враховує умови різання,

$K_4 = 1,0$ - коефіцієнт, що враховує стабільність сили закріплених,

$K_5 = 1,0$ - коефіцієнт, що враховує ергономіку ручних приводів,

$K_6 = 1,0$ - коефіцієнт, що враховує можливість повороту заготовки,

$$K = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,4 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 2,1.$$

Оскільки $K < 2,5$, то приймемо $K = 2,5$.

Складемо рівняння рівноваги згідно розрахункової схеми (рисунок 2.1).

Сума моментів сил відносно точки O рівна $0 (\sum M_O = 0)$

$$k \cdot P_{Zz} \cdot l_1 = 2 \cdot Q_1 \cdot f \cdot l \cdot 3, \quad (2.3)$$

$$Q_1 = \frac{K \cdot P_{Zz} \cdot l_1}{6 \cdot f \cdot l} = \frac{2,5 \cdot 1669 \cdot 15,5}{6 \cdot 0,16 \cdot 104} = 6478 \text{ Н.}$$

Як видно з розрахункової схеми, вертикальна складова сили різання P_{Zz} намагається повернути деталь відносно точки O_1 . Складемо ще одне рівняння суми моментів сил відносно точки O_1 .

$$k \cdot P_{Zz} \cdot l_2 = Q_2 \cdot l_3, \quad (2.3)$$

$$Q_2 = \frac{K \cdot P_{Zz} \cdot l_2}{l_3} = \frac{2,5 \cdot 964 \cdot 125}{125} = 2140 \text{ Н.}$$

$$\text{Загальна сила } Q = Q_1 + Q_2 = 6478 + 2140 = 8888 \text{ Н} \quad (2.4)$$

Вихідну силу на штоці пневмокамери визначаємо за формулою:

$$P = Q \cdot \frac{1}{1 - \frac{3 \cdot l_1}{H} \cdot f} = Q \cdot \frac{1}{1 - \frac{3 \cdot 27,5}{155} \cdot 0,16} = 9715 \text{ Н} \quad (2.5)$$

Визначаємо діаметр мембрани за формулою:

					БР.ПМ-581.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P=0,2(D+D_1)^2 \cdot \rho \cdot \eta, [6, \text{с.19, табл.20}]$$

де D - діаметр мембрани;

$$D_1 - \text{діаметр опорної шайби, } D_1=0,7 \cdot D; (2.6)$$

$\rho=0,4$ МПа - тиск стиснутого повітря;

$\eta=0,85$ - коефіцієнт корисної дії пневмокамери;

$$P=0,2 \cdot (1,7 \cdot D)^2 \cdot \rho \cdot \eta, \text{ звідки}$$

$$D = \sqrt{\frac{P}{0,2 \cdot 1,7^2 \cdot \rho \cdot \eta}} = \sqrt{\frac{9715}{0,2 \cdot 1,7^2 \cdot 0,4 \cdot 0,85}} = 222 \text{ мм} (2.7)$$

Отримане значення заокруглюємо до найближчого більшого стандартного значення і приймаємо діаметр мембрани $D=250$ мм. [7, с.450, табл.11]. тоді дійсна сила закріплення деталі буде рівною:

$$P = 12282 \cdot \frac{1}{1 - \frac{3 \cdot 27,5}{155} \cdot 0,16} = 13425 \text{ Н.} (2.8)$$

2.3 Силовий розрахунок слабих ланок механізму затиску

Слабою ланкою конструкції пневмозатиску є різьба на штоці пневмокамери (див. поз. 9 графічної частини).

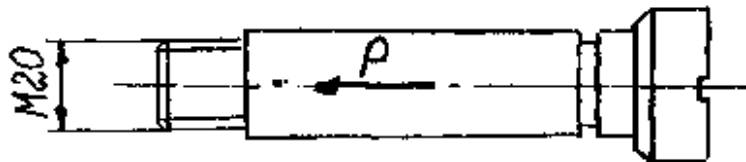


Рисунок 2.2 - Шток пневмокамери

Різьба на штоці пневмокамери є кріпильною і сприймає силу, напрямлену вздовж осі. Для розрахунку різьби на міцність умовно приймають, що осьова сила розподіляється між витками рівномірно. Розрахунок різьби проводиться як перевірочний.

Розрахунок на міцність різьбового з'єднання, де діє тільки осьова сила, виконуємо за формулою:

$$\sigma_p = \frac{4 \cdot P}{\pi \cdot d_1^2} \leq [\sigma_p], \text{ МПа} [9, \text{с. 268}] (2.9)$$

де P - сила на штоці, Н

$d_1=18,36$ мм - внутрішній діаметр різьби [7, с.38, табл.18]

					БР.ПМ-581.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sigma_p = \frac{4 \cdot 13425}{3,14 \cdot 18,376} = 50,64 \text{ МПа},$$

$[\sigma_p]=120$ МПа - допустиме значення границі розтягу для відпаленої сталі 45 [9,с.71].

2.4 Розрахунок пристрою на точність

Розрахунок пристрою на точність зводиться до встановлення допустимої похибки-пристрою, яка залежить від точності геометричного параметру, що забезпечується при обробці та цих елементів технологічної системи, що впливають на неї. Допустима точність виготовлення пристрою (допуск на розмір, що зв'язує елемент пристрою, який визначає положення деталі з виконавчого або установчого поверхнею пристрою) T_{np} визначають за формулою:

$$T_{np} \leq T_3 - 1,2 \sqrt{(0,8 \cdot \varepsilon\delta)^2 + \varepsilon_3^2 + (0,8 \cdot \omega)^2}, \quad (2.10)$$

де T_3 - допуск на виконуваний при обробці заготовки розмір, який залежить від точності розрахованого параметру пристрою;

$\omega=0,09$ мм економічна точність обробки [3, с. 14, табл. 14]

$\varepsilon\delta$ - похибка базування заготовки;

ε_3 - похибка закріплення заготовки, $\varepsilon_3=0$ так як сила закріплення не впливає на точність отриманого розміру.

Похибку базування визначаємо згідно розрахункової схеми, представлену на рисунку 2.3.

$$\varepsilon\delta = \frac{Td}{2} + \Delta_{\max} = 0,0065 + 0,029 = 0,036 \text{ мм}, \quad (2.11)$$

де Td - допуск на діаметр робочої поверхні пальця;

$\Delta_{\max}=D_{\max}-d_{\min}=16,018-15,989=0,029$ мм (2.12) - максимальний зазор між установчою поверхнею пальця і змінною втулкою.

Допуск на розмір, що виконується розраховуємо із тригонометричної залежності (див рисунок 2.3):

$$T_3 = Tl_1 \cdot \cos 45^\circ + Tl_2 \cdot \cos 45^\circ = 0,2 \cdot \cos 45^\circ + 0,2 \cdot \cos 45^\circ = 0,282 \text{ мм}.$$

$$T_{np} \leq 0,282 - 1,2 \sqrt{(0,8 \cdot 0,029)^2 + (0,8 \cdot 0,029)^2} = 0,191 \text{ мм}.$$

					БР.ПМ-581.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

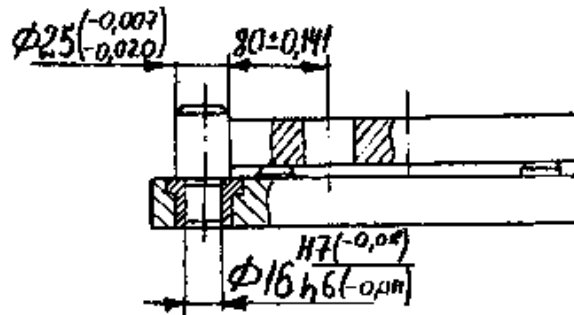
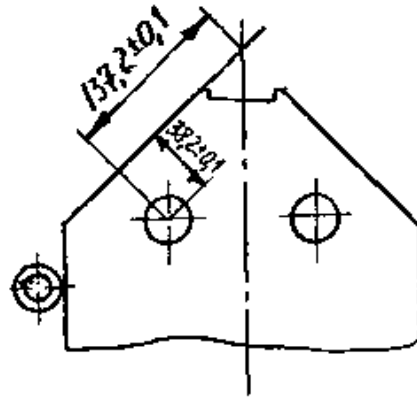


Рисунок 2.3 - Розрахункова схема для визначення похибки базування

2.5 Розрахунок коефіцієнту уніфікації пристрою

Коефіцієнт уніфікації пристрою розраховуємо за формулою:

$$K_y = \frac{\sum Y}{\sum Z} \cdot 100\% = \frac{20}{36} \cdot 100\% = 56\%, \quad (2.13)$$

$\sum Y$ - кількість найменувань уніфікованих деталей;

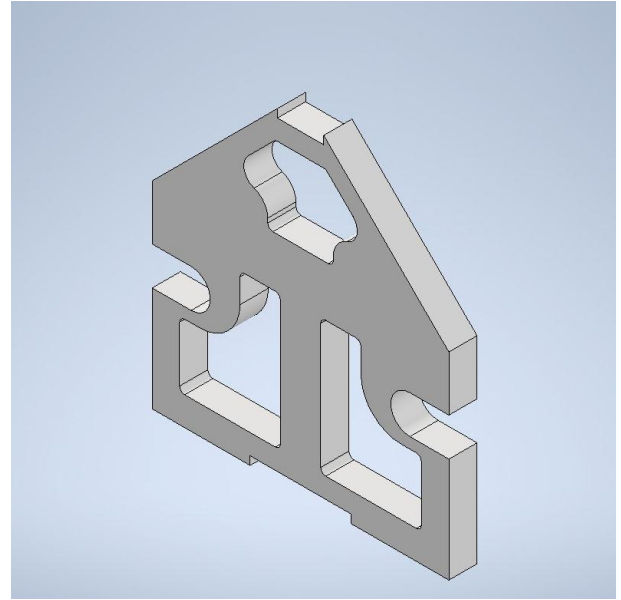
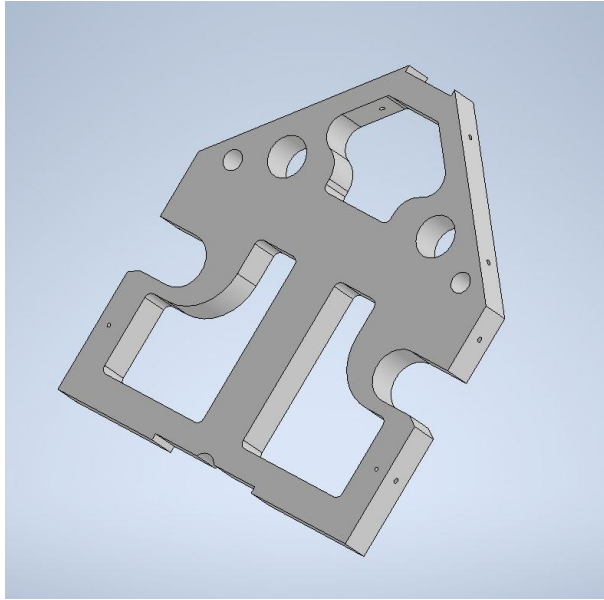
$\sum Z$ - загальна кількість деталей в пристрої.

					БР.ПМ-581.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 Розроблення керуючої програми з ЧПК

Для розроблення керуючої програми обробки «Корпуса ПВ-305.01.91» на верстаті з ЧПК використовують систему PowerMill.

Для роботи в програмі попередньо створюють тривимірні моделі деталі та заготовки. Моделі були створені в програмній системі Autodesk Inventor (рисунки 3.1, а), б)).



а)

б)

Рисунок 3.1 – Тривимірні моделі: а) деталі, б) заготовки

Моделі імпортують в систему PowerMill (рисунки 3.2, 3.3).

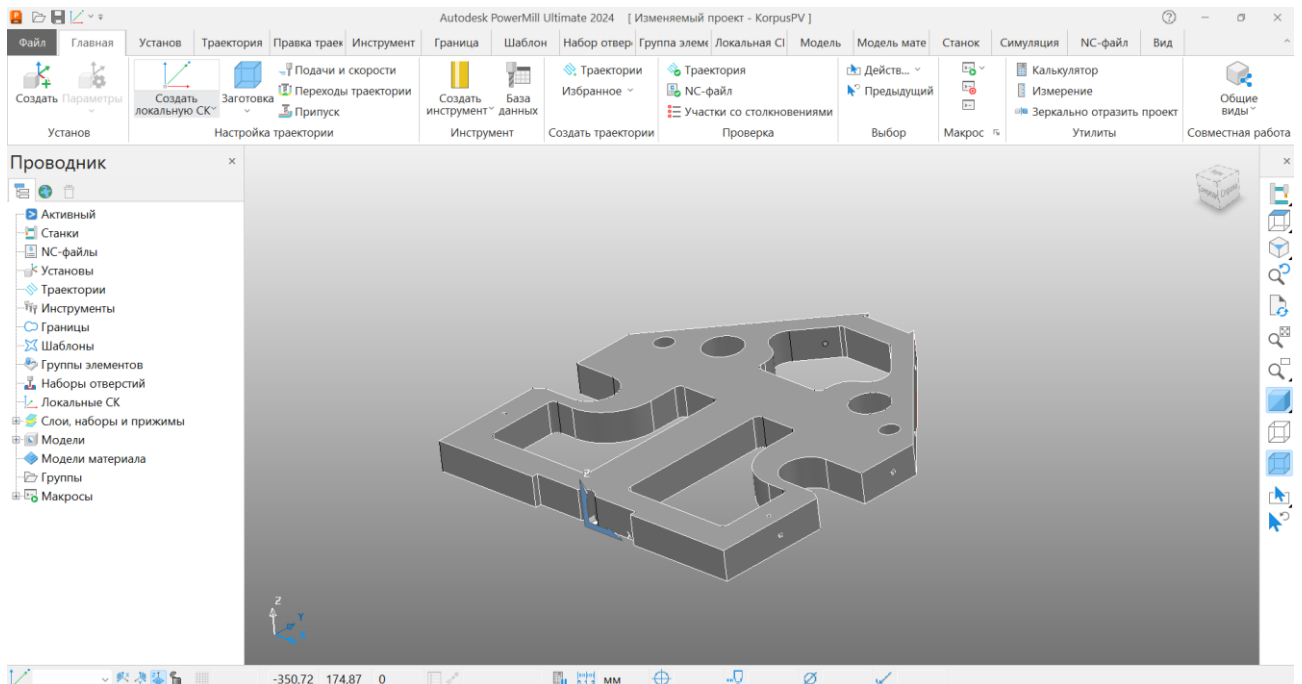


Рисунок 3.2 – Модель деталі, імпортована в систему PowerMill

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-581.00.000 ПЗ				

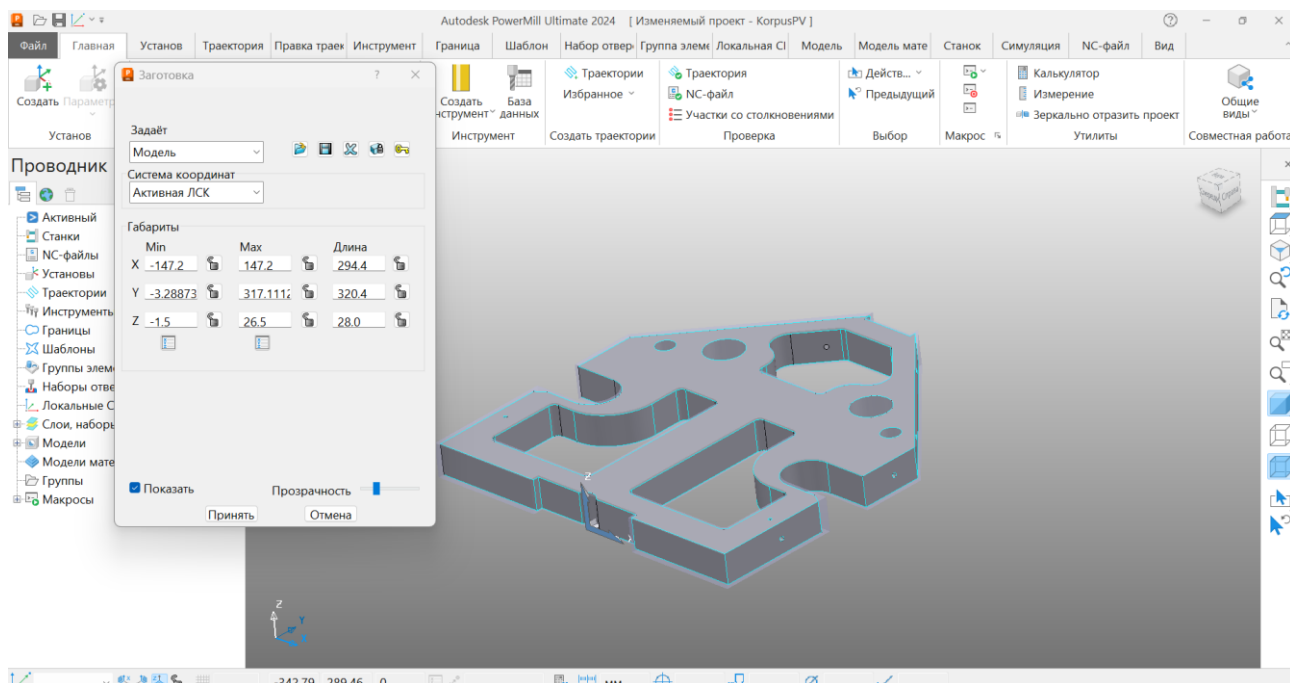


Рисунок 3.3 – Вибір способу задання заготовки

Етапи проектування і розрахунку траєкторій обробки поверхонь корпусу на верстаті з ЧПК показані на рисунках 3.4 – 3.30. Керуючі програми обробки наведені в Додатку.

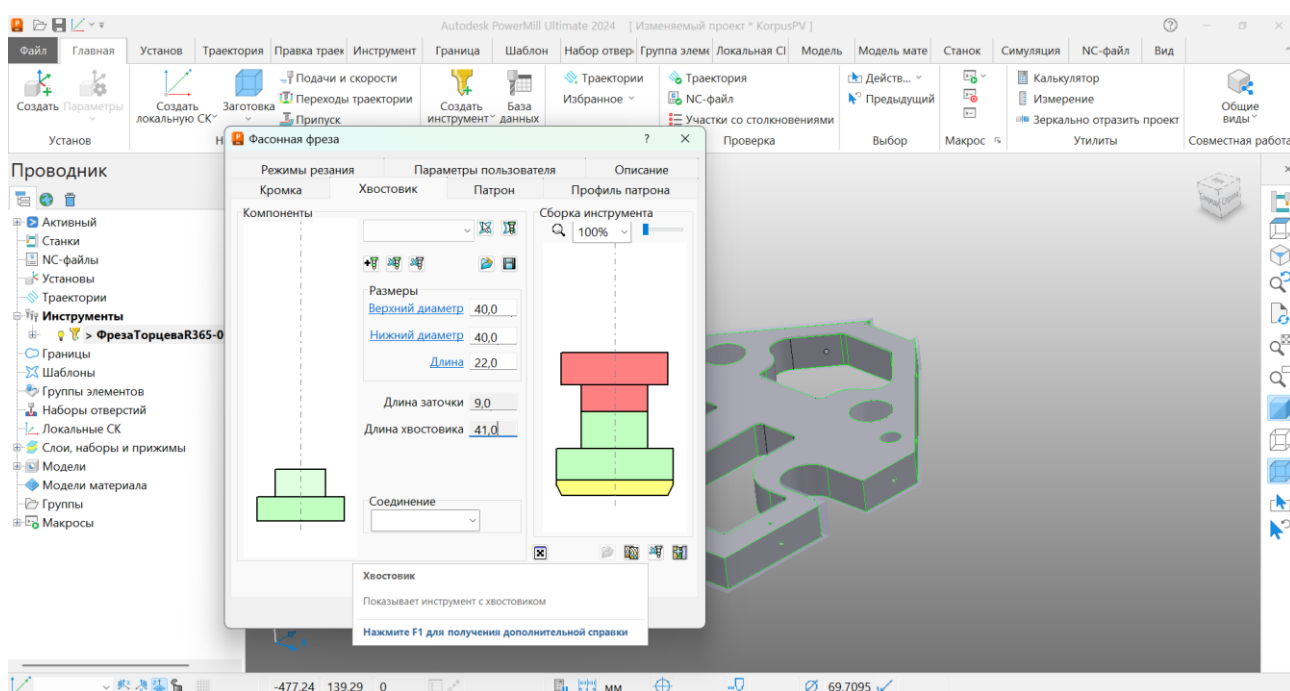


Рисунок 3.4 – Створення моделі торцевої фрези

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-581.00.000 ПЗ				

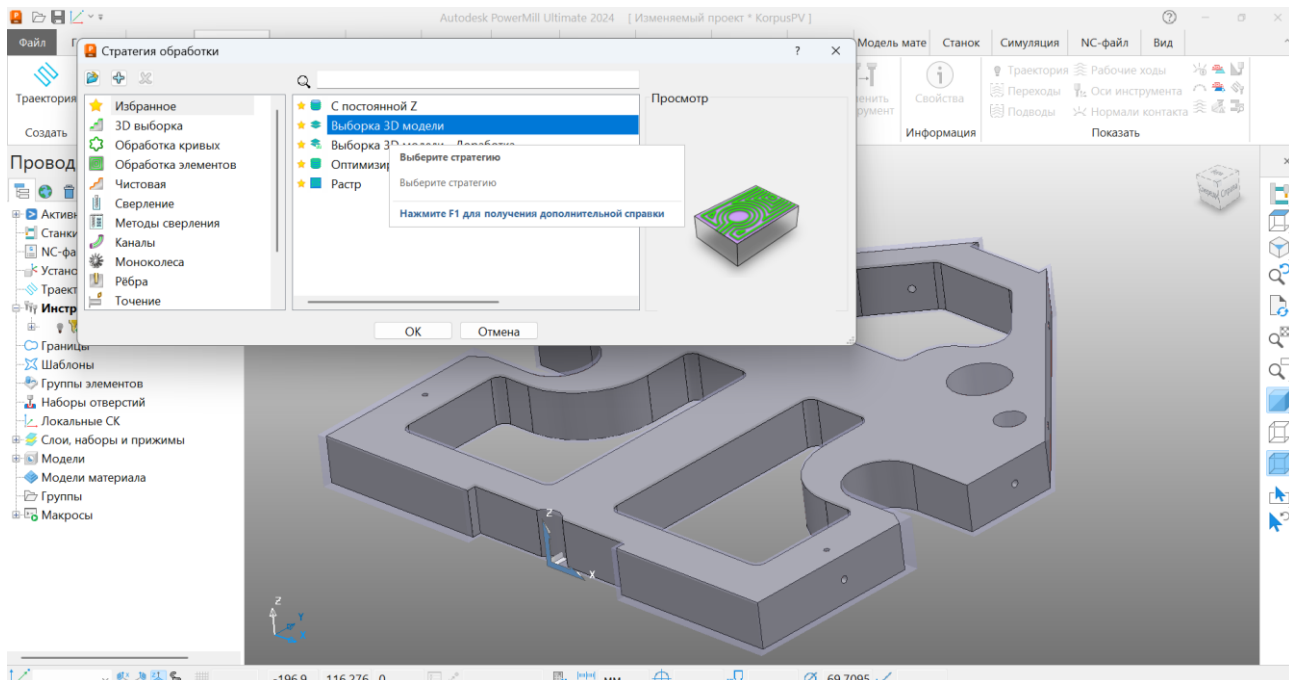


Рисунок 3.5 – Вибір стратегії обробки

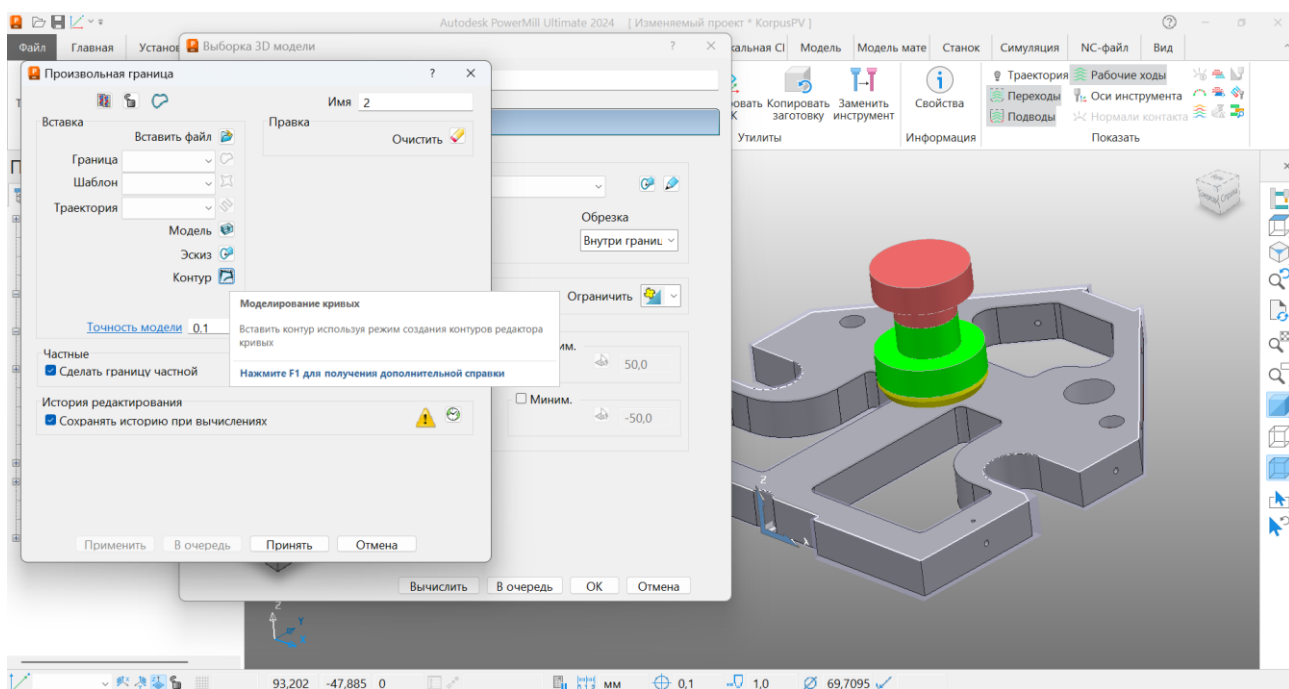


Рисунок 3.6 – Вибір параметрів створення границі оброблення

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-581.00.000 ПЗ

Арк.

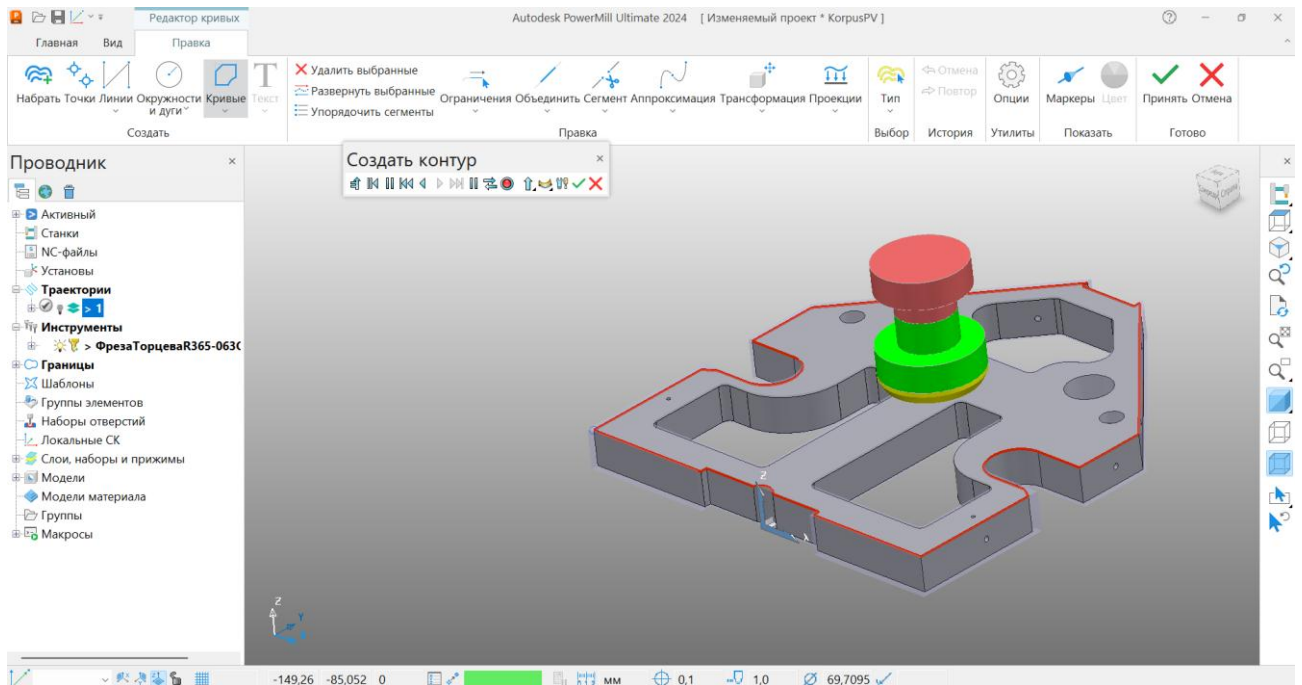


Рисунок 3.7 – Задання контуру границі

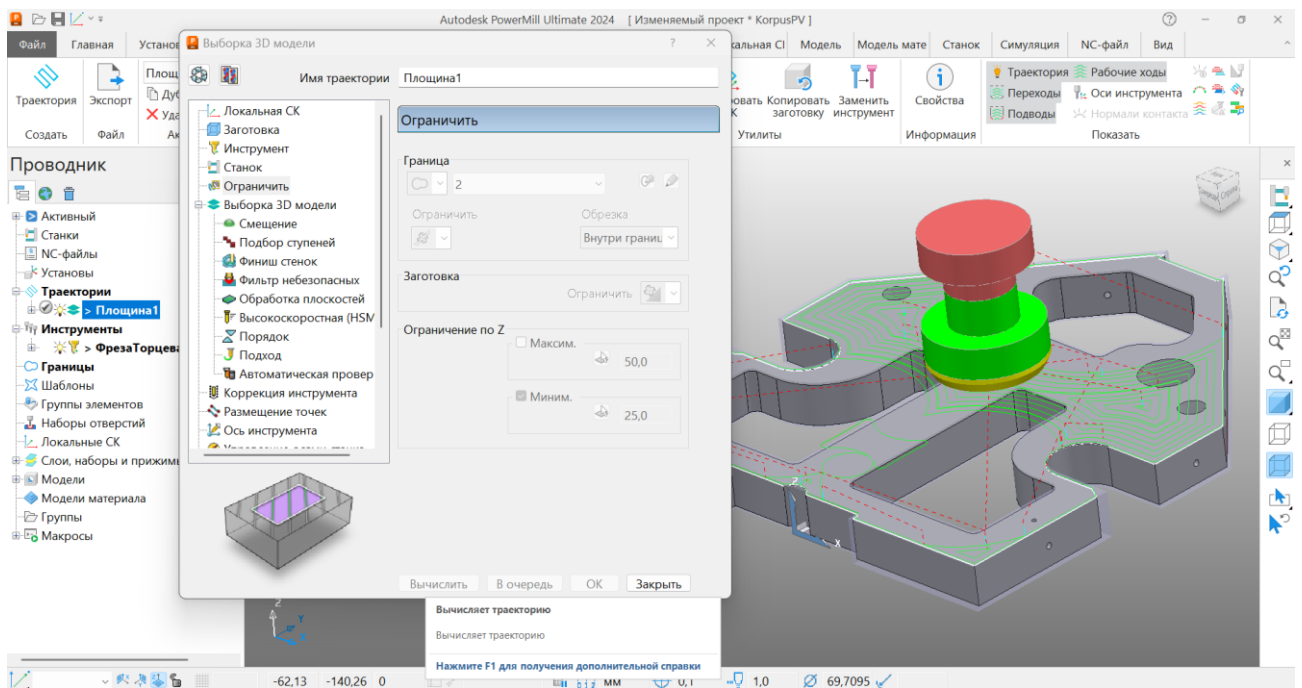


Рисунок 3.8 – Проектування фрезерування площини

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-581.00.000 ПЗ				

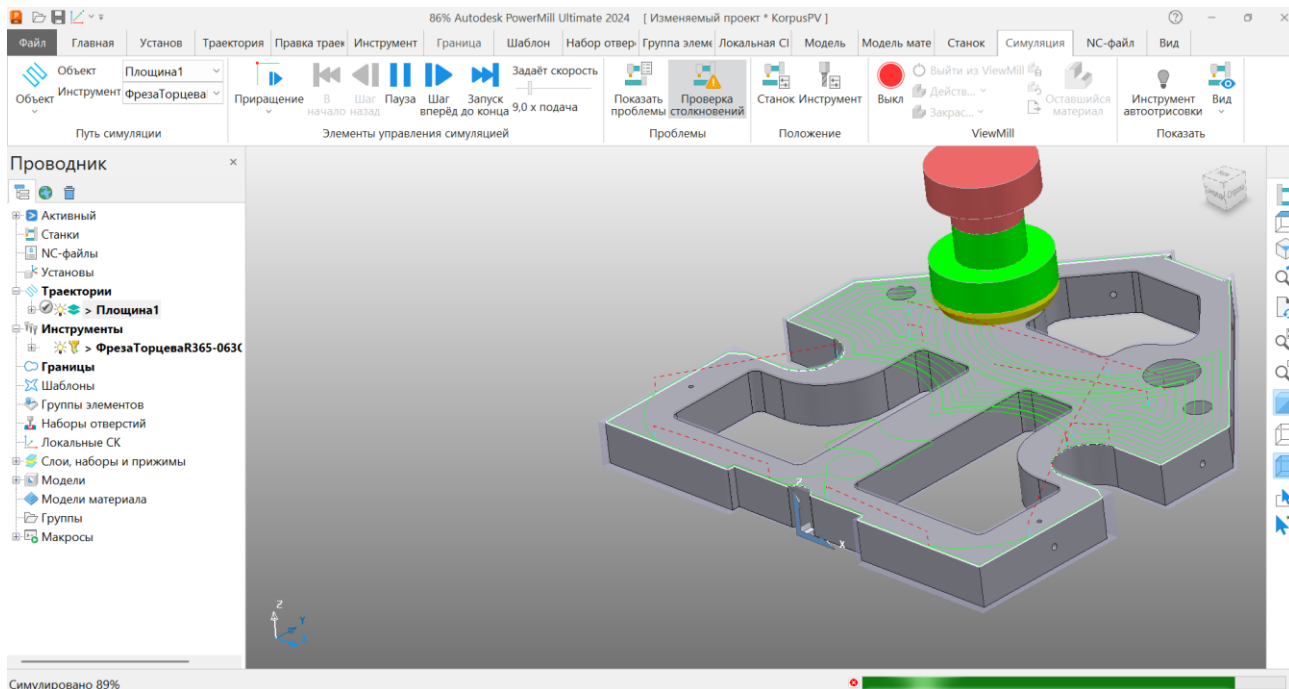


Рисунок 3.9 – Моделирование фрезерования плоскости

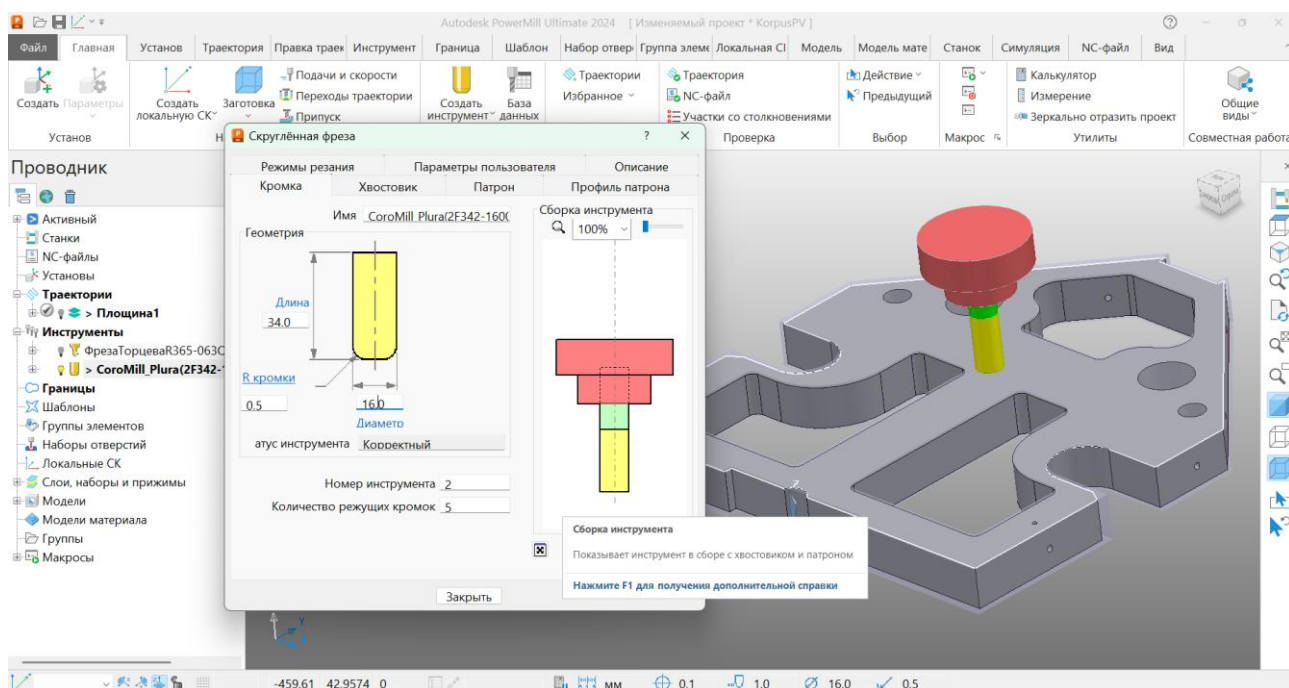


Рисунок 3.10 – Створення моделі кінцевої фрези

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-581.00.000 ПЗ				

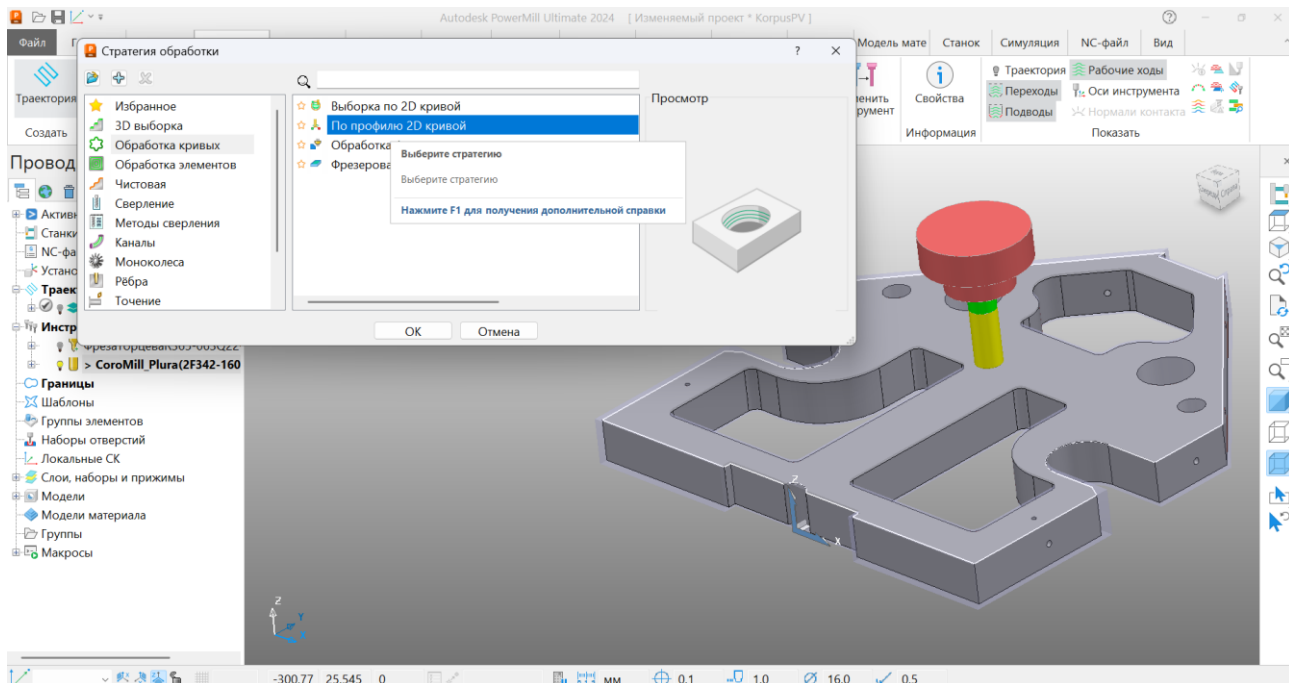


Рисунок 3.11 – Вибір стратегії обробки

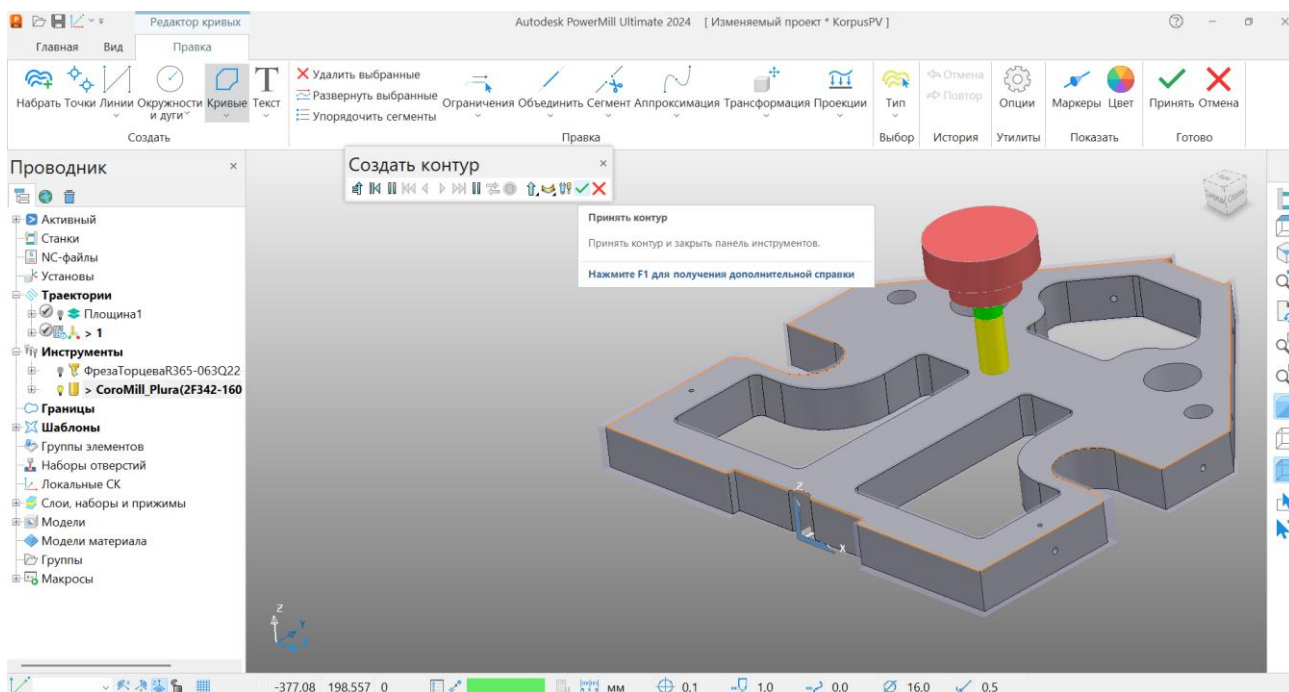


Рисунок 3.12 – Створення контуру обробки

					БР.ПМ-581.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

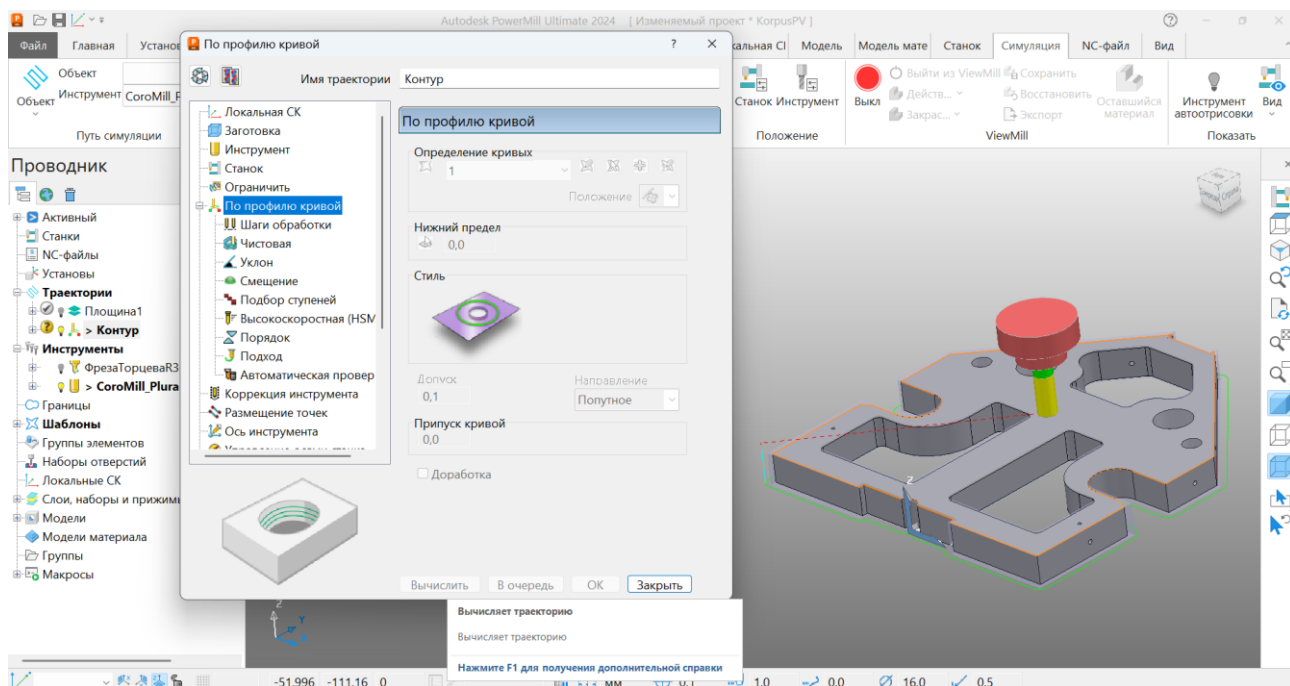


Рисунок 3.13 – Проективання фрезерування контуру

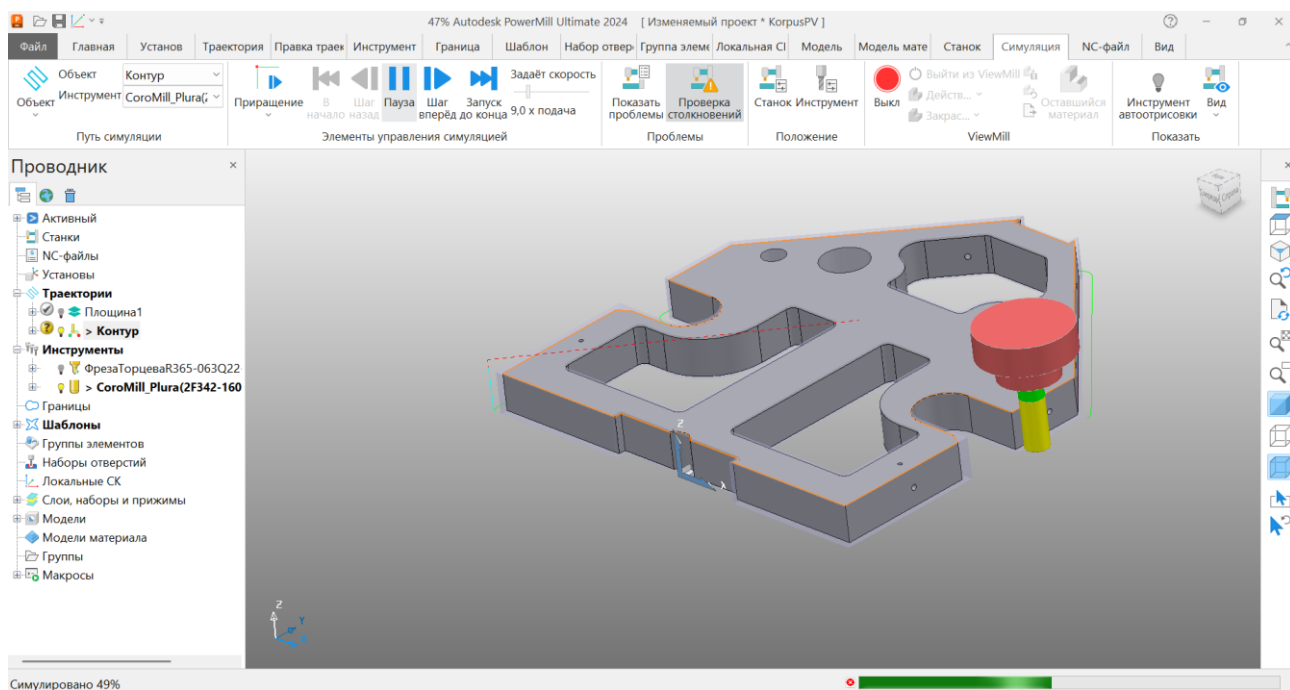


Рисунок 3.14 – Моделювання фрезерування контуру

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-581.00.000 ПЗ				

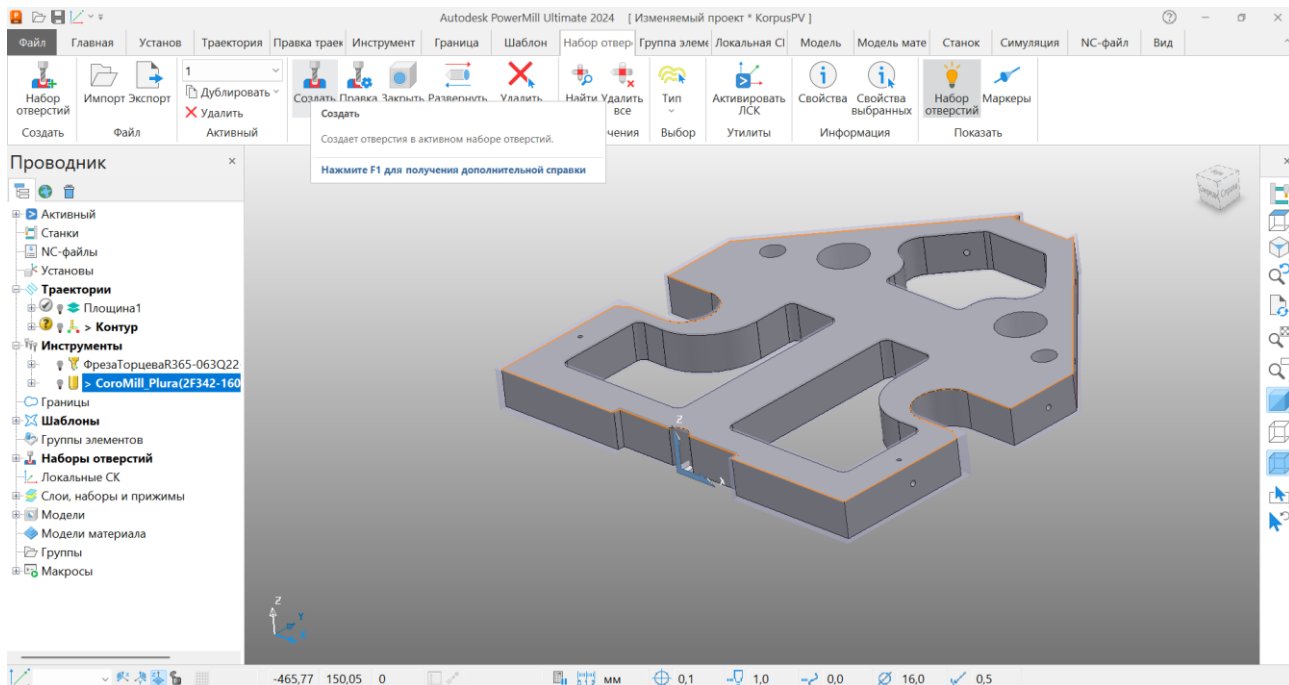


Рисунок 3.15 – Створення елементів «Отвір»

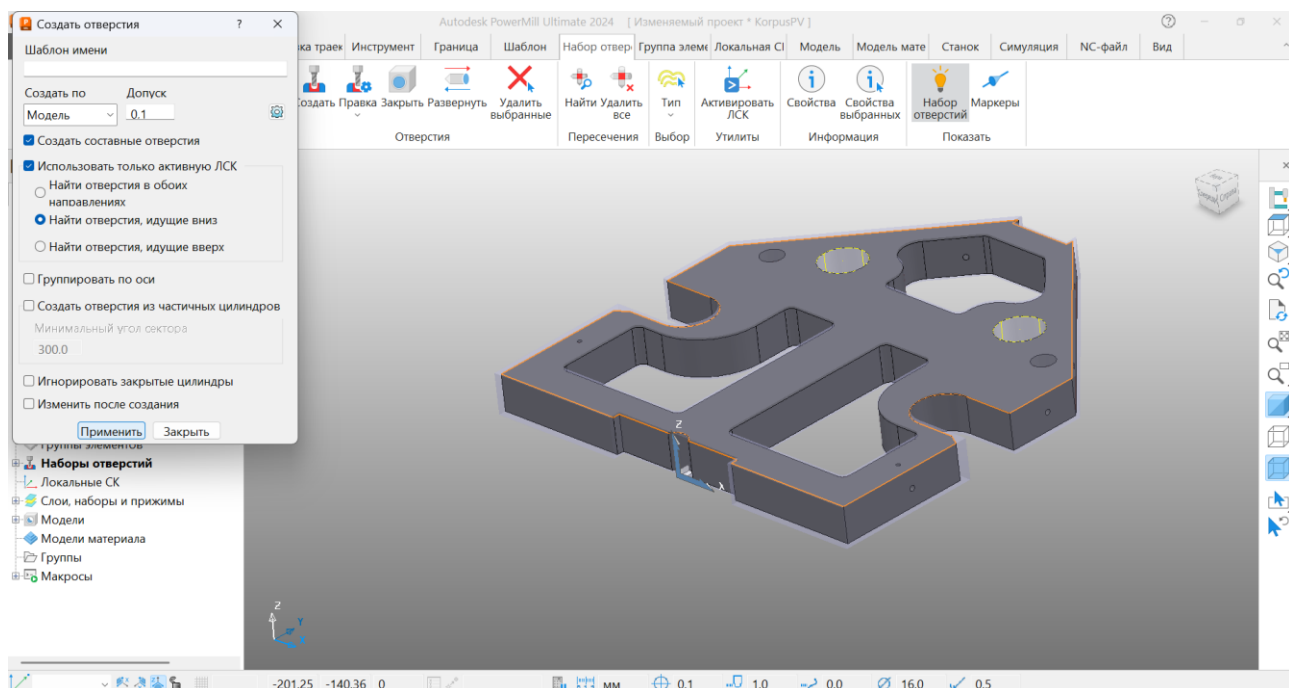


Рисунок 3.16 – Автоматичний пошук отворів

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-581.00.000 ПЗ				

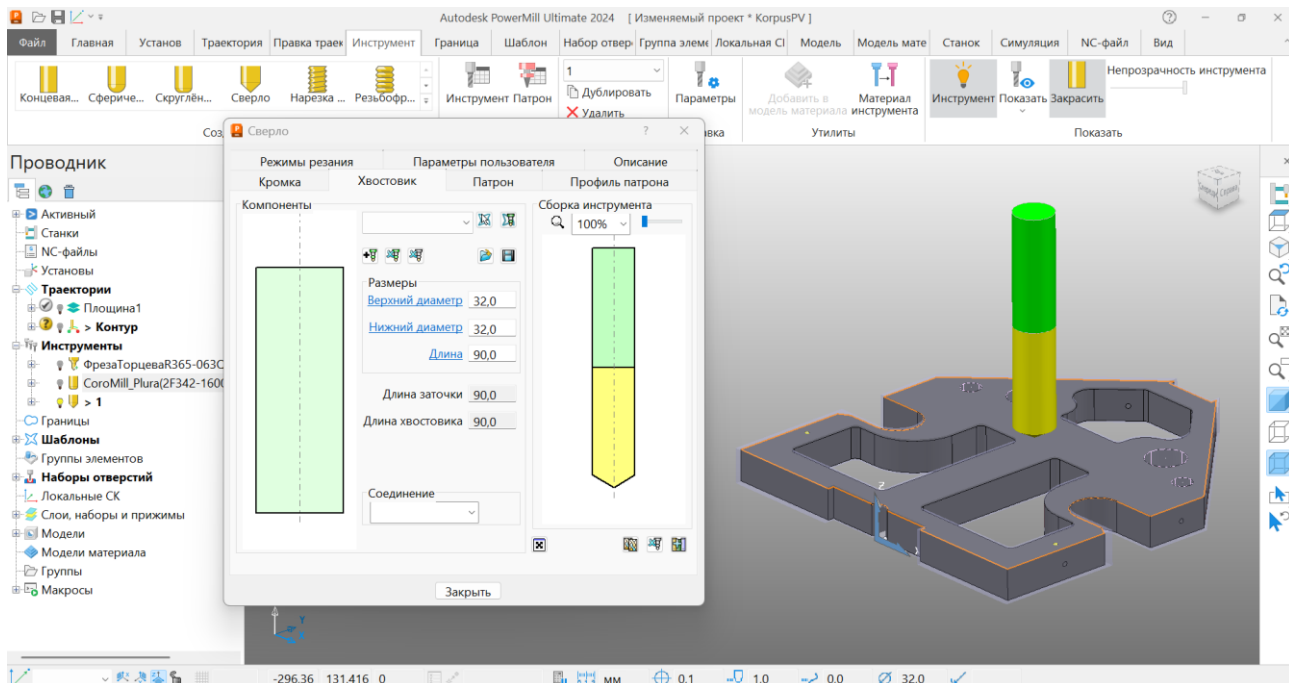


Рисунок 3.19 – Створення моделі свердла D32

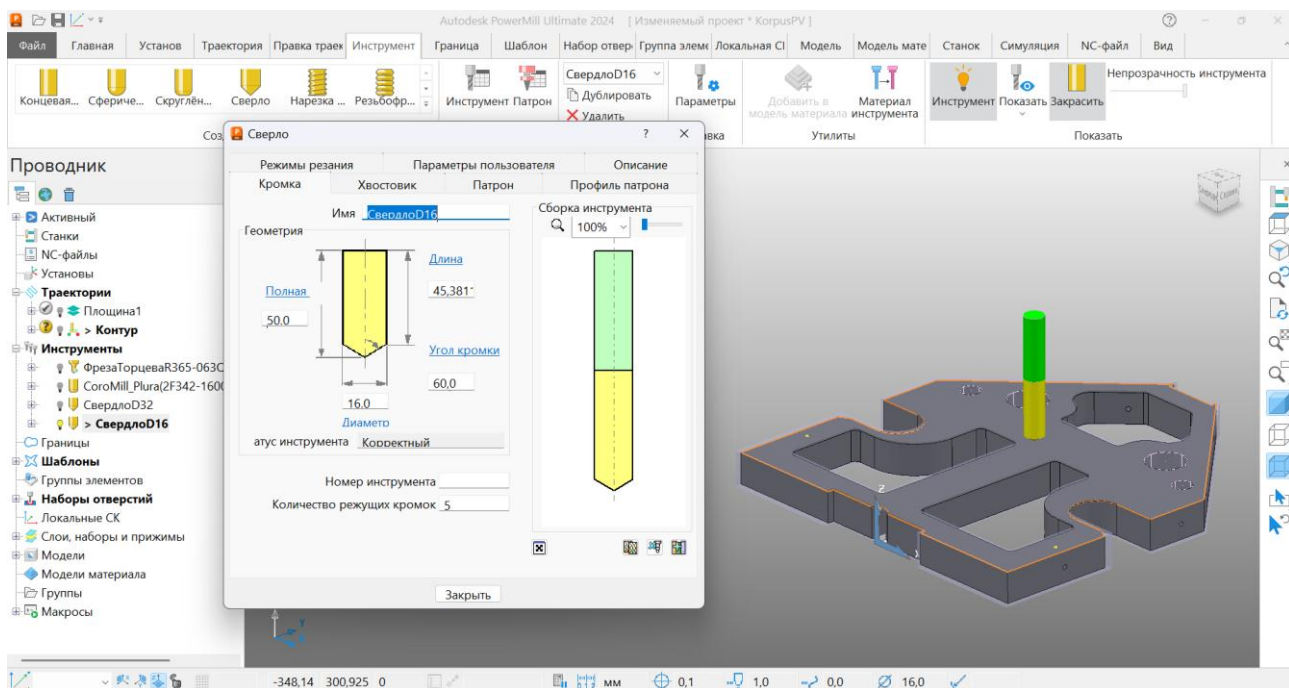


Рисунок 3.20 – Створення моделі свердла D16

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

БР.ПМ-581.00.000 ПЗ

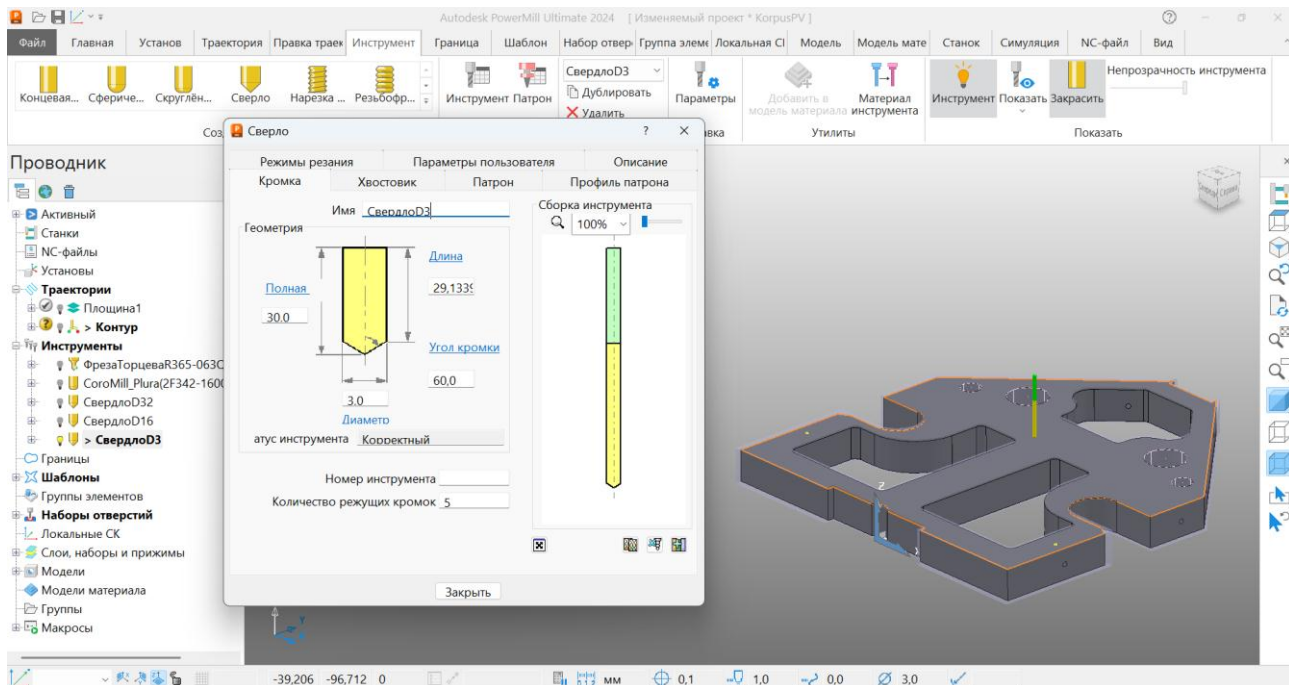


Рисунок 3.21 – Створення моделі свердла D3

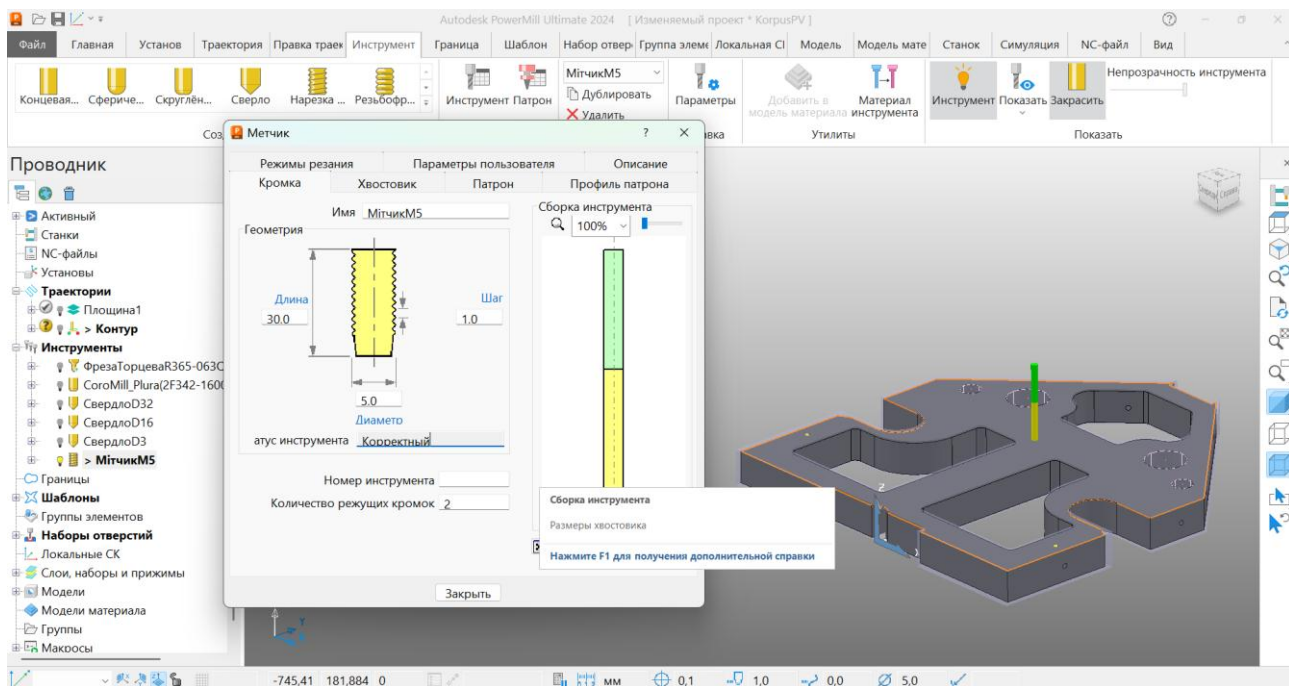


Рисунок 3.22 – Створення моделі мітчика M5

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-581.00.000 ПЗ				

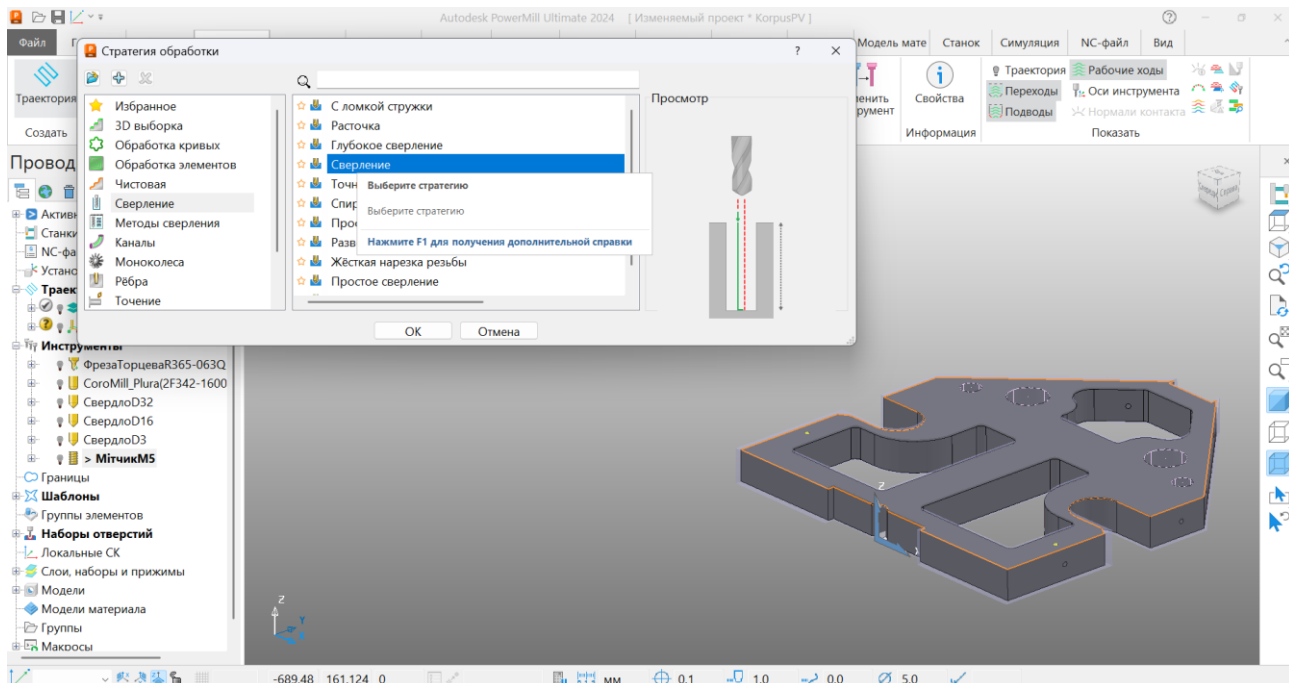


Рисунок 3.23 – Вибір стратегії обробки

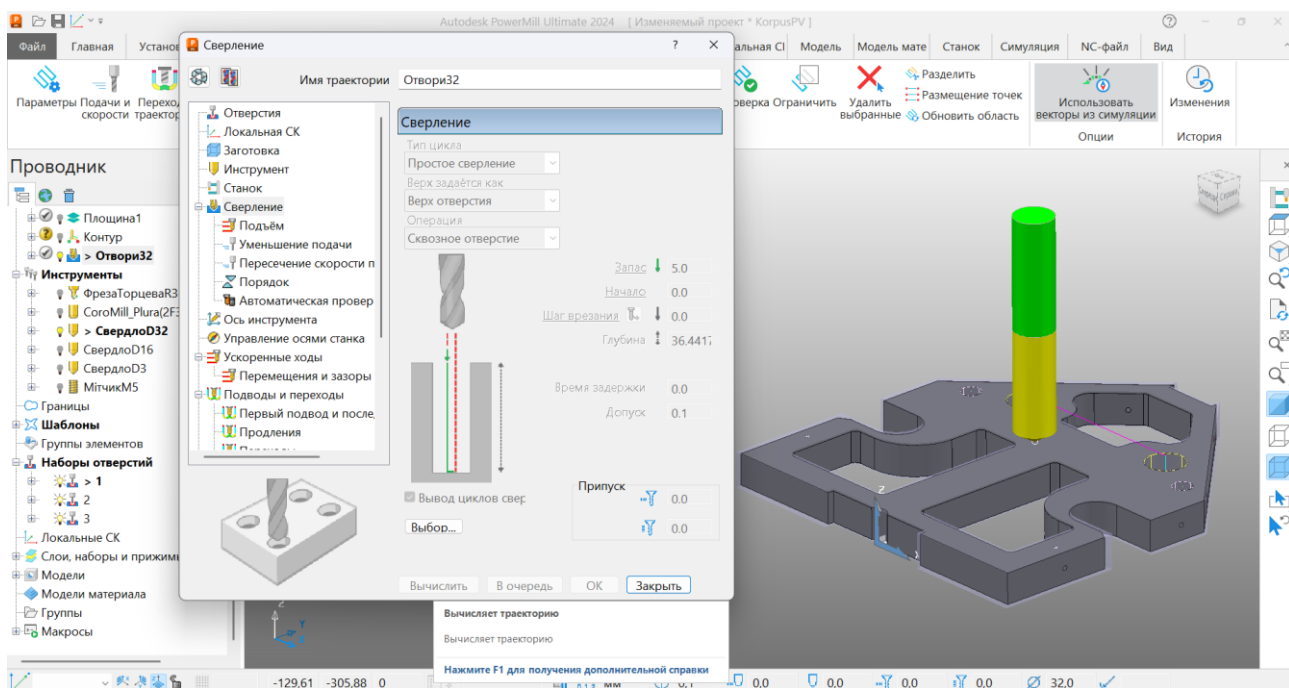


Рисунок 3.24 – Проектування свердління отворів D32

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-581.00.000 ПЗ				

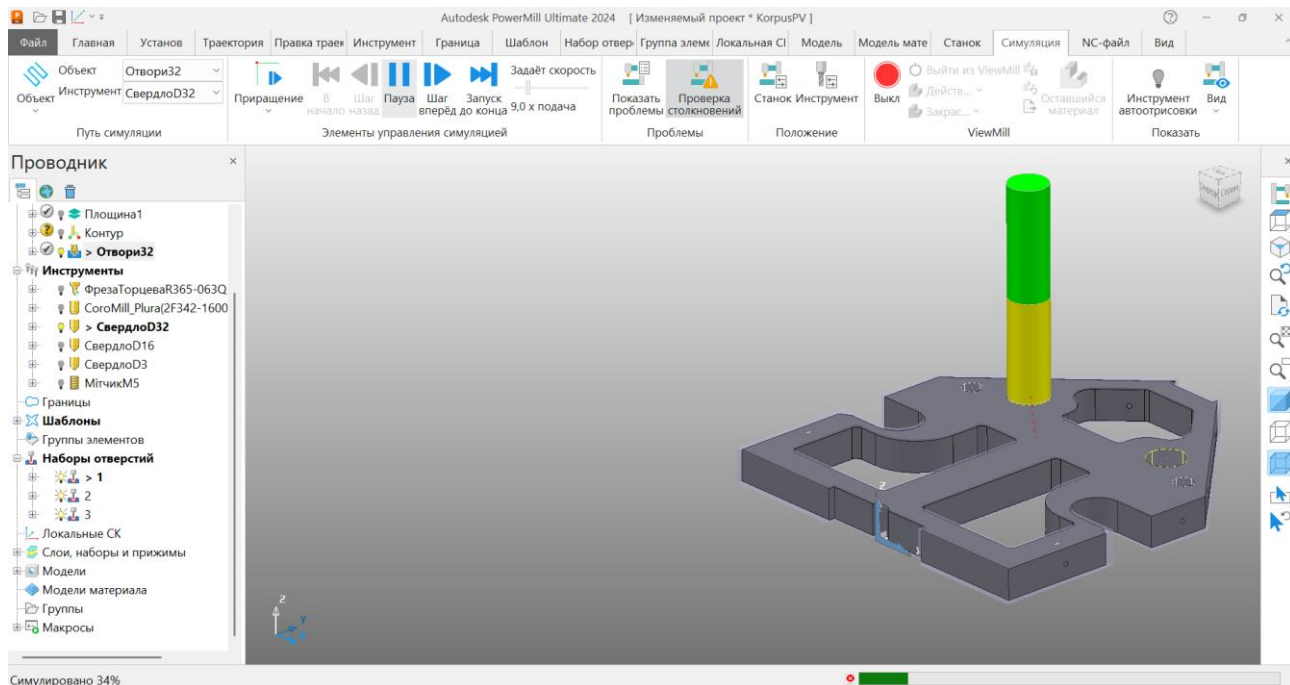


Рисунок 3.25 – Моделювання свердління отворів

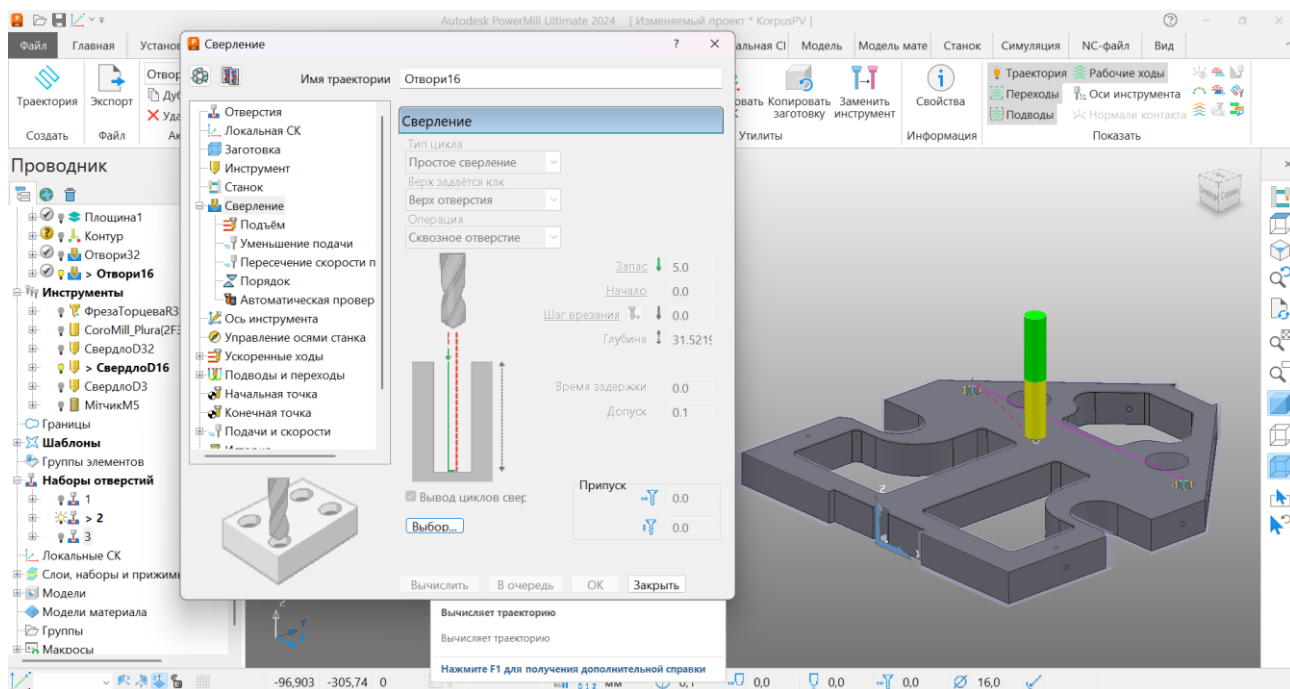


Рисунок 3.26 – Проектування свердління отворів D16

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

БР.ПМ-581.00.000 ПЗ

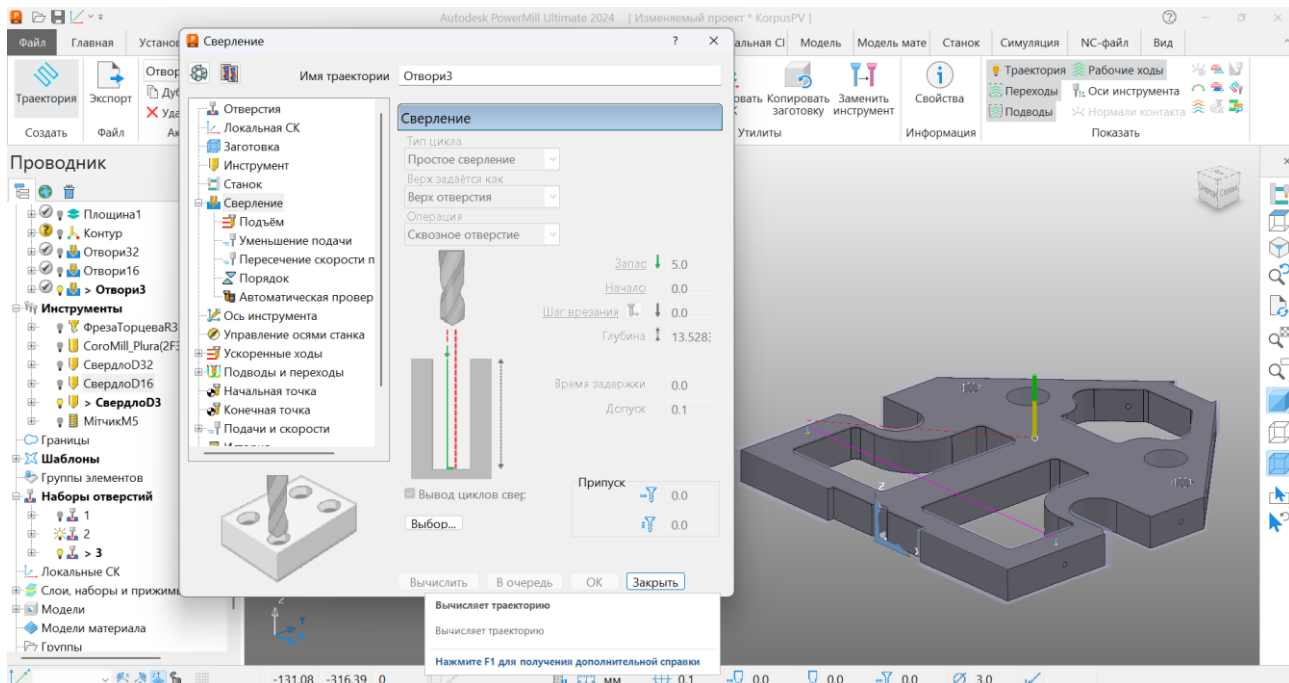


Рисунок 3.27 – Проектування свердління отворів D3

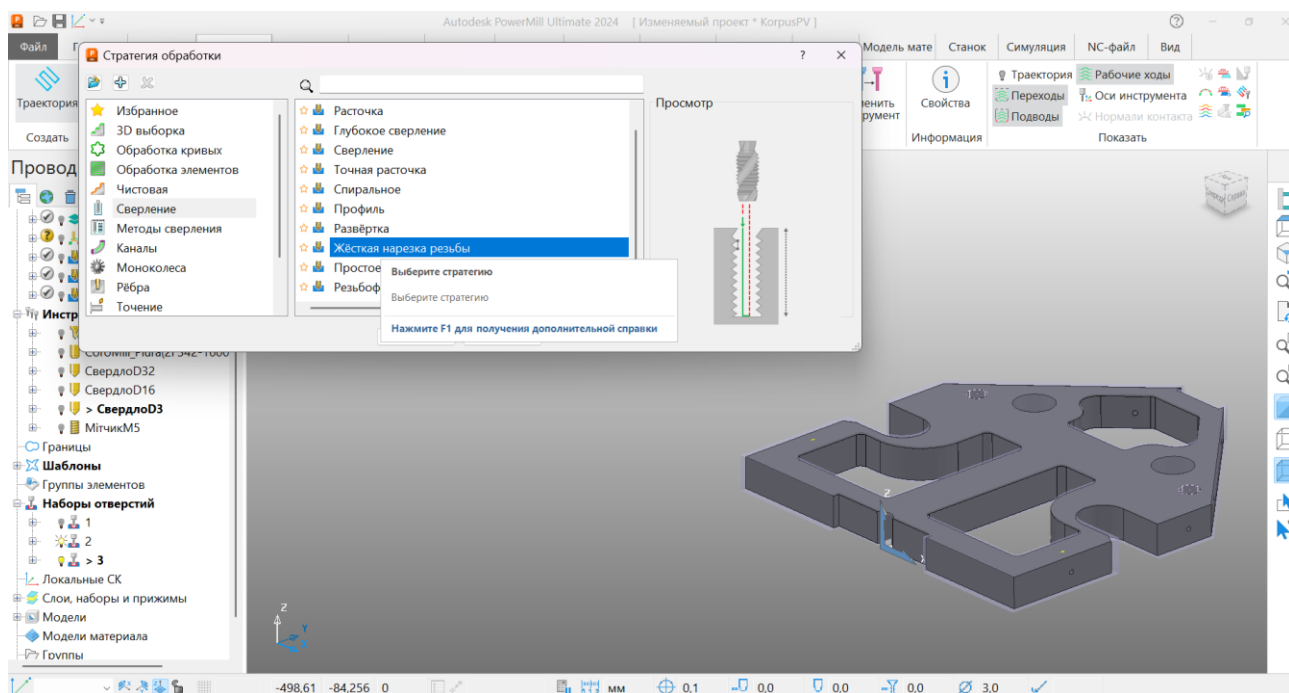


Рисунок 3.28 – Вибір стратегії обробки

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-581.00.000 ПЗ				

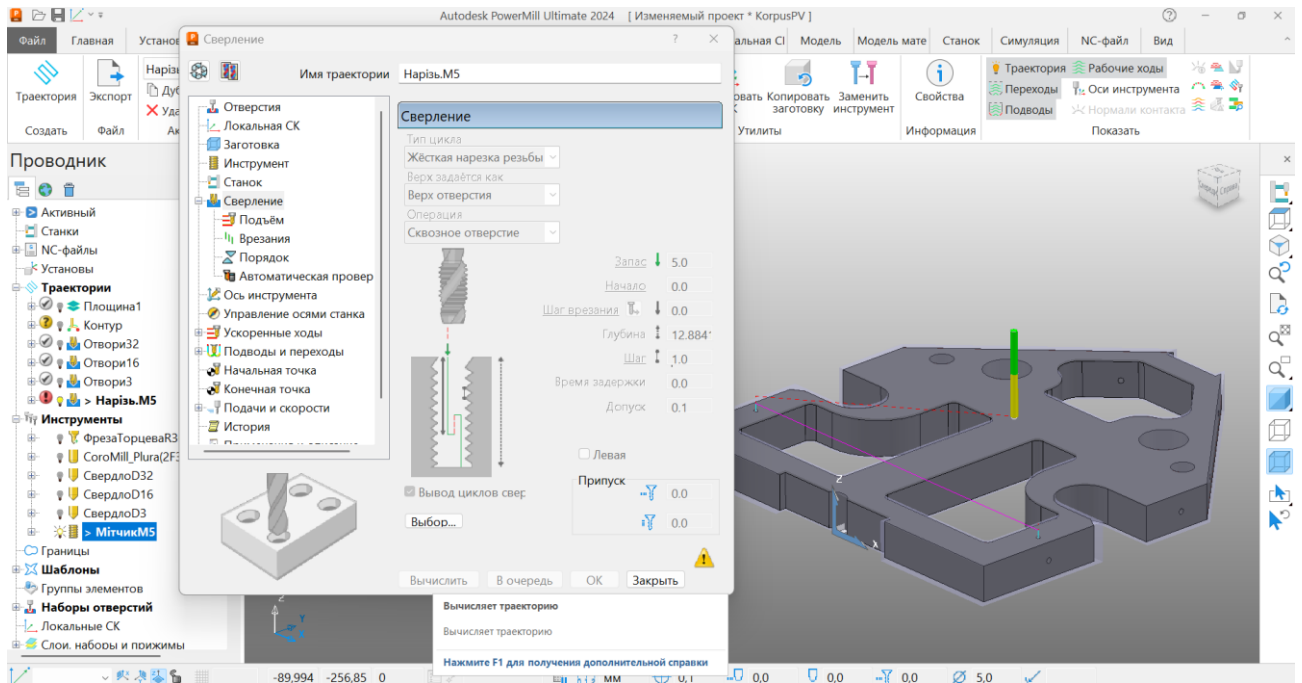


Рисунок 3.29 – Проектування нарізання різьби

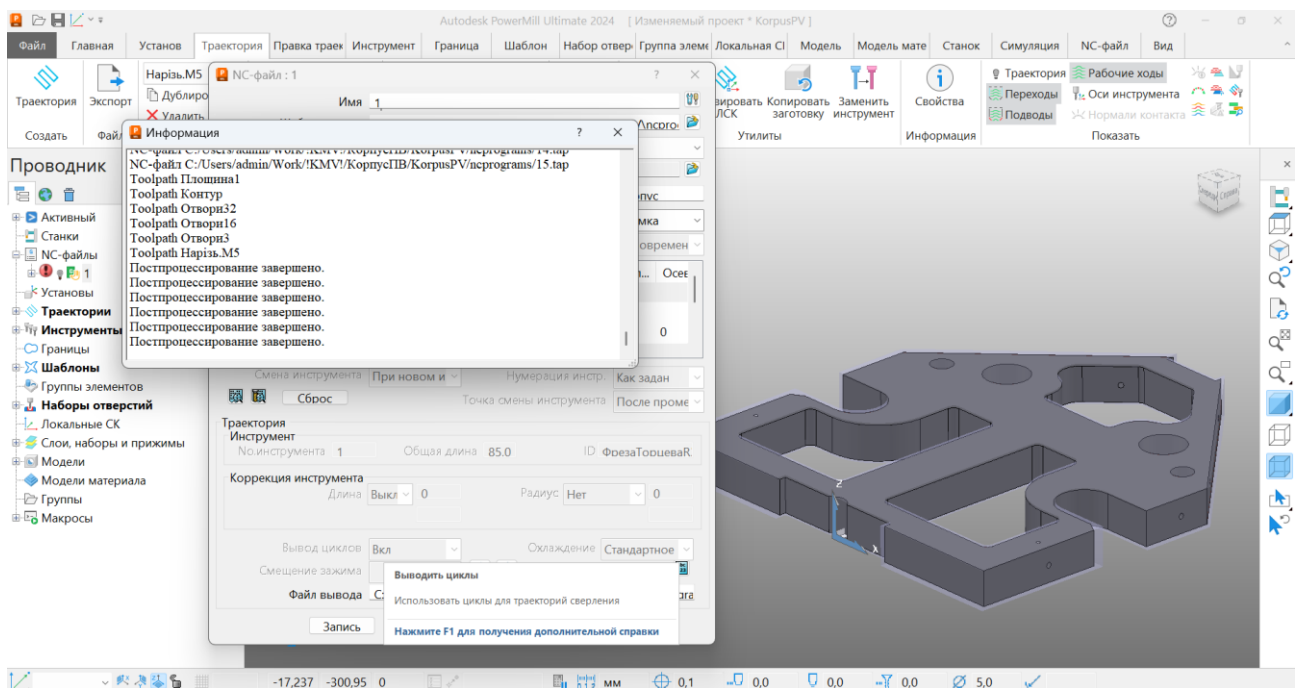


Рисунок 3.30 – Запис NC-файлу

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-581.00.000 ПЗ	

Висновки

В процесі виконання бакалаврської роботи проведено детальний аналіз базового технологічного процесу механічної обробки деталі «Корпус ПВ-305.01.91», на основі якого запропоновано ряд змін з метою зниження трудомісткості обробки, економії матеріалу та впровадження більш ефективного обладнання.

Основними змінами є:

- отримання заготовки литвом в піщано-глинисті форми з машинною формовкою;
- застосуванням верстатів з ЧПК свердлильно-фрезерного 21104Н7Ф4 та вертикально-свердлильного верстата мод. 2Д132МФ2 дозволить об'єднати механообробні операції;
- розроблено спеціальний пристрій для закріплення деталі на столі свердлильно-фрезерного верстату мод. 21104Н7Ф4;
- розроблено керуючу програму в системі PowerMill для верстатів з ЧПК.

Впровадження запропонованих змін дозволить здешевити собівартість виготовлення корпусу ПВ-305.01.91 та підвищити конкурентоспроможність виробу на ринку.

					БР.ПМ-581.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

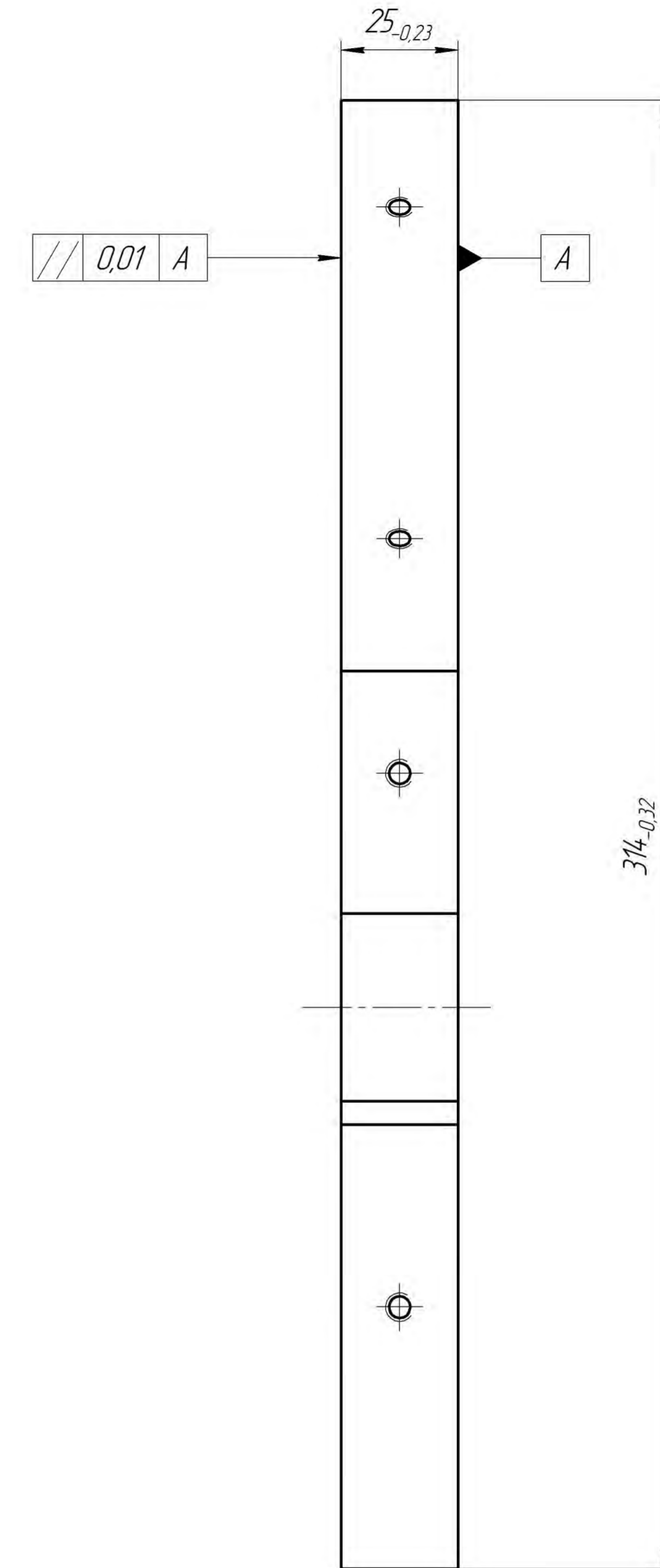
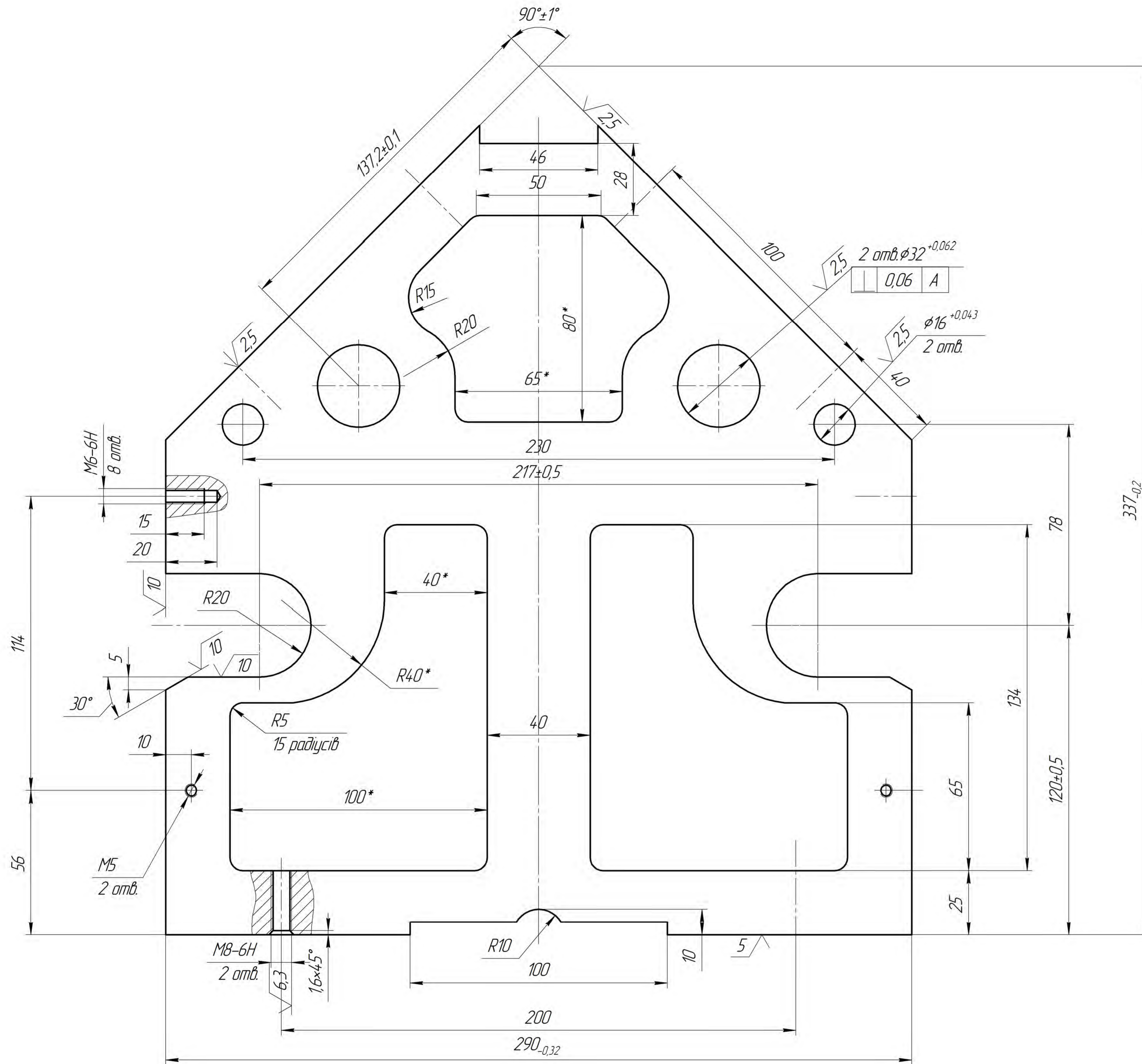
Список використаних джерел

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

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.ПМ-581.00.000 ПЗ

ДОДАТКИ



- *Разміри для довідок
- H14; h14; ± 1/2 IT14

				ПВ-305.01.91				
Зм.	Арк.	№ Док.	Підп.	Дата	Корпус	Лист	Маса	Масштаб
Разроб.	Лилитів					A	11,15	1:1
Перев.	Сидівський				Архив	Архив		
Т.контр.	Баб'юк				СЧ20 ГОСТ14-12-85 ДП "Чернівецькіелемаш"			
Реценз.	Годаль							
Н.контр.	Сухарьов							
Затв.	Федунів							

Додаток Б

%
O0001
N100 (PROGRAM NAME : 11)
N101 (PART NAME : Корпус)
N102 (PROGRAM DATE : 2025-05-30 - 21:27:36)
N103 (PROGRAMMED BY : ADMIN)
N104 (POWERMILL CB : 2024019.0)
N105 (POST VER : 2024.0.0.5142)
N106 (OPTION FILE : HAAS)
N107 (OUTPUT WORKPLANE : Глобальная СК)
N108 ()
N109 (TOOL LIST)
N110 (-----)
N111 (NO. | ID | DIA. | TIP RAD | LENGTH)
N112 (-----)
N113 (2 | COROMILL_PLURA(2F342-1600-050-PC_1730) | 16.0 | 0.5 | 83.0)
N114 (-----)
N115 ()
N116 (NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0)
N117 (ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 1 MIN 27 SEC)
N118 ()
N119 G00 G21 G80 G40 G17
N120 G90
N121 G54
N122 G53 Z0.0
N123 (-----)
N124 (START TOOLPATH : Контур)
N125 (-----)
N126 (TOOL NO. : 2)
N127 (TOOL TYPE : TIPRADIUSED)
N128 (TOOL ID : COROMILL_PLURA(2F342-1600-050-PC_1730))
N129 (TOOL DIA : 16.0 LENGTH 83.0)
N130 T2
N131 M6
N132 S1500 M03
N133 G00 G90 X0.0 Y156.9113
N134 G43 Z35.0 H2
N135 M08
N136 G187 P1 E0.005
N137 X-150.6569 Y-5.6569
N138 Z30.0
N139 G01 Z0.0 F500.0
N140 G02 X-153.0 Y0.0 I5.6569 J5.6569 F1000.0
N141 G01 Y94.6746
N142 G02 X-149.0 Y101.6028 I8.0 J0.0
N143 G01 X-140.3398 Y106.6028
N144 G02 X-136.3398 Y107.6746 I4.0001 J-6.9284
N145 G01 X-108.5937
N146 G03 X-103.1415 Y130.4042 I0.088 J11.9976
N147 G03 X-108.6053 Y131.6746 I-5.4222 J-10.9356
N148 G01 X-145.0
N149 G02 X-153.0 Y139.6746 I0.0 J8.0
N150 G01 Y192.0

N151 G02 X-150.6569 Y197.6569 I8.0001 J0.0
N152 G01 X-28.6569 Y319.6569
N153 G02 X-15.8977 Y317.6821 I5.6569 J-5.6569
N154 G01 X-15.7981 Y317.4655
N155 G03 X-15.0713 Y317.0 I0.7268 J0.3346
N156 G01 X15.0713
N157 G03 X15.7981 Y317.4655 I0.0 J0.8001
N158 G01 X15.8977 Y317.6821
N159 G02 X28.6569 Y319.6569 I7.1023 J-3.6821
N160 G01 X150.6569 Y197.6569
N161 G02 X153.0 Y192.0 I-5.657 J-5.6569
N162 G01 Y139.6746
N163 G02 X145.0 Y131.6746 I-8.0 J0.0
N164 G01 X108.5937
N165 G03 X103.1415 Y108.945 I-0.088 J-11.9976
N166 G03 X108.6053 Y107.6746 I5.4223 J10.9359
N167 G01 X136.3398
N168 G02 X140.3398 Y106.6028 I-0.0001 J-8.0002
N169 G01 X149.0 Y101.6028
N170 G02 X153.0 Y94.6746 I-4.0 J-6.9282
N171 G01 Y0.0
N172 G02 X145.0 Y-8.0 I-8.0 J0.0
N173 G01 X50.0
N174 G02 X42.7978 Y-3.4665 I-0.008 J7.9751
N175 G03 X42.0706 Y-3.0 I-0.7272 J-0.3335
N176 G01 X8.6603
N177 G02 X1.8893 Y0.7392 I0.0 J8.0
N178 G01 X1.3682 Y1.4421
N179 G03 X-1.663 Y1.1013 I-1.3728 J-1.4404
N180 G01 X-2.7667 Y-0.4098
N181 G02 X-8.6603 Y-3.0 I-5.8936 J5.4098
N182 G01 X-42.0706
N183 G03 X-42.7978 Y-3.4665 I0.0 J-0.8
N184 G01 X-42.8881 Y-3.6634
N185 G02 X-50.0 Y-8.0 I-7.1119 J3.6634
N186 G01 X-145.0
N187 G02 X-150.6569 Y-5.6569 I0.0 J8.0001
N188 G00 Z35.0
N189 (-----)
N190 (END TOOLPATH : Контур)
N191 (-----)
N192 M09
N193 M05
N194 G53 Z0.0
N195 M30
%

%
O0001
N100 (PROGRAM NAME : 12)
N101 (PART NAME : Корпус)
N102 (PROGRAM DATE : 2025-05-30 - 21:27:38)
N103 (PROGRAMMED BY : ADMIN)
N104 (POWERMILL CB : 2024019.0)

N105 (POST VER : 2024.0.0.5142)
N106 (OPTION FILE : HAAS)
N107 (OUTPUT WORKPLANE : Глобальная СК)
N108 ()
N109 (TOOL LIST)
N110 (-----)
N111 (NO. | ID | DIA. | TIP RAD | LENGTH)
N112 (-----)
N113 (1 | СвердлоD32 | 32.0 | 0.0 | 180.0)
N114 (-----)
N115 ()
N116 (NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0)
N117 (ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 0 MIN 11 SEC)
N118 ()
N119 G00 G21 G80 G40 G17
N120 G90
N121 G54
N122 G53 Z0.0
N123 (-----)
N124 (START TOOLPATH : Отвори32)
N125 (-----)
N126 (TOOL NO. : 1)
N127 (TOOL TYPE : DRILL)
N128 (TOOL ID : СвердлоD32)
N129 (TOOL DIA : 32.0 LENGTH 180.0)
N130 T1
N131 M6
N132 S1500 M03
N133 G00 G90 X0.0 Y156.9113
N134 G43 Z35.0 H1
N135 M08
N136 X-74.9084 Y217.8783
N137 Z30.0
N138 G81 G98 X-74.9084 Y217.8783 Z-11.4417 R30.0 F1000.0
N139 G80
N140 G94
N141 G01 X74.9084 F3000.0
N142 G81 G98 X74.9084 Y217.8783 Z-11.4417 R30.0 F1000.0
N143 G00 G80
N144 Z35.0
N145 (-----)
N146 (END TOOLPATH : Отвори32)
N147 (-----)
N148 M09
N149 M05
N150 G53 Z0.0
N151 M30
%

%
O0001
N100 (PROGRAM NAME : 13)
N101 (PART NAME : Корпус)
N102 (PROGRAM DATE : 2025-05-30 - 21:27:40)

N103 (PROGRAMMED BY : ADMIN)
N104 (POWERMILL CB : 2024019.0)
N105 (POST VER : 2024.0.0.5142)
N106 (OPTION FILE : HAAS)
N107 (OUTPUT WORKPLANE : Глобальная СК)
N108 ()
N109 (TOOL LIST)
N110 (-----)
N111 (NO. | ID | DIA. | TIP RAD | LENGTH)
N112 (-----)
N113 (1 | СвердлоD16 | 16.0 | 0.0 | 100.0)
N114 (-----)
N115 ()
N116 (NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0)
N117 (ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 0 MIN 13 SEC)
N118 ()
N119 G00 G21 G80 G40 G17
N120 G90
N121 G54
N122 G53 Z0.0
N123 (-----)
N124 (START TOOLPATH : Отвори16)
N125 (-----)
N126 (TOOL NO. : 1)
N127 (TOOL TYPE : DRILL)
N128 (TOOL ID : СвердлоD16)
N129 (TOOL DIA : 16.0 LENGTH 100.0)
N130 T1
N131 M6
N132 S1500 M03
N133 G00 G90 X0.0 Y156.9113
N134 G43 Z35.0 H1
N135 M08
N136 X-115.0 Y198.0
N137 Z30.0
N138 G81 G98 X-115.0 Y198.0 Z-6.5219 R30.0 F1000.0
N139 G80
N140 G94
N141 G01 X115.0 F3000.0
N142 G81 G98 X115.0 Y198.0 Z-6.5219 R30.0 F1000.0
N143 G00 G80
N144 Z35.0
N145 (-----)
N146 (END TOOLPATH : Отвори16)
N147 (-----)
N148 M09
N149 M05
N150 G53 Z0.0
N151 M30
%

%
O0001
N100 (PROGRAM NAME : 14)

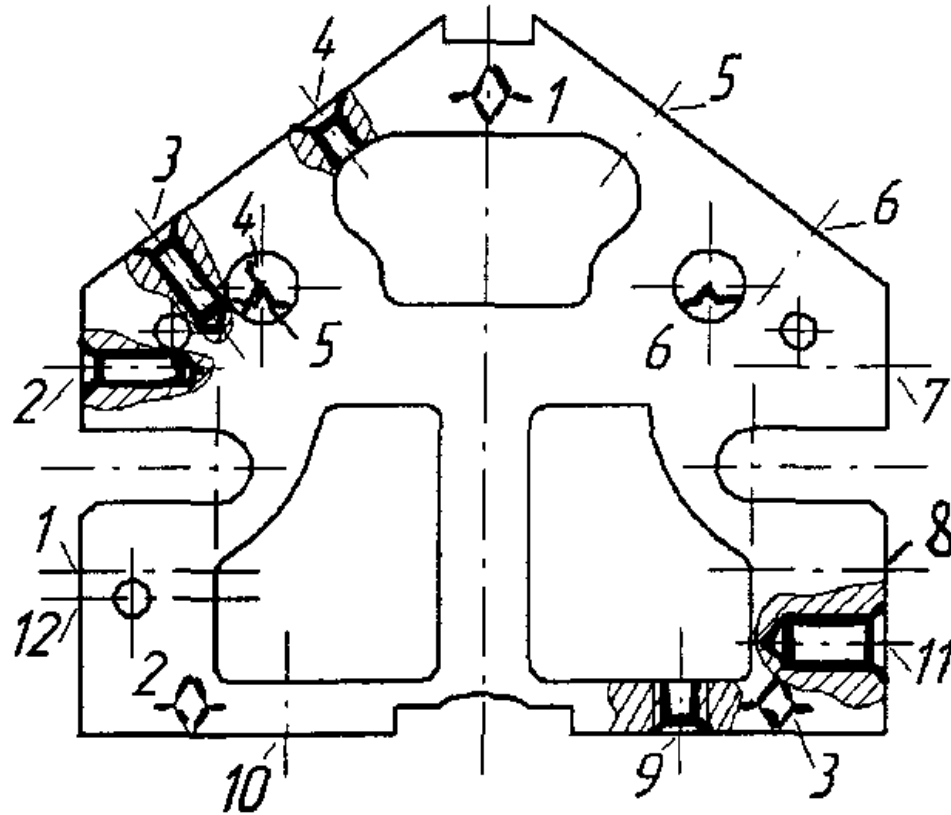
N101 (PART NAME : Корпус)
N102 (PROGRAM DATE : 2025-05-30 - 21:27:42)
N103 (PROGRAMMED BY : ADMIN)
N104 (POWERMILL CB : 2024019.0)
N105 (POST VER : 2024.0.0.5142)
N106 (OPTION FILE : HAAS)
N107 (OUTPUT WORKPLANE : Глобальная СК)
N108 ()
N109 (TOOL LIST)
N110 (-----)
N111 (NO. | ID | DIA. | TIP RAD | LENGTH)
N112 (-----)
N113 (1 | СвердлоD3 | 3.0 | 0.0 | 50.0)
N114 (-----)
N115 ()
N116 (NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0)
N117 (ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 0 MIN 11 SEC)
N118 ()
N119 G00 G21 G80 G40 G17
N120 G90
N121 G54
N122 G53 Z0.0
N123 (-----)
N124 (START TOOLPATH : Отвори3)
N125 (-----)
N126 (TOOL NO. : 1)
N127 (TOOL TYPE : DRILL)
N128 (TOOL ID : СвердлоD3)
N129 (TOOL DIA : 3.0 LENGTH 50.0)
N130 T1
N131 M6
N132 S1500 M03
N133 G00 G90 X0.0 Y156.9113
N134 G43 Z35.0 H1
N135 M08
N136 X-135.0 Y56.0
N137 Z30.0
N138 G81 G98 X-135.0 Y56.0 Z11.4717 R30.0 F1000.0
N139 G80
N140 G94
N141 G01 X135.0 F3000.0
N142 G81 G98 X135.0 Y56.0 Z11.4717 R30.0 F1000.0
N143 G00 G80
N144 Z35.0
N145 (-----)
N146 (END TOOLPATH : Отвори3)
N147 (-----)
N148 M09
N149 M05
N150 G53 Z0.0
N151 M30
%

%
O0001
N100 (PROGRAM NAME : 15)
N101 (PART NAME : Корпус)
N102 (PROGRAM DATE : 2025-05-30 - 21:27:44)
N103 (PROGRAMMED BY : ADMIN)
N104 (POWERMILL CB : 2024019.0)
N105 (POST VER : 2024.0.0.5142)
N106 (OPTION FILE : HAAS)
N107 (OUTPUT WORKPLANE : Глобальная СК)
N108 ()
N109 (TOOL LIST)
N110 (-----)
N111 (NO. | ID | DIA. | TIP RAD | LENGTH)
N112 (-----)
N113 (1 | Мітчик M5 | 5.0 | 0.0 | 60.0)
N114 (-----)
N115 ()
N116 (NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0)
N117 (ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 0 MIN 11 SEC)
N118 ()
N119 G00 G21 G80 G40 G17
N120 G90
N121 G54
N122 G53 Z0.0
N123 (-----)
N124 (START TOOLPATH : Нарізь.M5)
N125 (-----)
N126 (TOOL NO. : 1)
N127 (TOOL TYPE : TAP)
N128 (TOOL ID : Мітчик M5)
N129 (TOOL DIA : 5.0 LENGTH 60.0)
N130 T1
N131 M6
N132 S1500 M03
N133 G00 G90 X0.0 Y156.9113
N134 G43 Z35.0 H1
N135 M08
N136 X-135.0 Y56.0
N137 Z30.0
N138 G95
N139 M80
N140 G84 G98 X-135.0 Y56.0 Z12.1158 R30.0 F1.0
N141 G80
N142 G94
N143 G01 X135.0 F3000.0
N144 G95
N145 M80
N146 G84 G98 X135.0 Y56.0 Z12.1158 R30.0 F1.0
N147 G00 G80
N148 G94
N149 Z35.0
N150 (-----)
N151 (END TOOLPATH : Нарізь.M5)

N152 (-----)
N153 M09
N154 M05
N155 G53 Z0.0
N156 M30
%

Дубл.														
Взамін.														
Підпис										Зм	Ар	№ Док.	Підпис	Дата

Розробив	Кучир			І Ф Н Т У Н Г	ПВ-305.01.91			
Перевірів	Одосій							030
Одосій	Панчук				Корпус		Н	

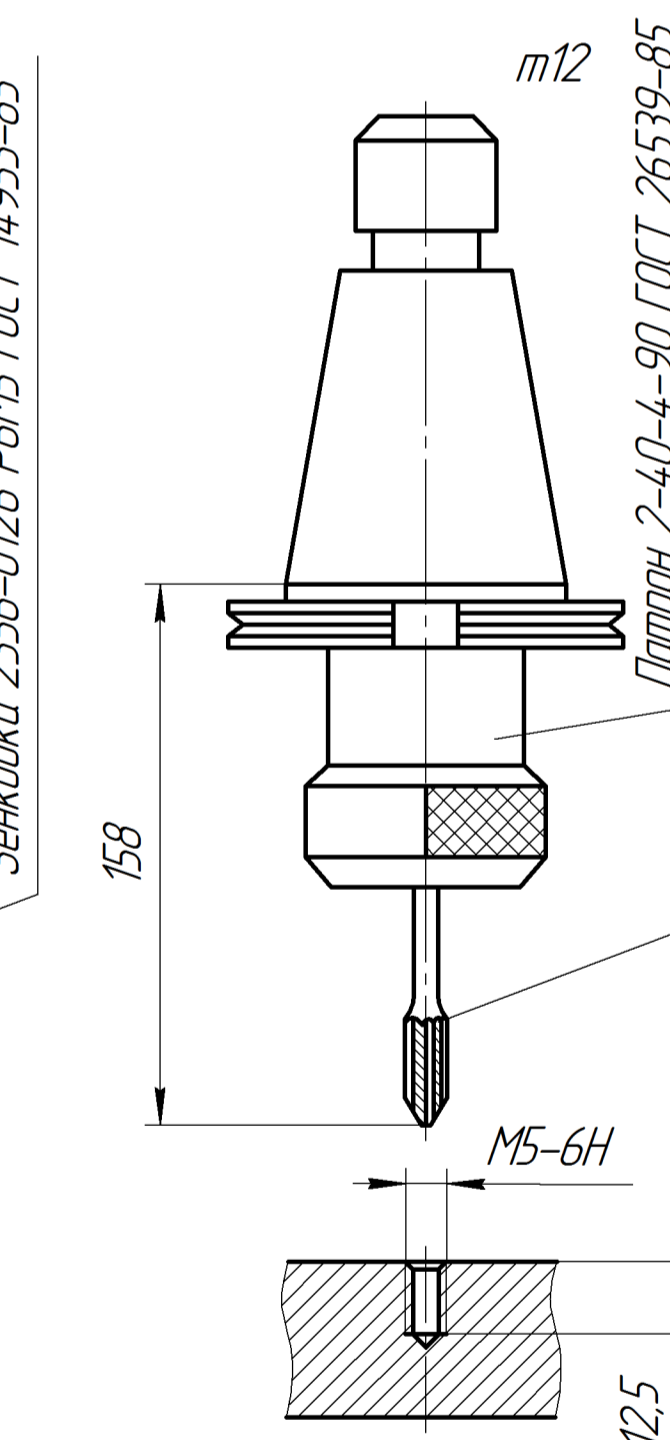
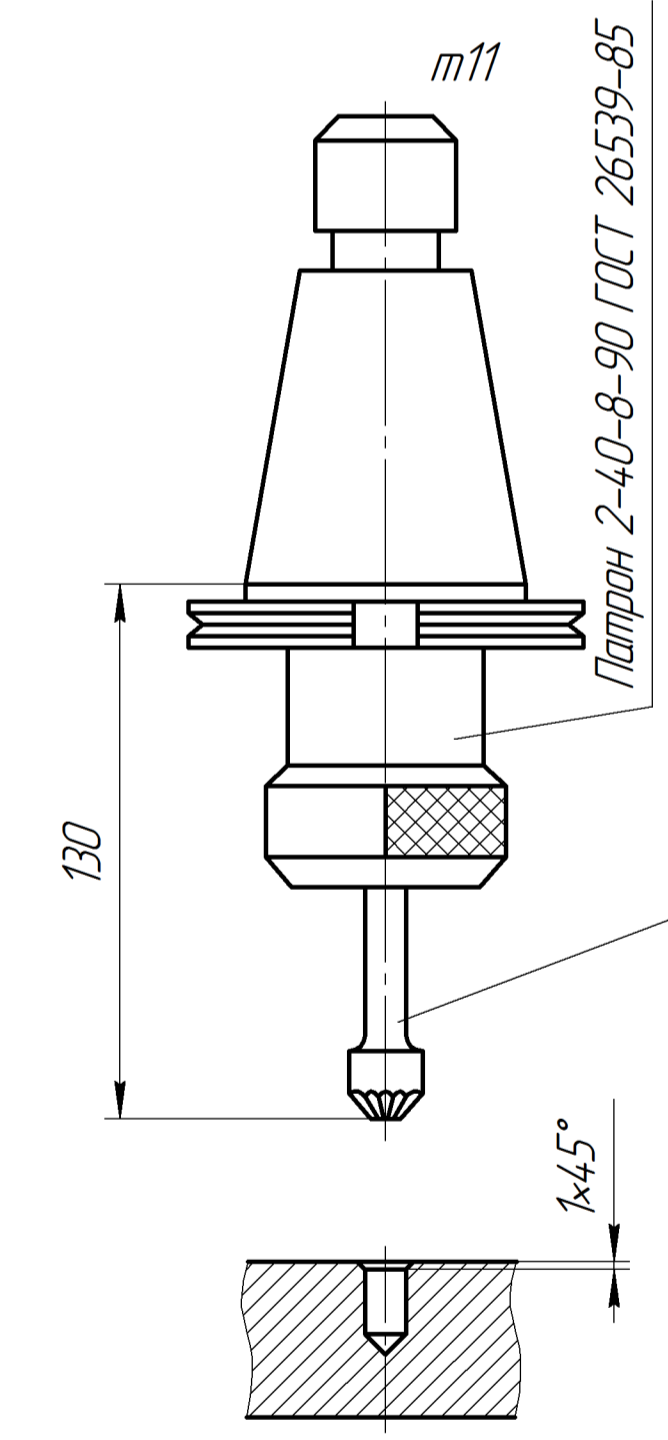
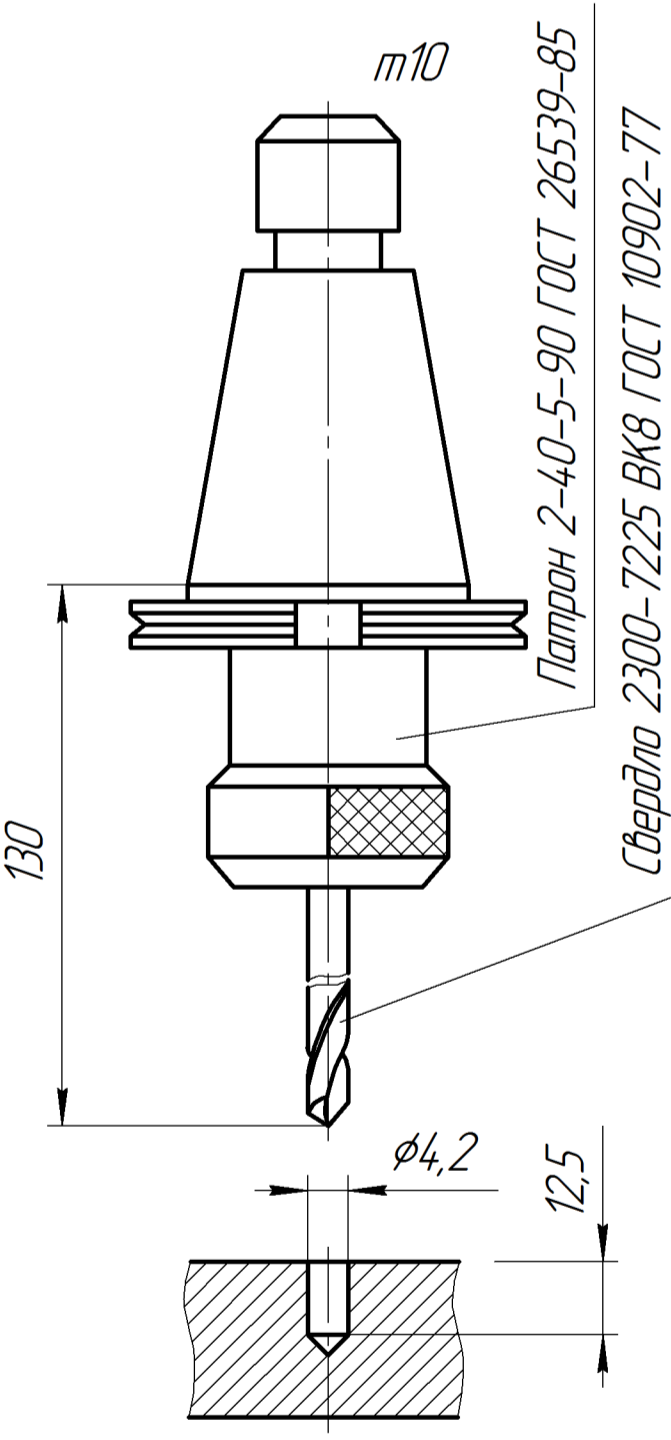
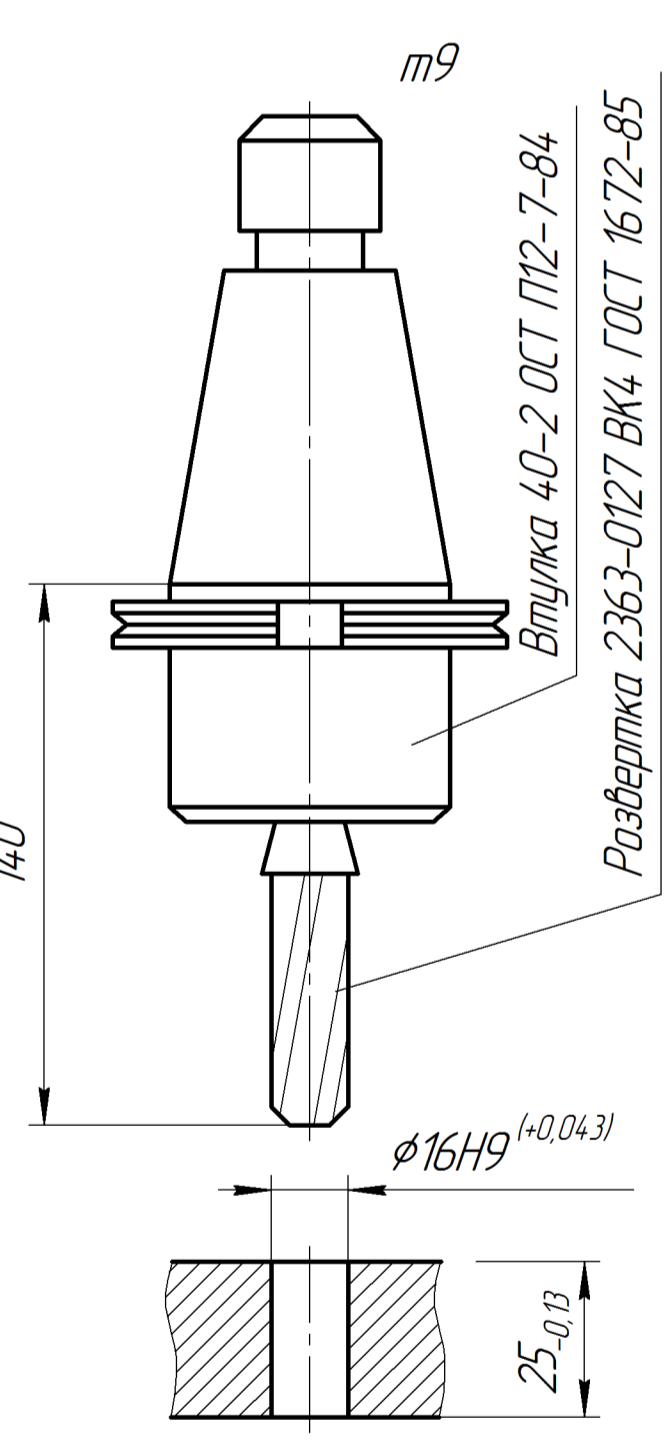
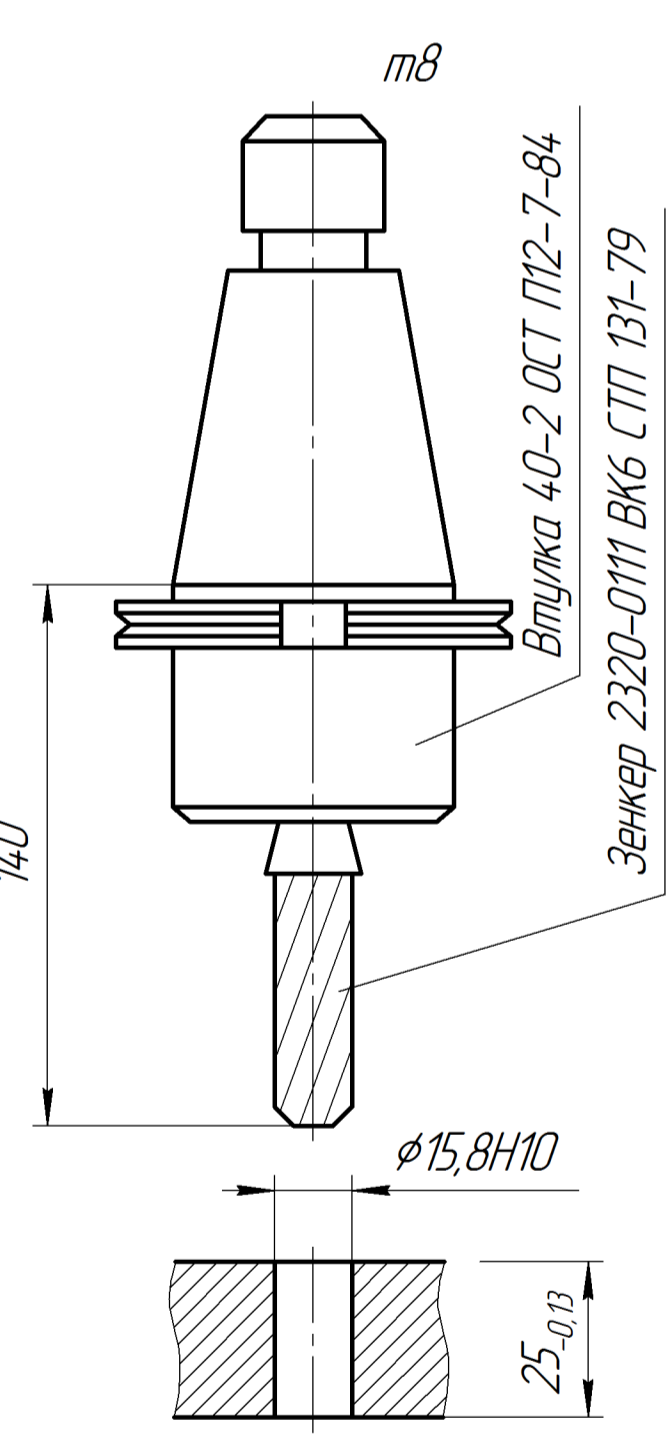
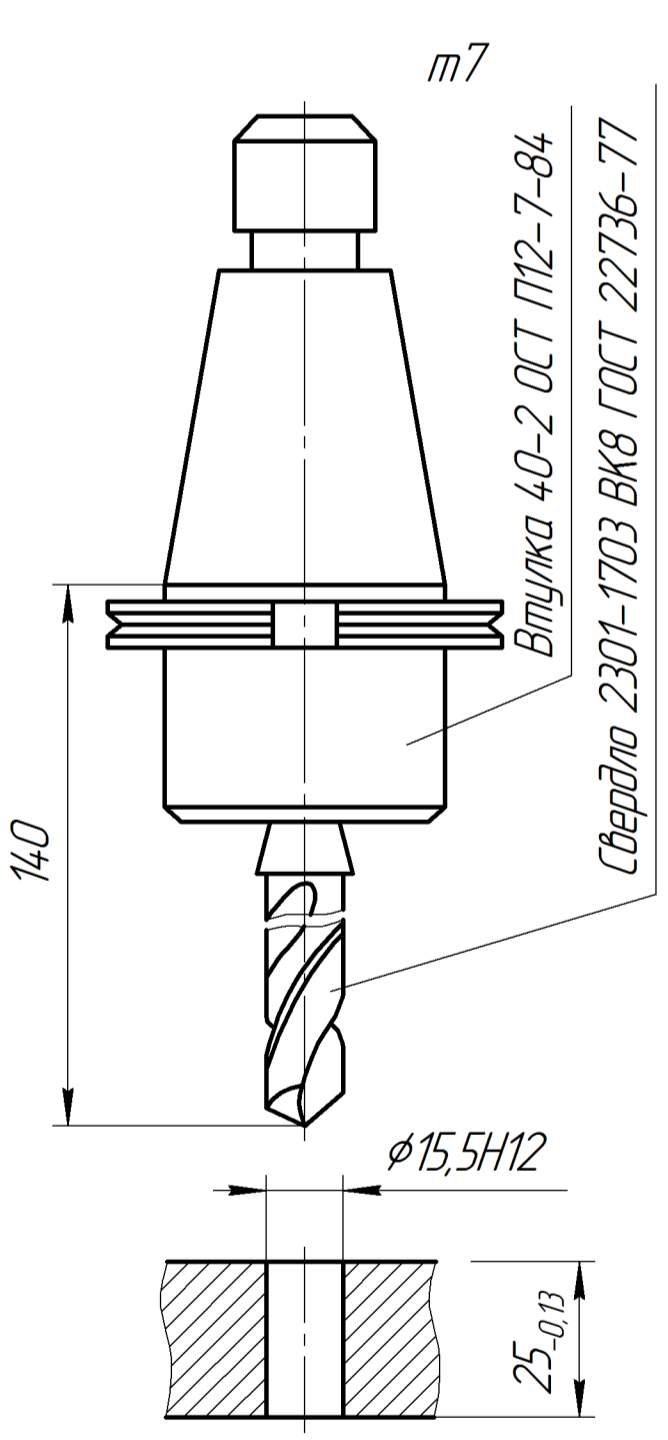
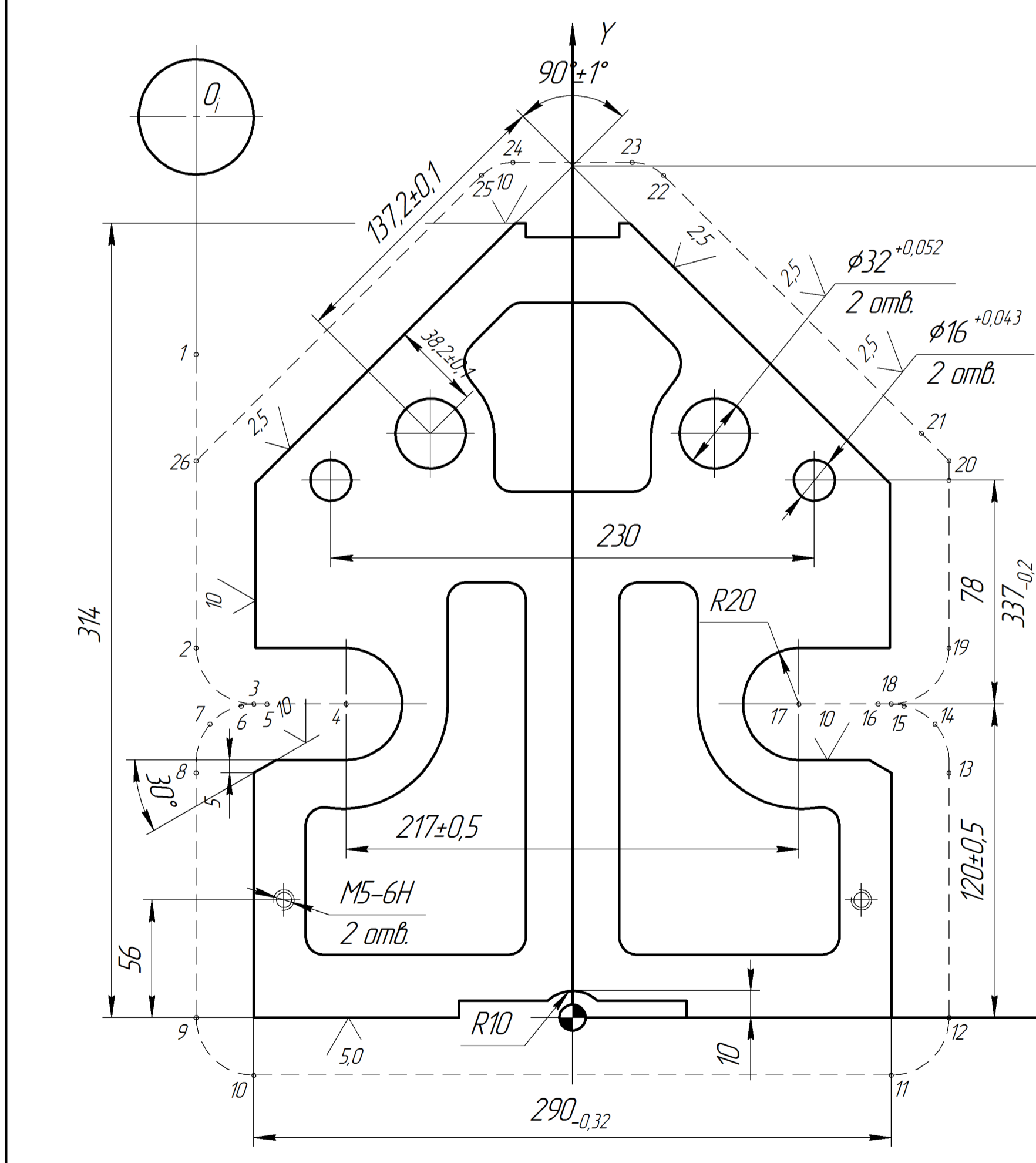
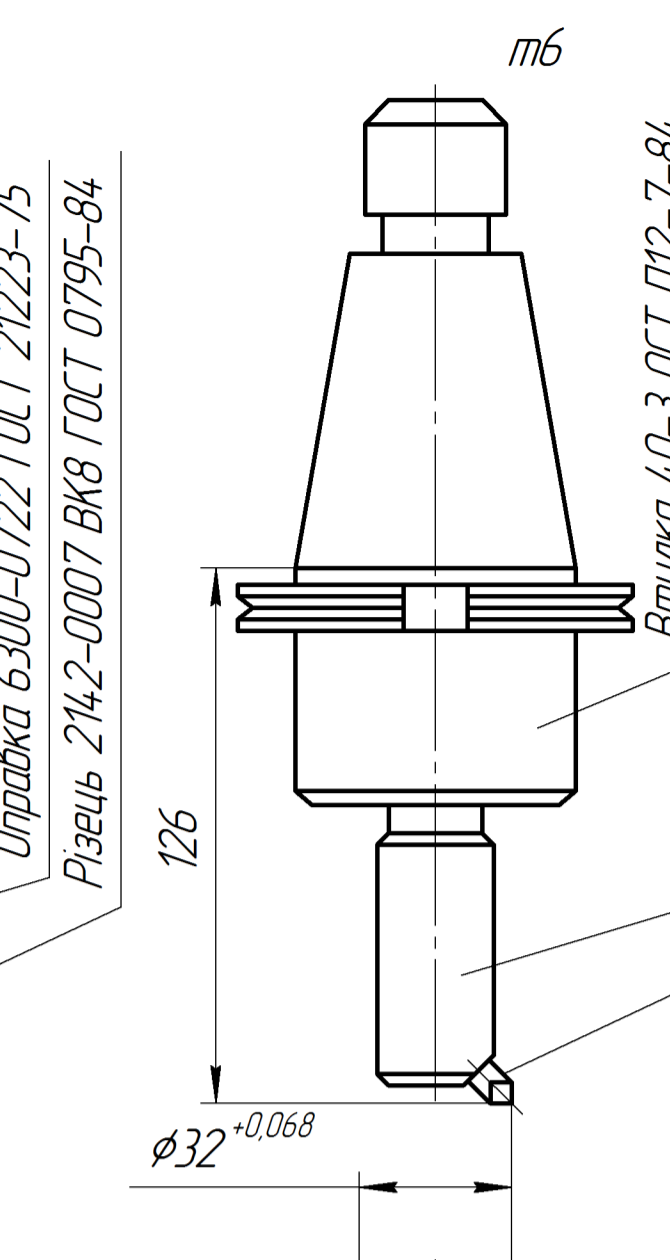
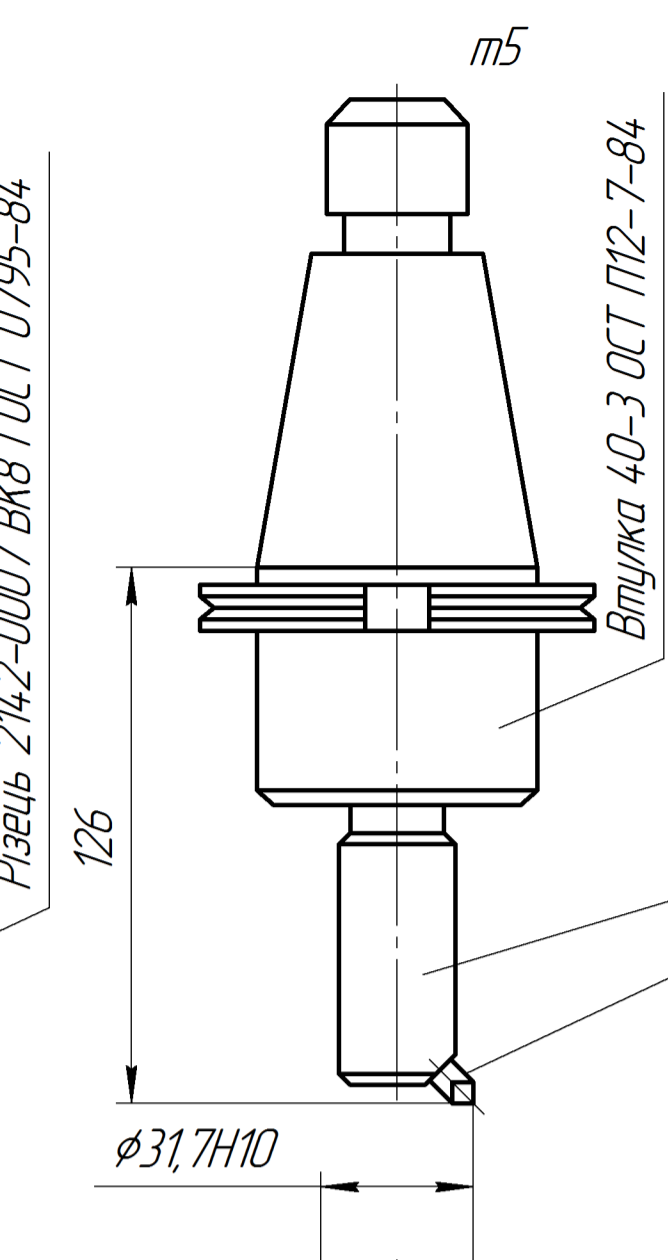
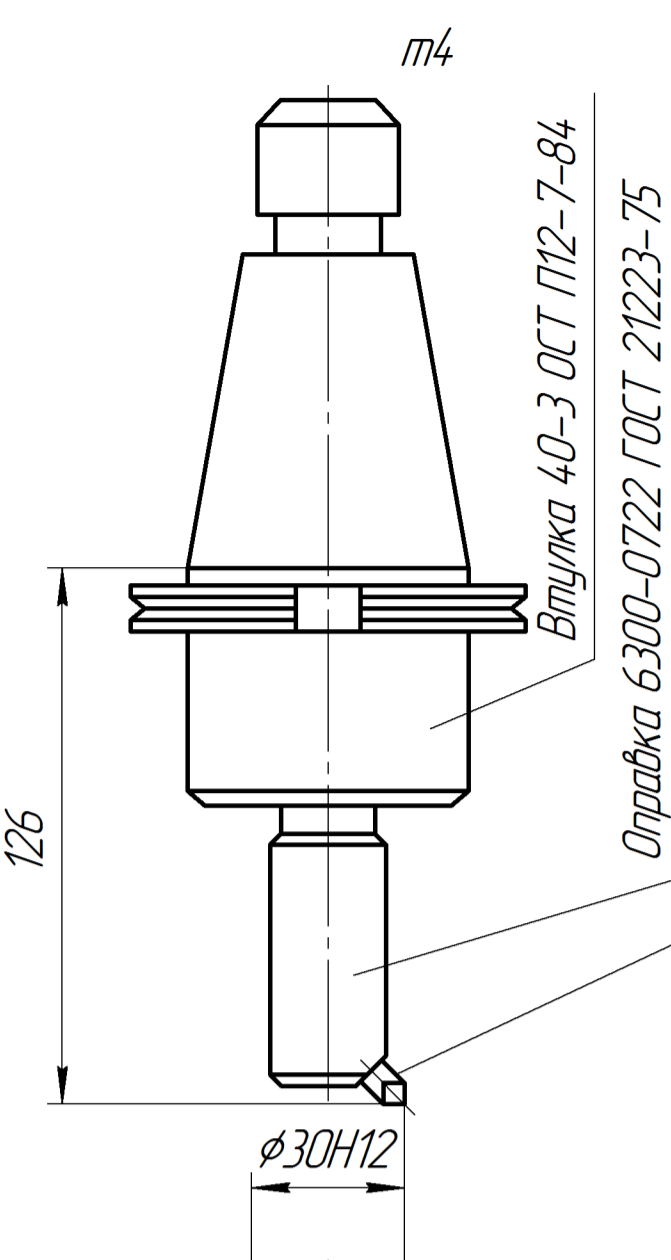
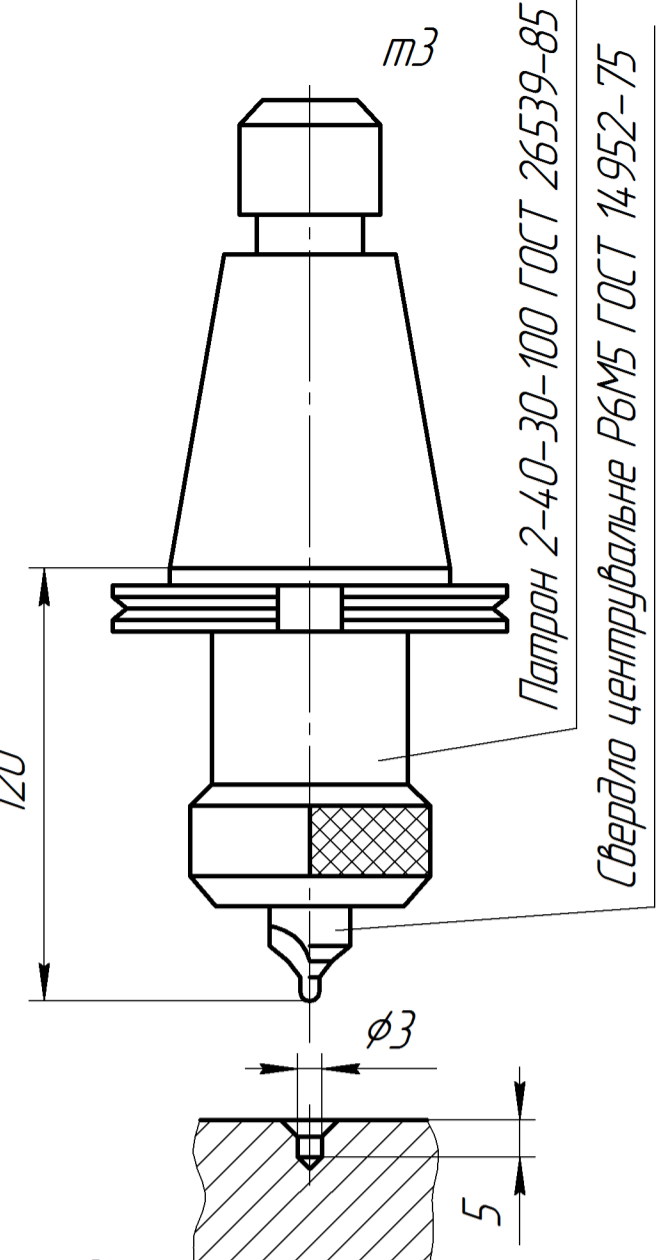
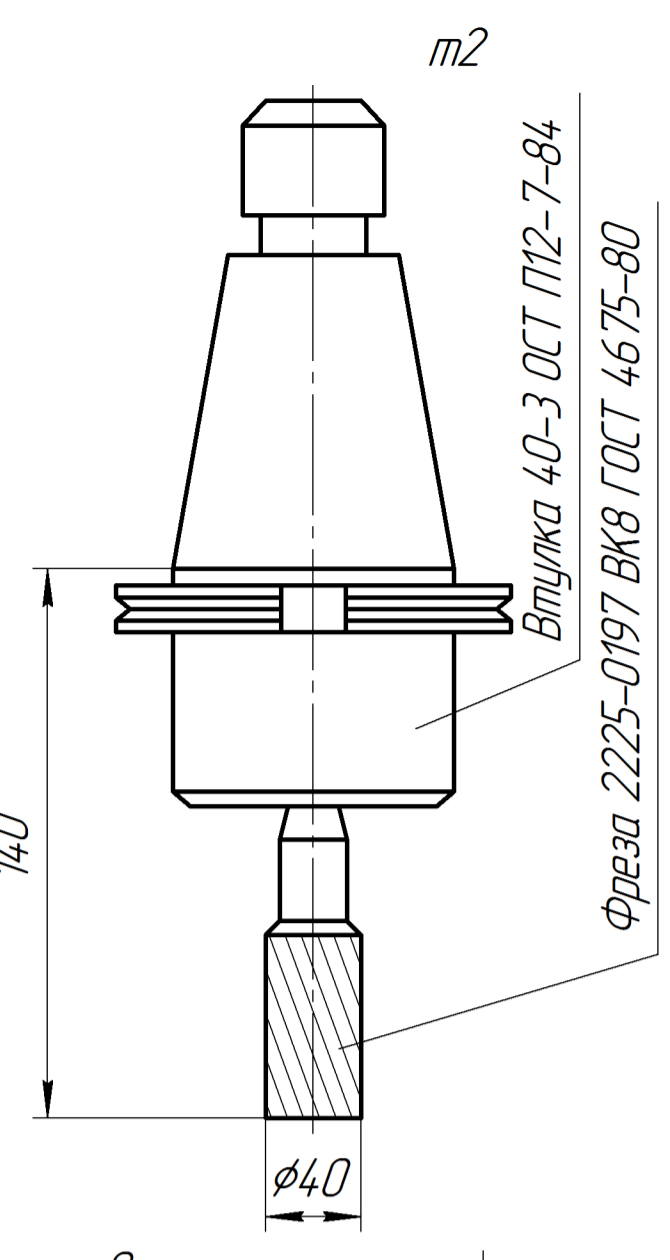
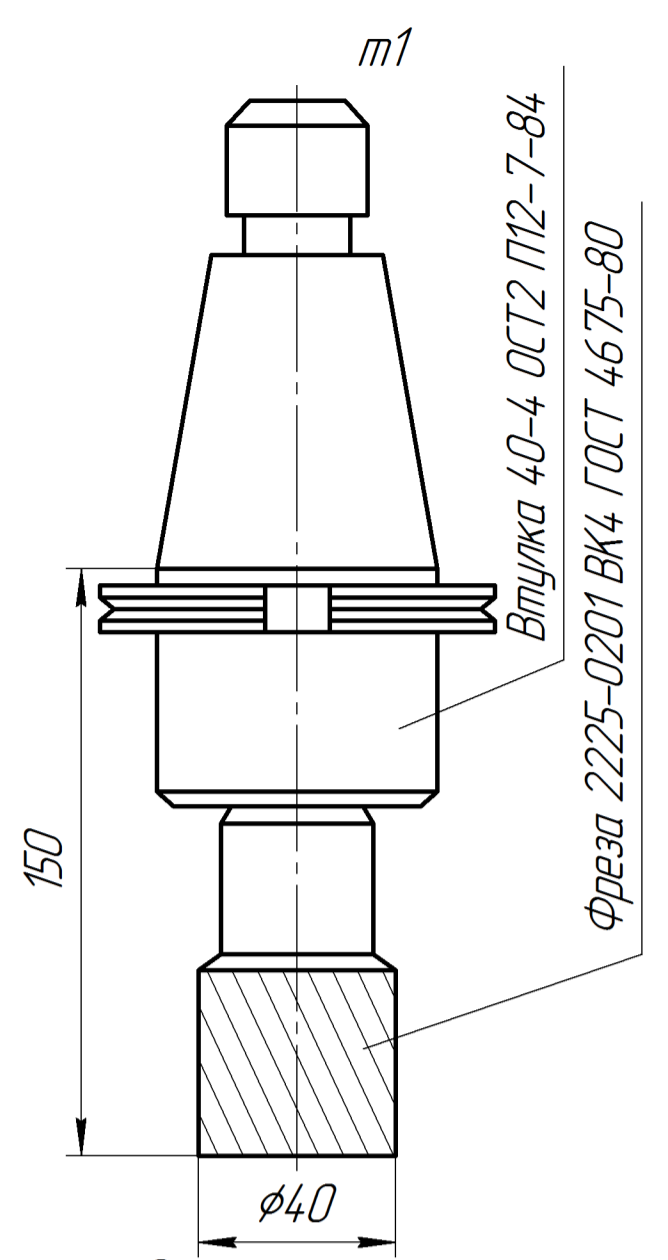
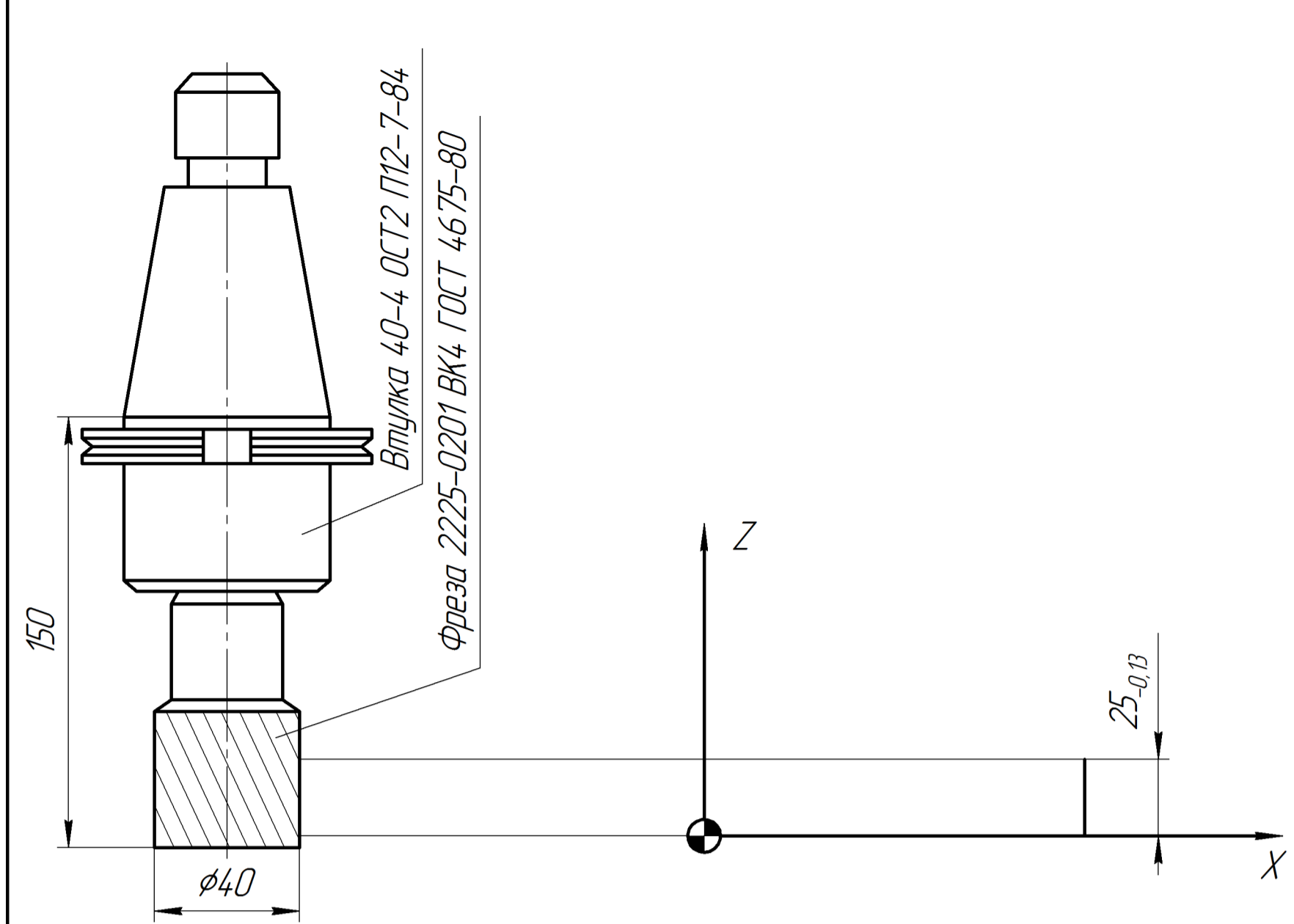


KE

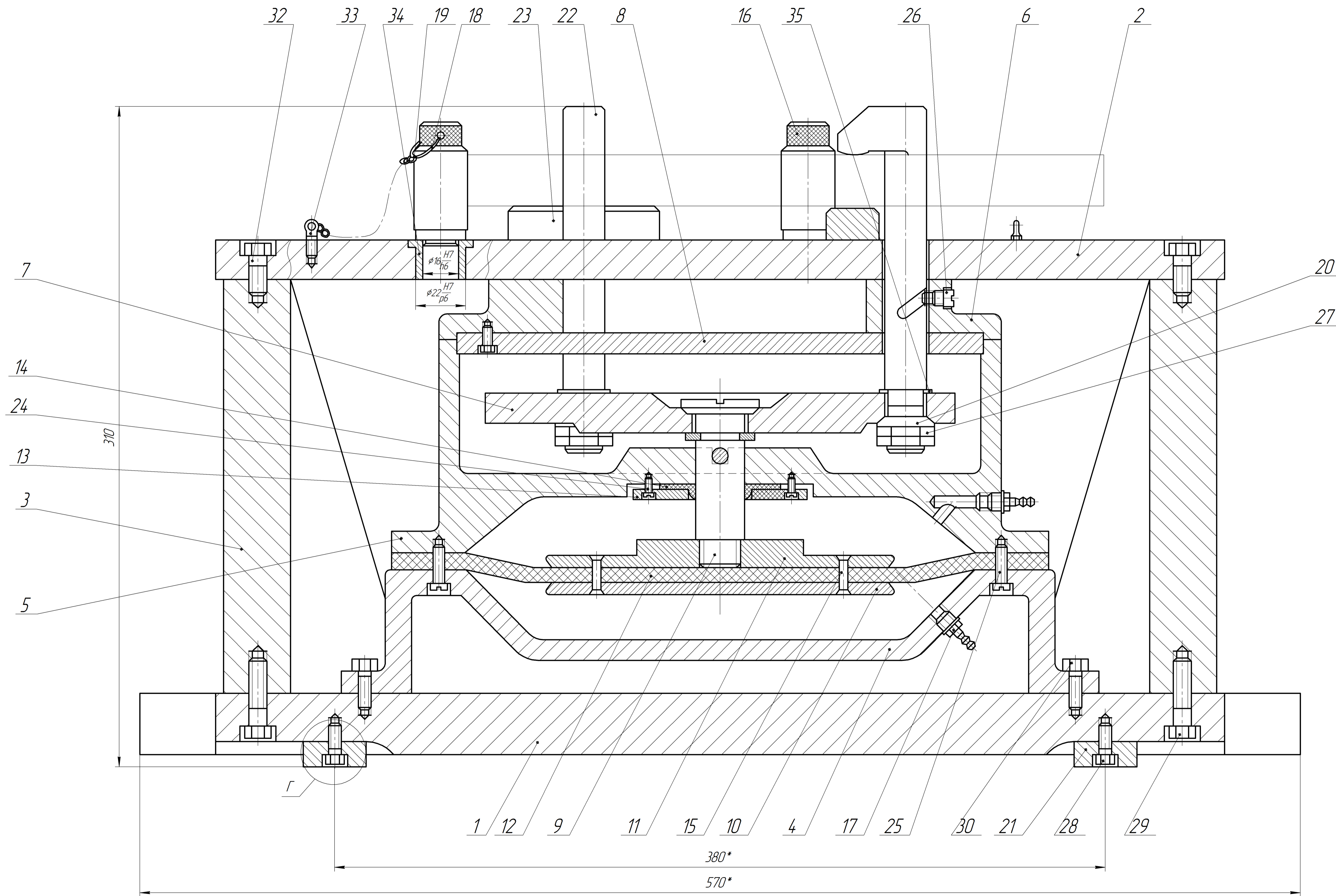
Обробка різанням

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			<i>БР.ПМ-581.02.00.000 СК</i>	<i>Складальне креслення</i>		
				<u>Деталі</u>		
		1	<i>БР.ПМ-581.02.00.001</i>	<i>Плита нижня</i>	1	
		2	<i>БР.ПМ-581.02.00.002</i>	<i>Плита верхня</i>	1	
		3	<i>БР.ПМ-581.02.00.003</i>	<i>Стійка</i>	2	
		4	<i>БР.ПМ-581.02.00.004</i>	<i>Днище</i>	1	
		5	<i>БР.ПМ-581.02.00.005</i>	<i>Пневмокамера</i>	1	
		6	<i>БР.ПМ-581.02.00.006</i>	<i>Кришка</i>	1	
		7	<i>БР.ПМ-581.02.00.007</i>	<i>Тарілка</i>	1	
		8	<i>БР.ПМ-581.02.00.008</i>	<i>Кришка</i>	1	
		9	<i>БР.ПМ-581.02.00.009</i>	<i>Шток</i>	1	
		10	<i>БР.ПМ-581.02.00.010</i>	<i>Планка нижня</i>	1	
		11	<i>БР.ПМ-581.02.00.011</i>	<i>Планка верхня</i>	1	
		12	<i>БР.ПМ-581.02.00.012</i>	<i>Мембрана</i>	1	
		13	<i>БР.ПМ-581.02.00.013</i>	<i>Прижим</i>	3	
		14	<i>БР.ПМ-581.02.00.014</i>	<i>Ущільнення</i>	1	
		15	<i>БР.ПМ-581.02.00.015</i>	<i>Заклепка</i>	8	
		16	<i>БР.ПМ-581.02.00.016</i>	<i>Палець</i>	3	
		17	<i>БР.ПМ-581.02.00.017</i>	<i>Штуцер</i>	1	
		18	<i>БР.ПМ-581.02.00.018</i>	<i>Ланцюжок</i>	2	
		19	<i>БР.ПМ-581.02.00.019</i>	<i>Кільце</i>	2	
		20	<i>БР.ПМ-581.02.00.020</i>	<i>Шайба 018</i>	3	

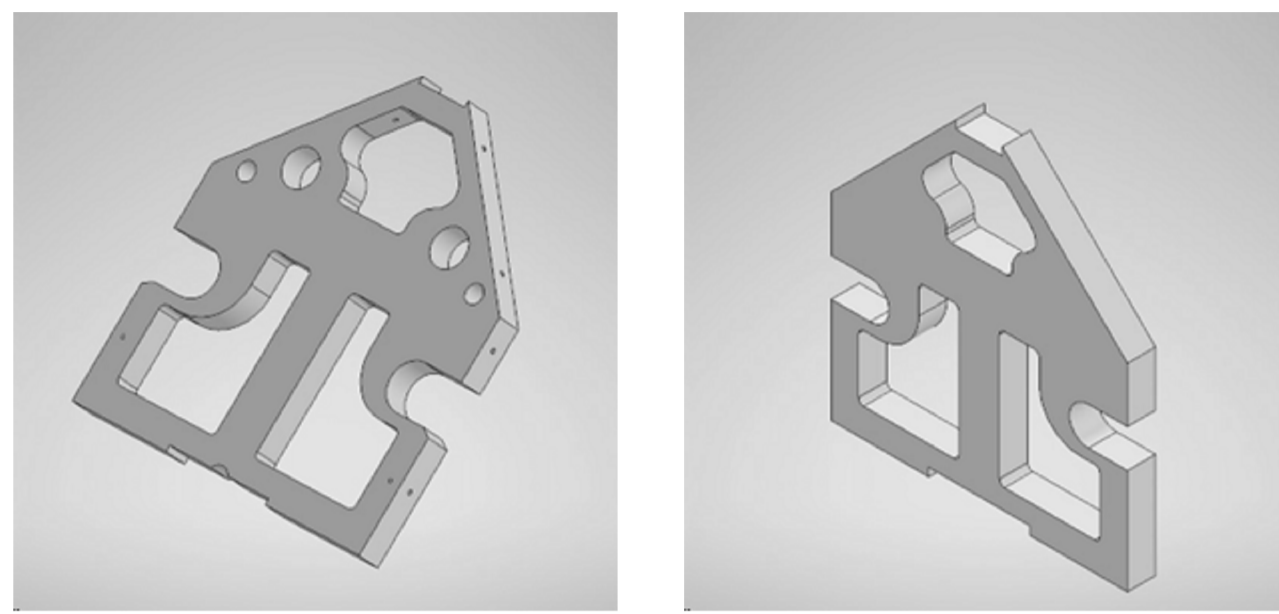
					БР.ПМ-581.02.00.000 ПЗ					
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Пристрій фрезерно-свердильний					
Розробив	Кучир							Літ.	Арк	Аркушів
Перевір.	Одосій							Н	1	2
Реценз.								ІФНТУНГ		
Н.контр.	Одосій							ПМз-21-1		
Затв.	Панчук									



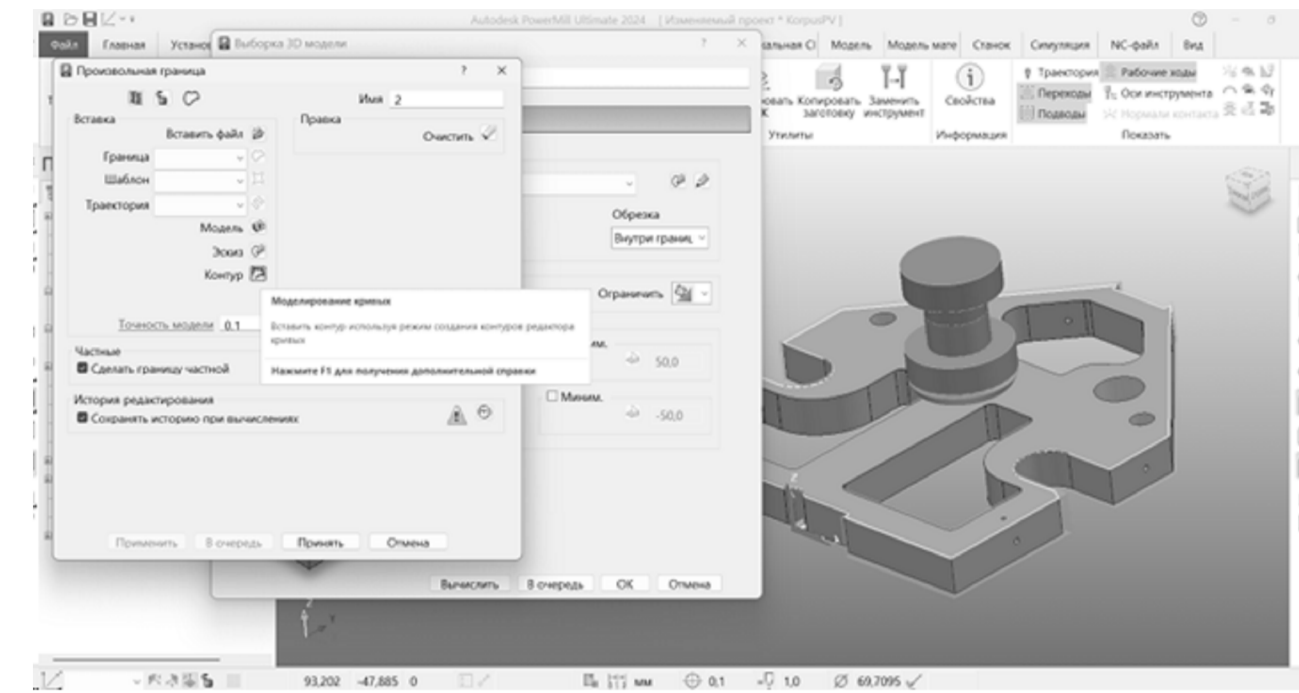
Зм. Арк.				№ Докм.				Підп.				Дата				Лит.				Маса				Масштаб			
Карта налагодження																Лит.				Маса				Масштаб			
верстату на оп. №020																Н											
(верст. мод. 21104Н7Ф4)																Архив				Архив				1			
ПМЗ-21-1																											



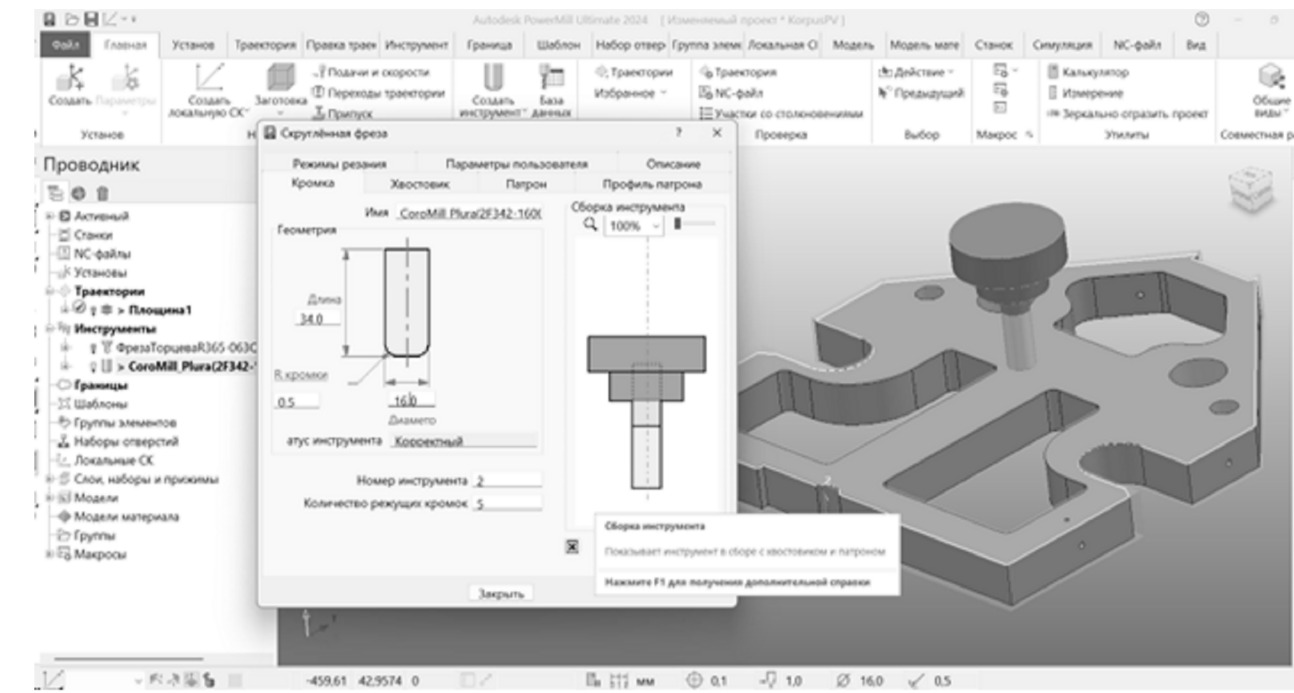
				БР.ПМ-58102.00.000 СК				
Эк.	Арх.	№ Доким.	Подп.	Дата	Пристрій фрезерно-свердильний	Лист	Маса	Масштаб
Разраб.	Кучур					Н		1:1
Перев.	Одасів					Архив	Архив	1
Т.контр.	Одасів							
Н.контр.	Одасів							
Затв.	Ланчик							
						ПМЗ-21-1		



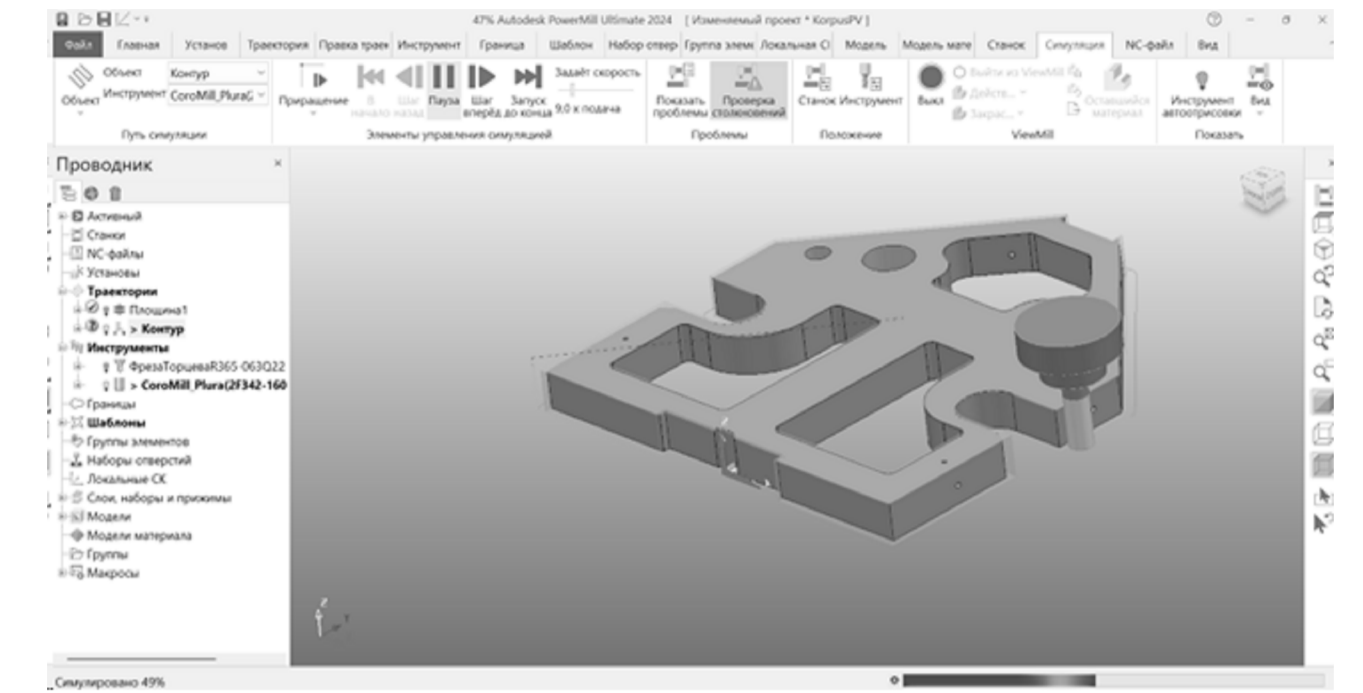
3D-моделі деталі та заготовки



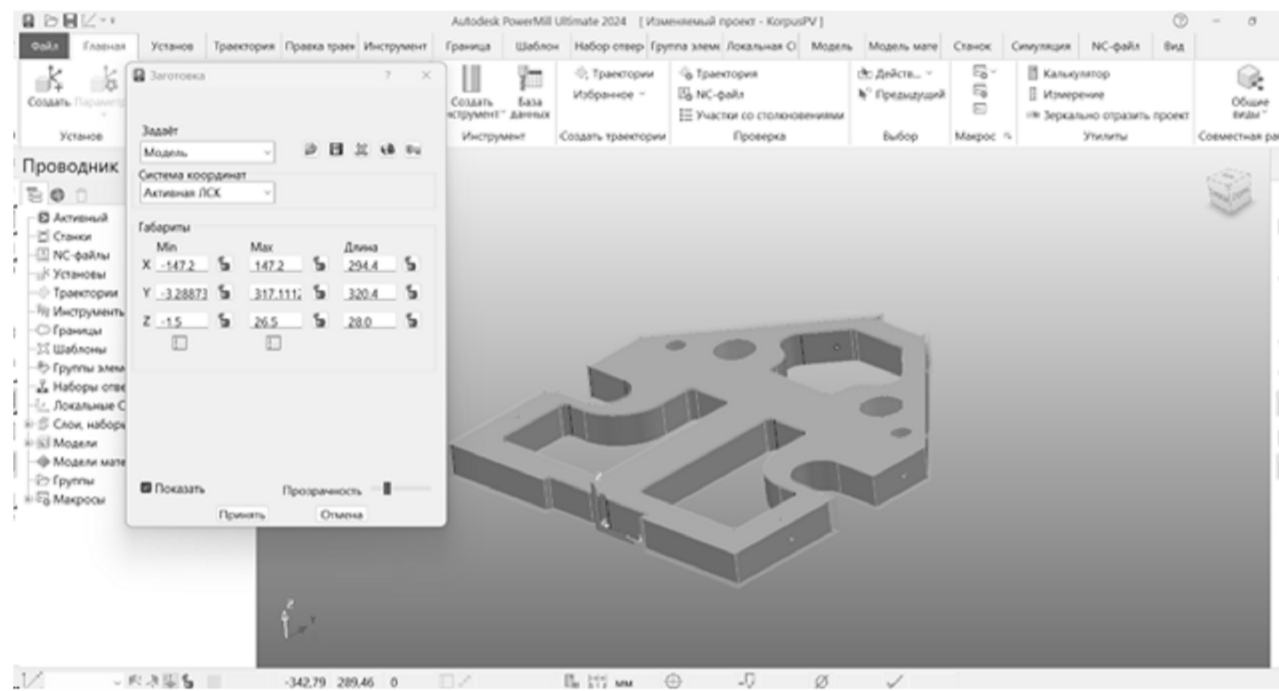
Вибір параметрів створення границі оброблення



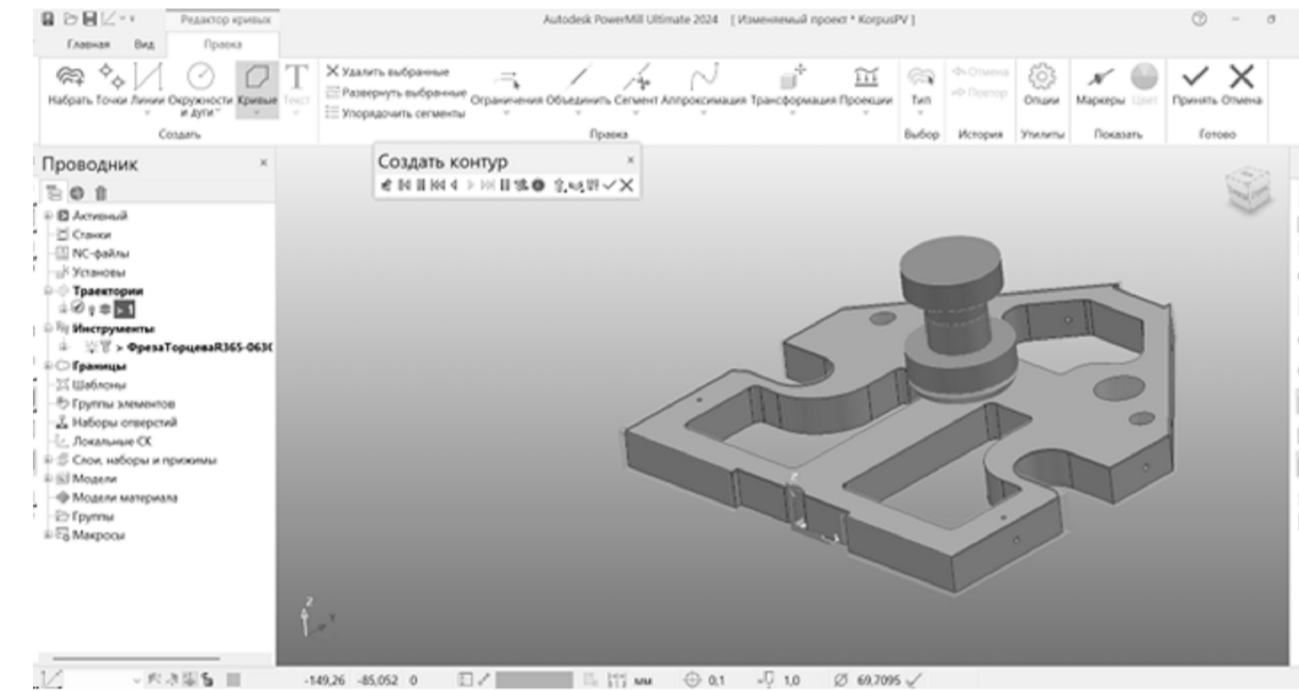
Створення моделі кінцевої фрези



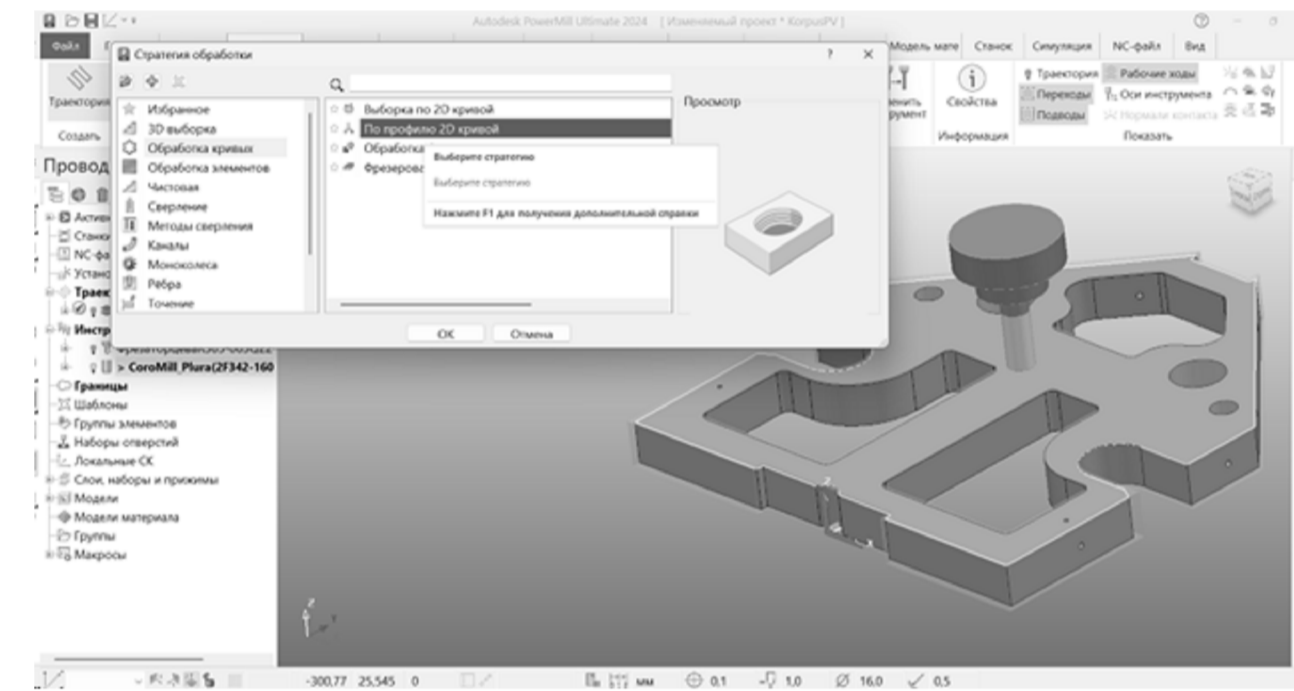
Моделювання фрезерування контуру



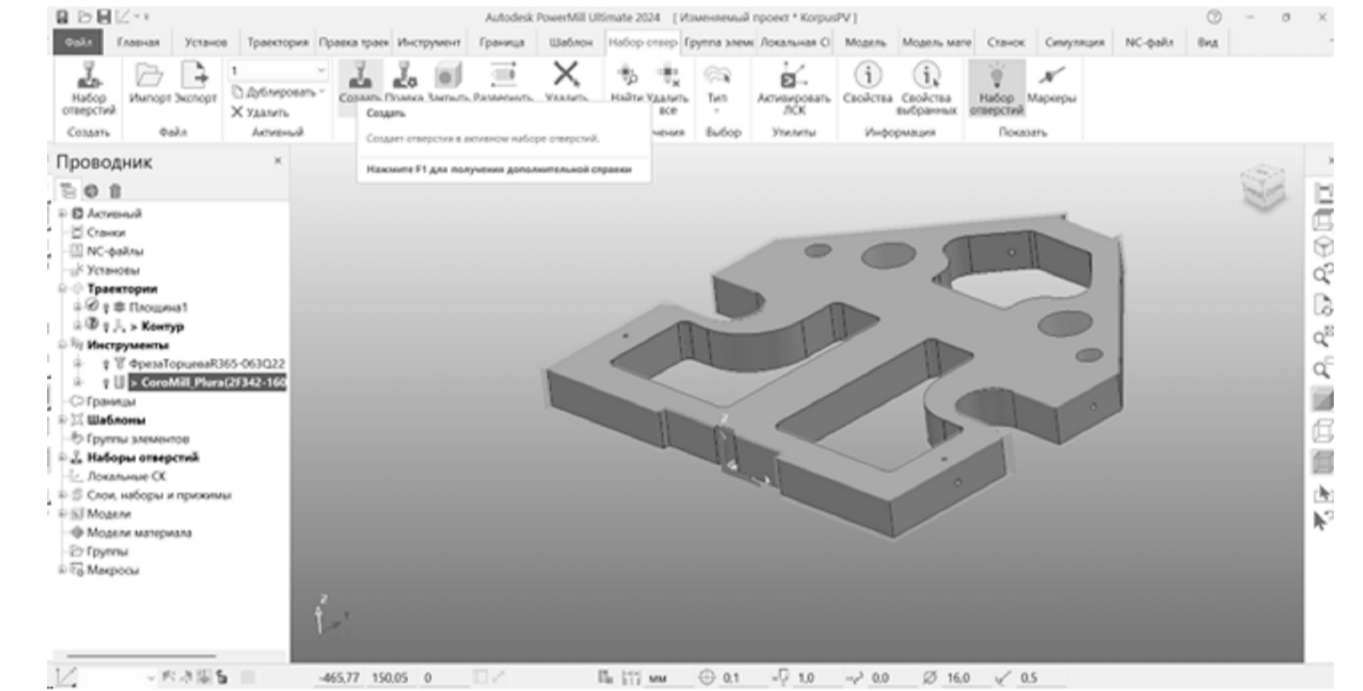
Імпортовані моделі деталі та заготовки



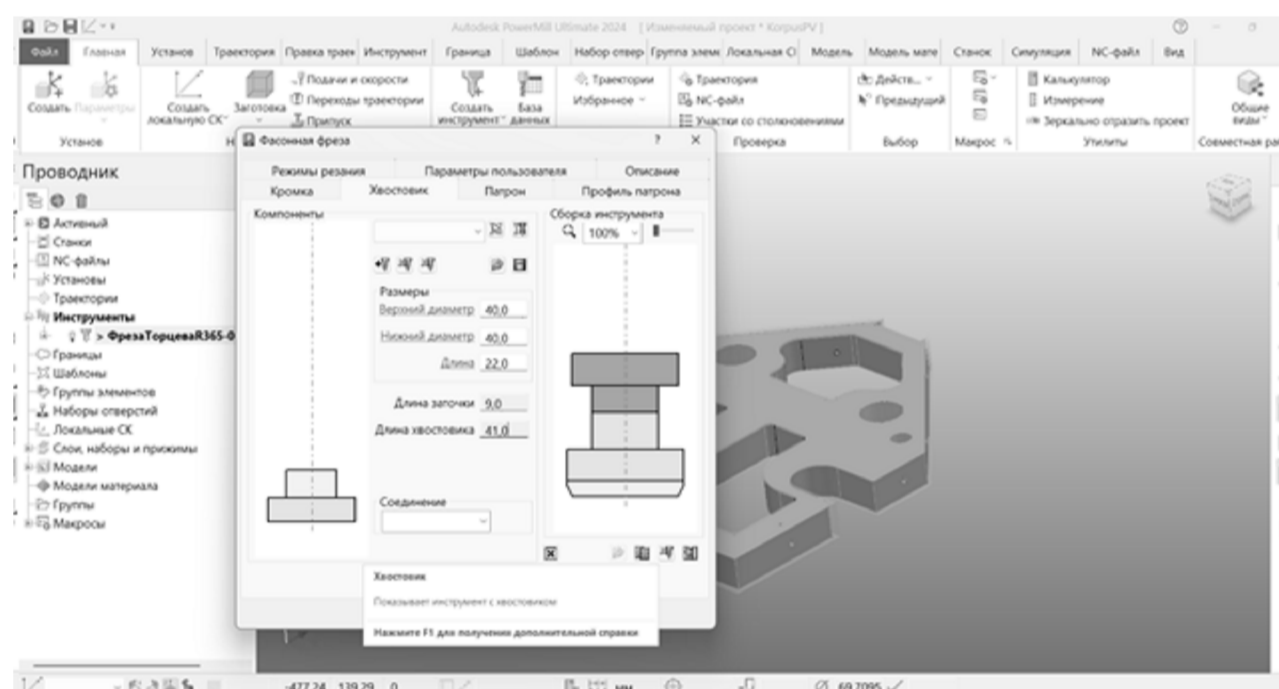
Задання контура границі



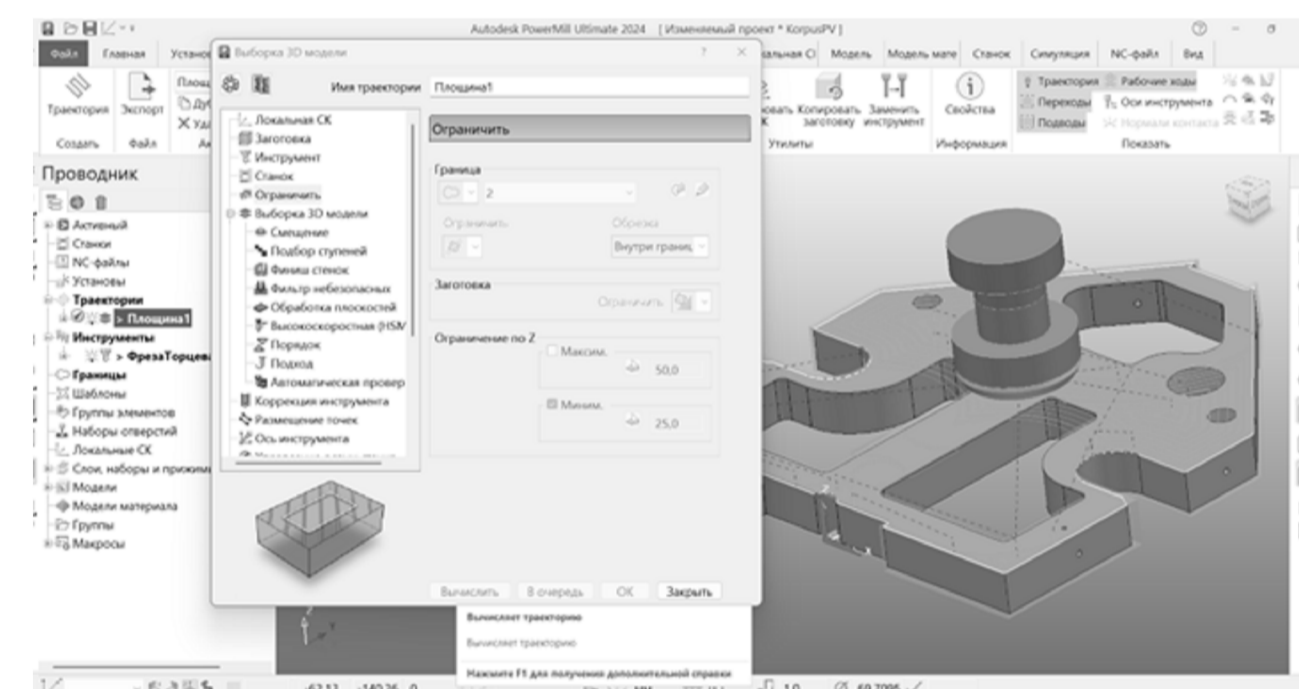
Вибір стратегії обробки



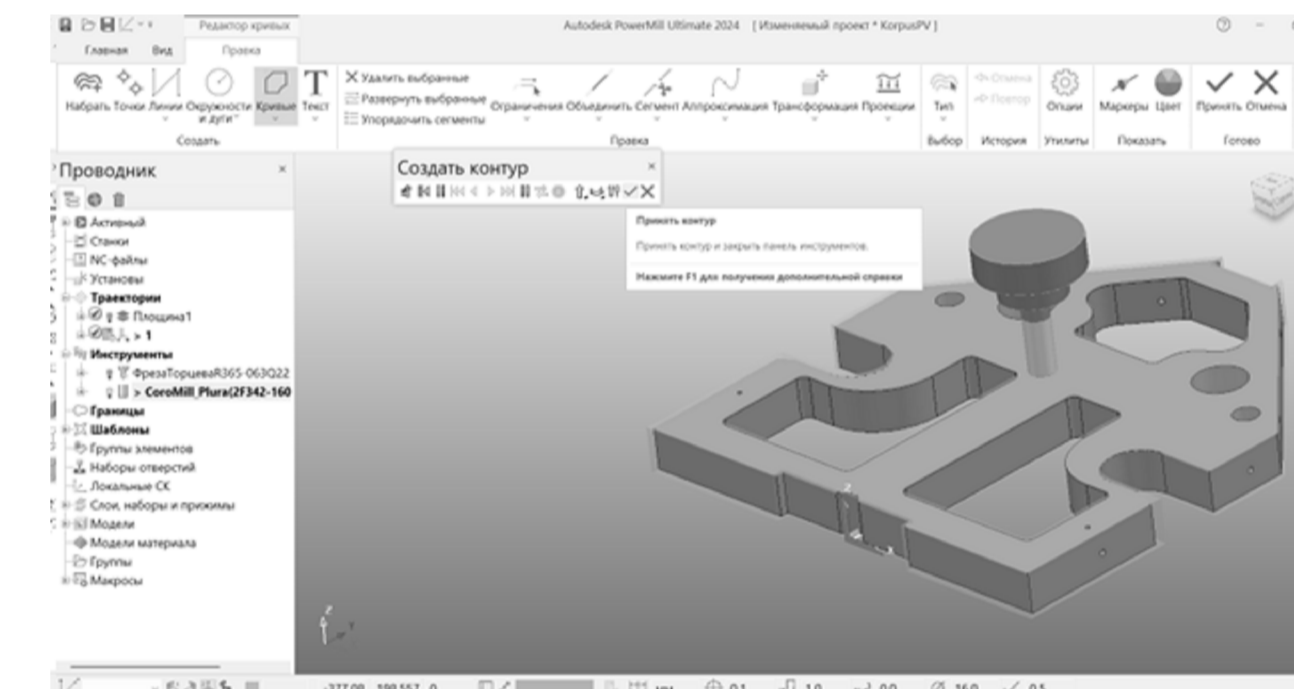
Створення елементів "Отвір"



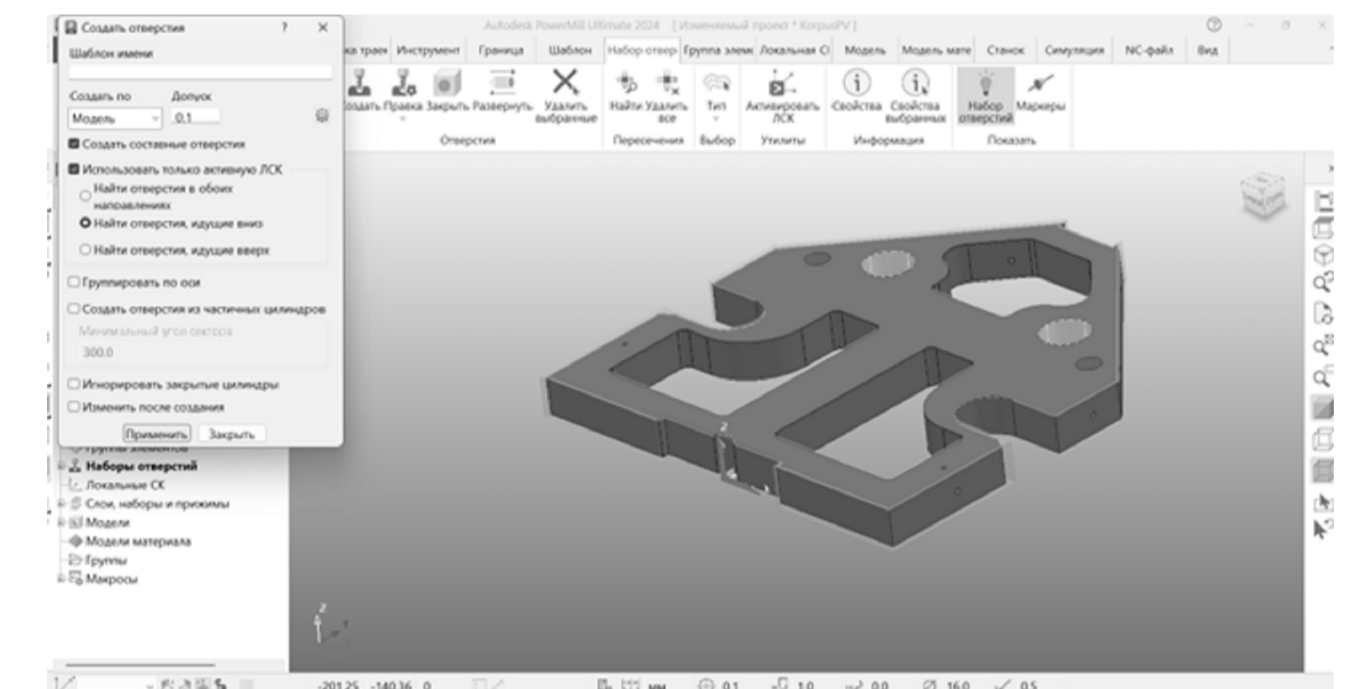
Створення моделі торцевої фрези



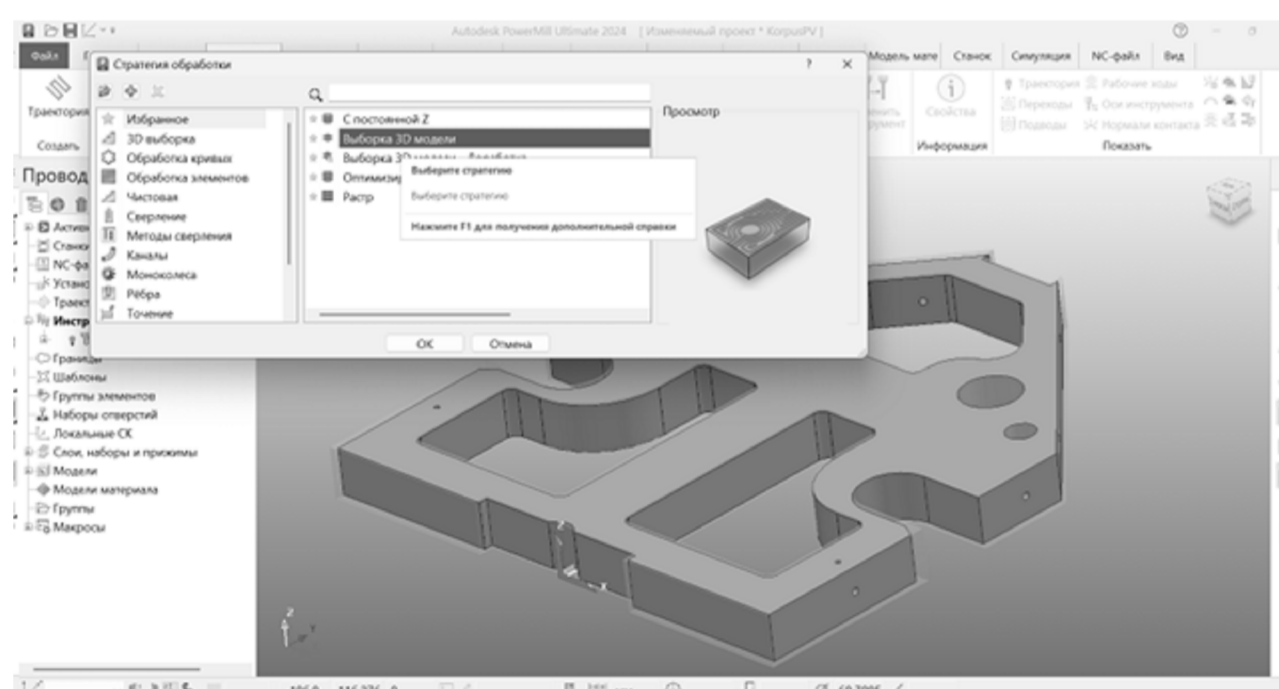
Проектування фрезерування площини



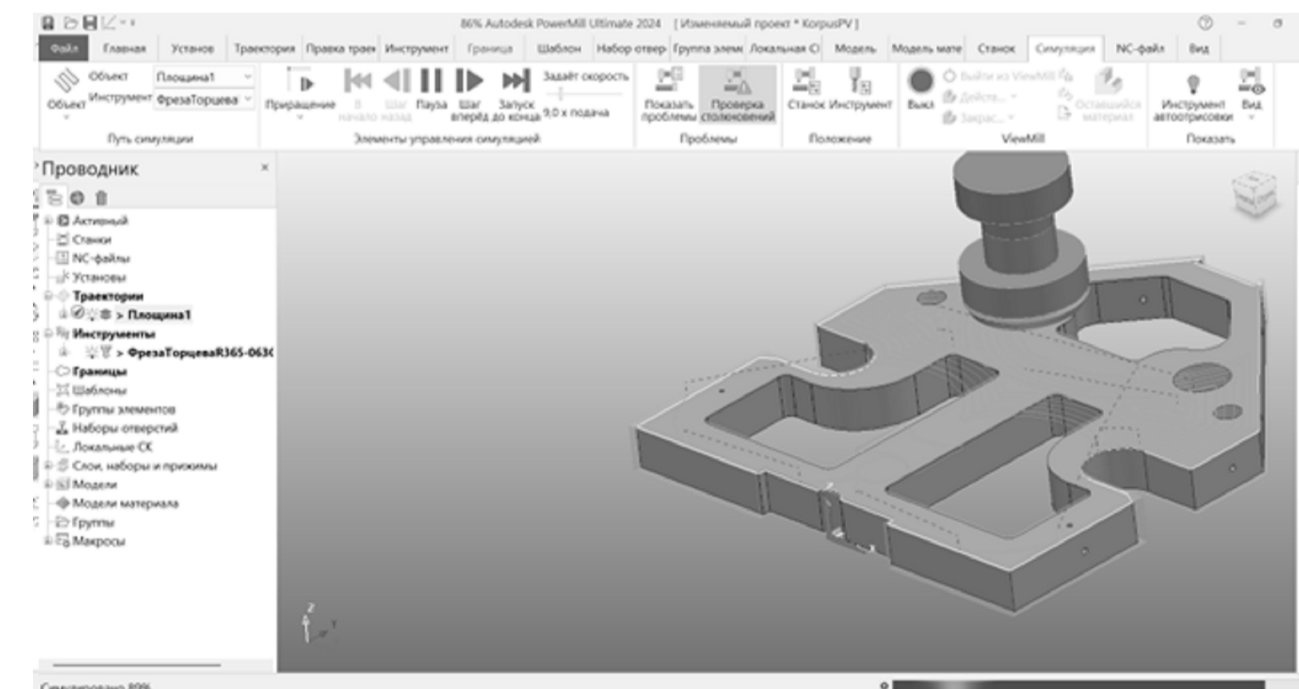
Створення контуру обробки



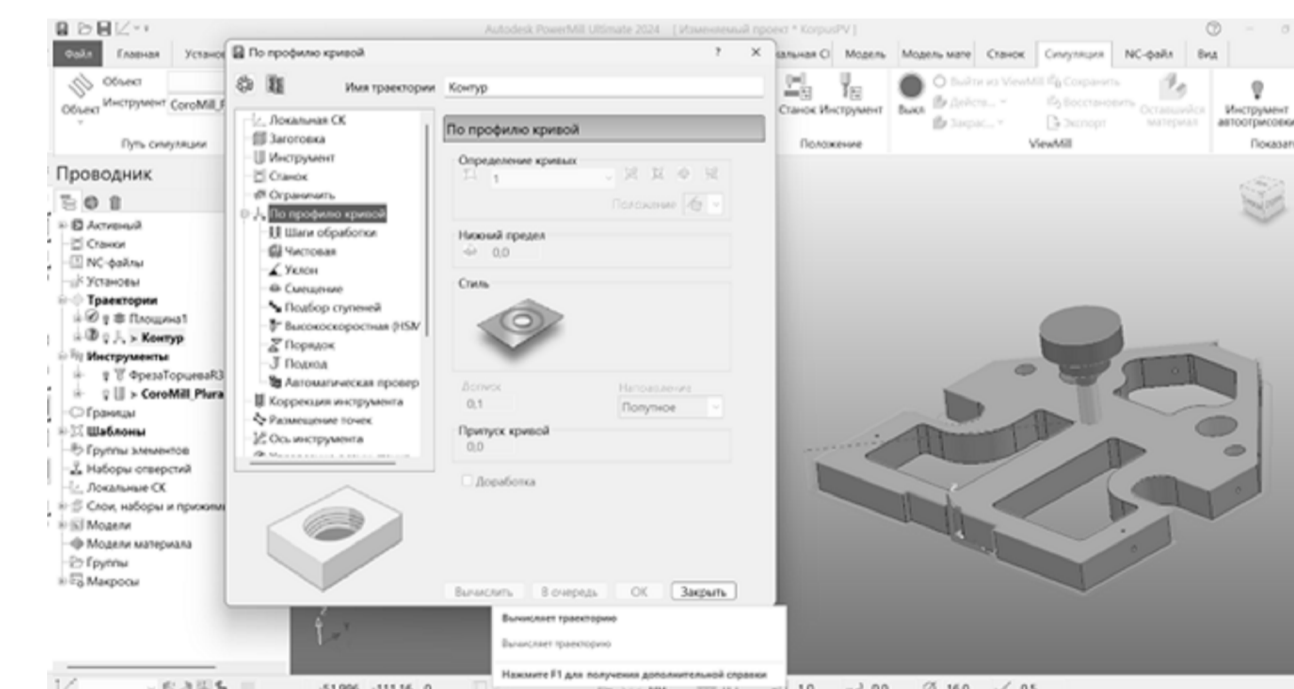
Автоматичний пошук отворів



Вибір стратегії обробки



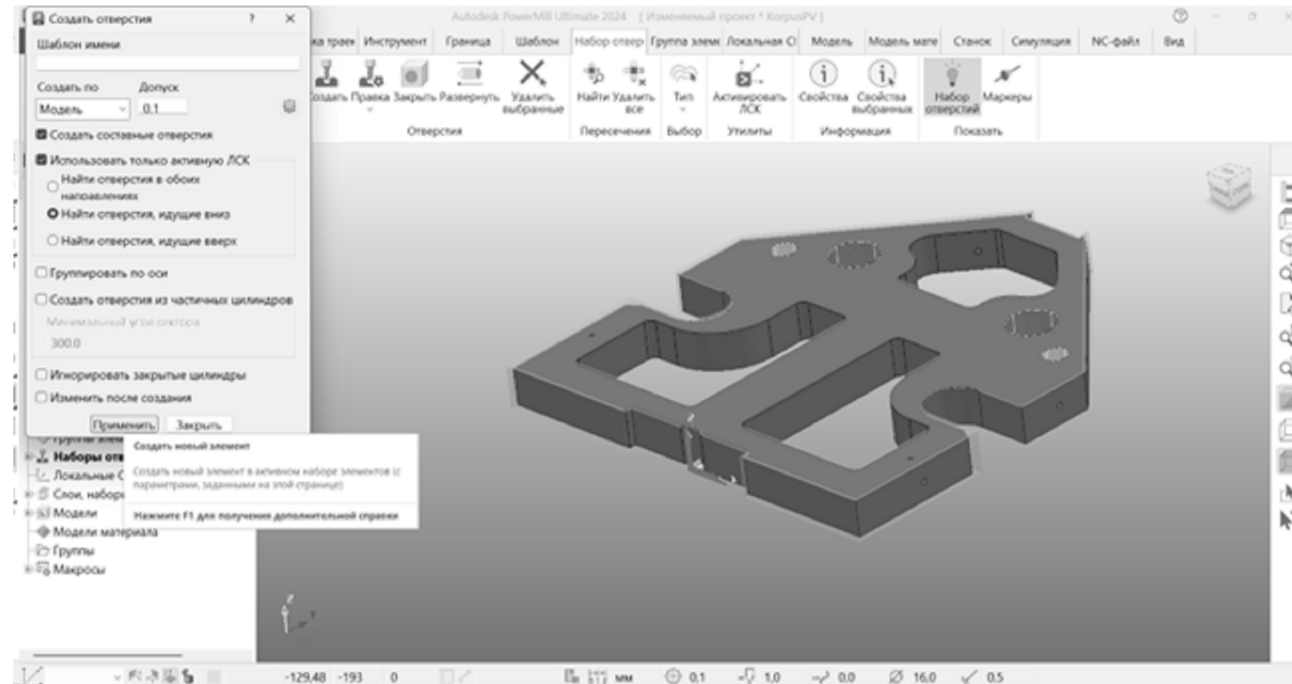
Моделювання фрезерування площини



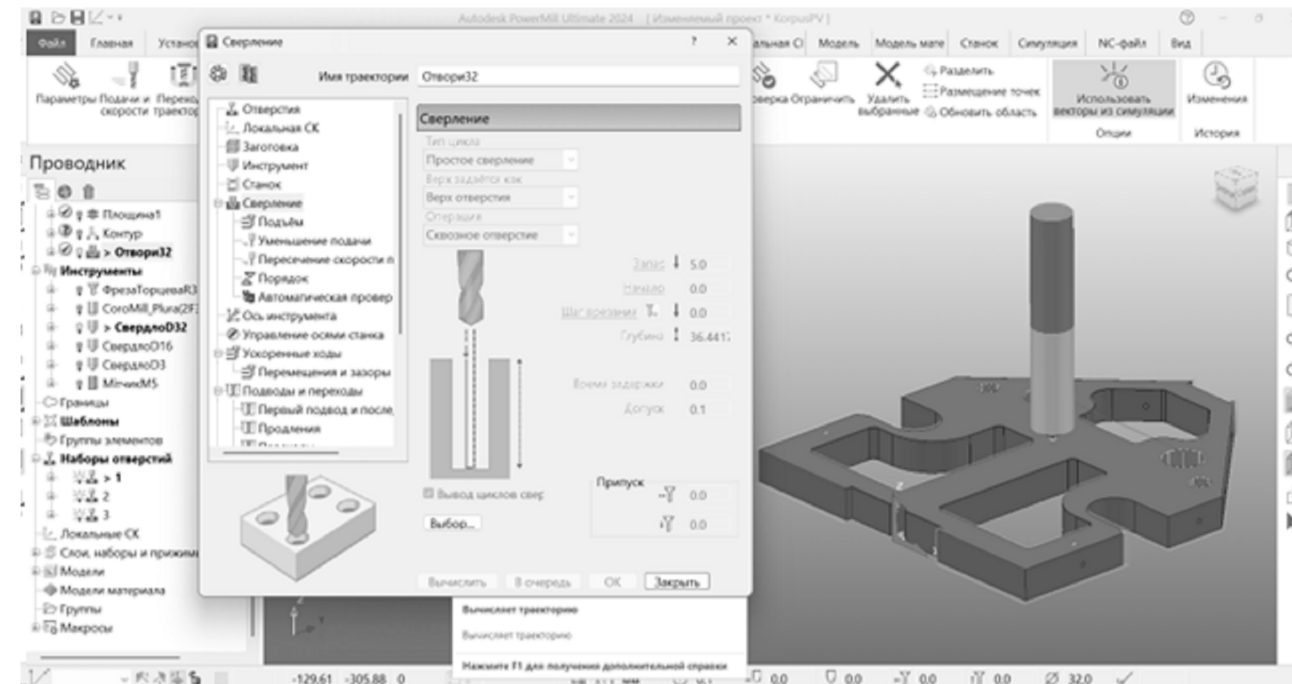
Проектування фрезерування контуру

				БР.ПМ-58103.00.000 СХ		
Зм.	Арх.	№ Док.	Підп.	Дата	Схеми до керуючої програми з ЧПК	
Разраб.	Кучид	Одасій				
Левоб.	Одасій				Лит	Маса
Т.контр.					Архив	Архив
Н.контр.	Одасій				1:1	
Затв.	Панчук				ПМ3-21-1	

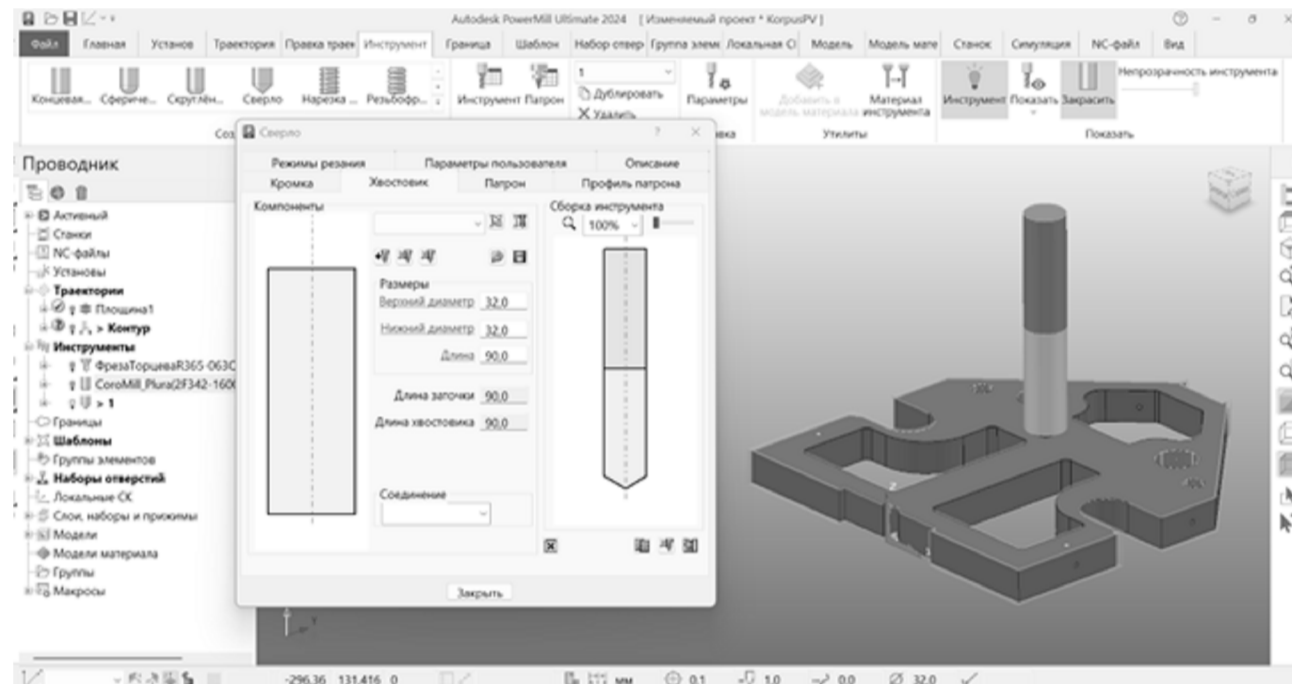
Керуючі програми



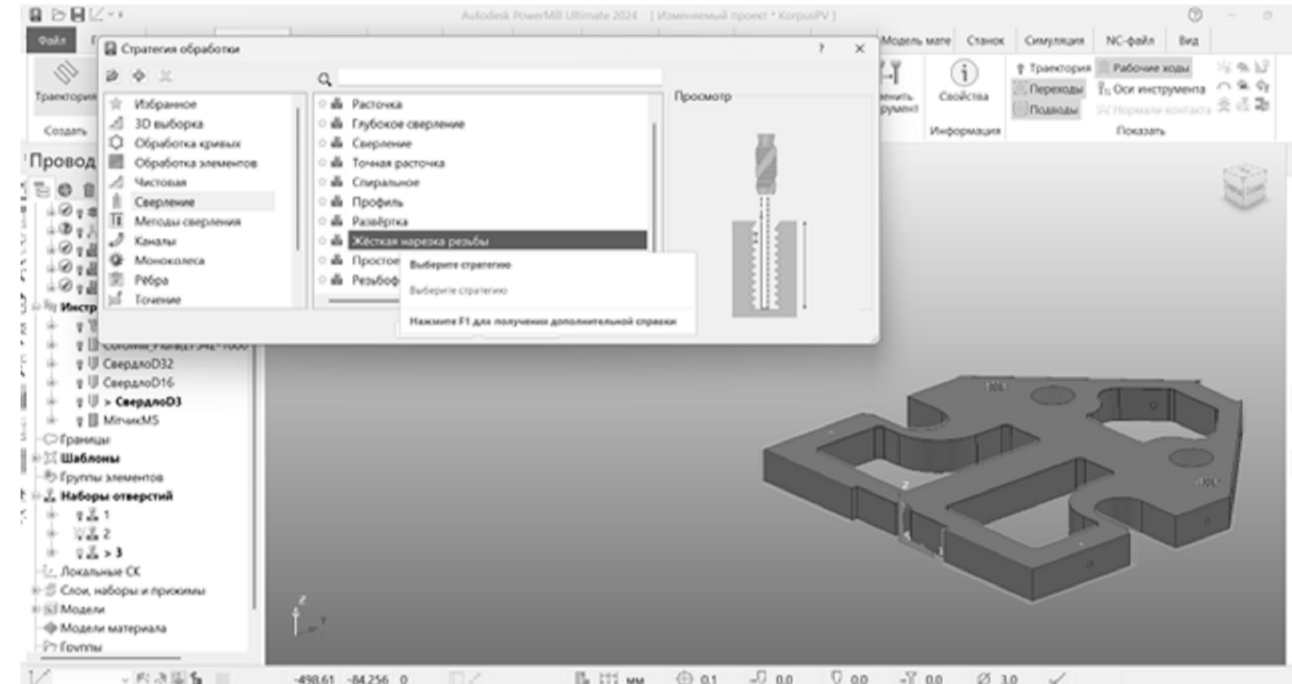
Створення елементів "Отвір"



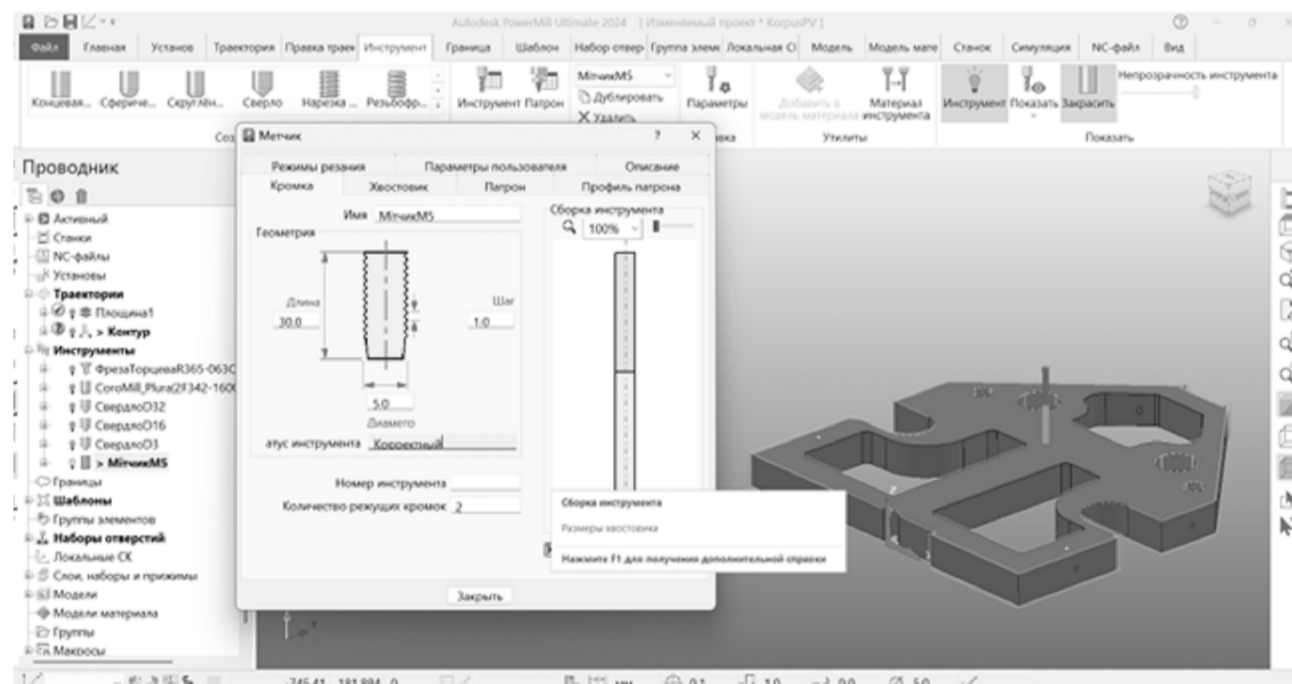
Проектування свердління отворів



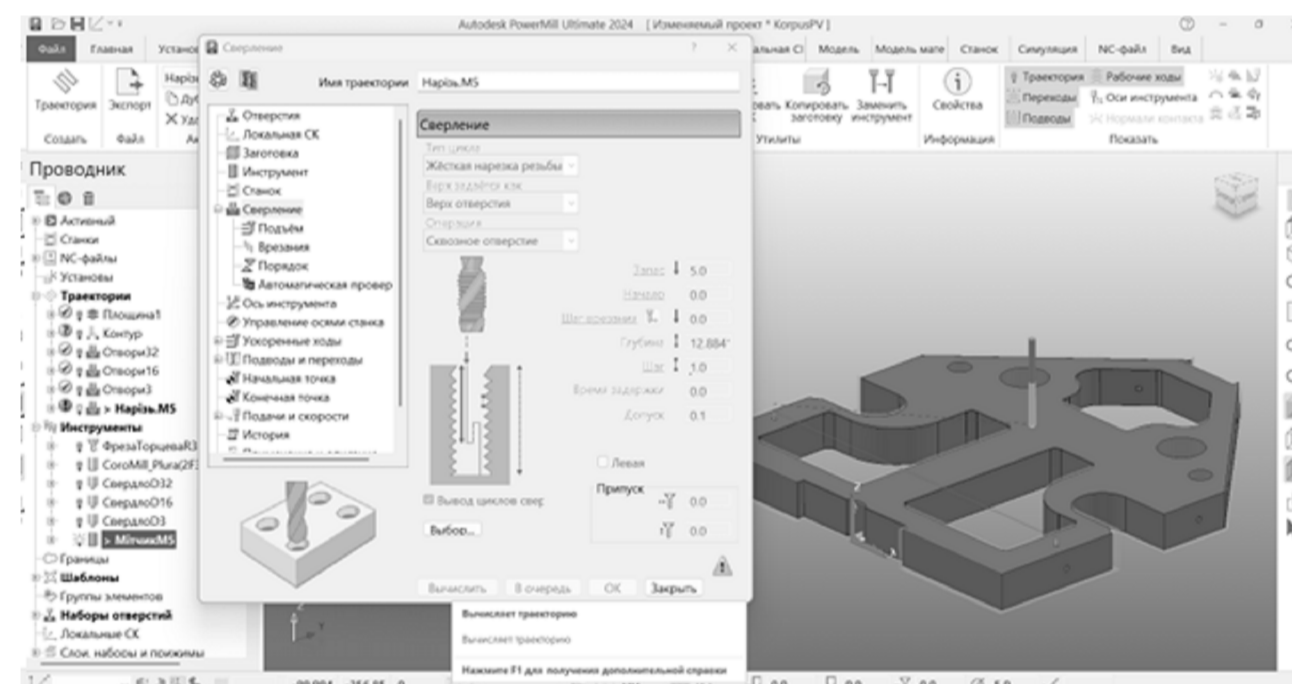
Створення моделі свердла



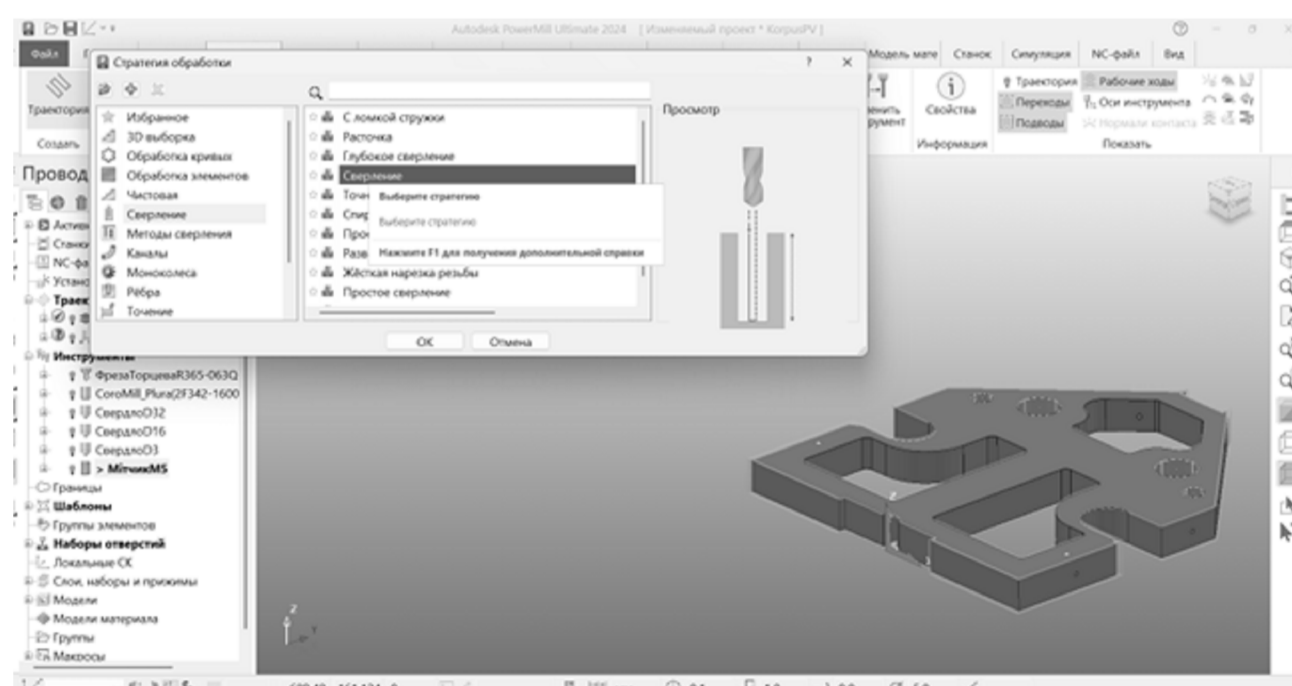
Вибір стратегії обробки



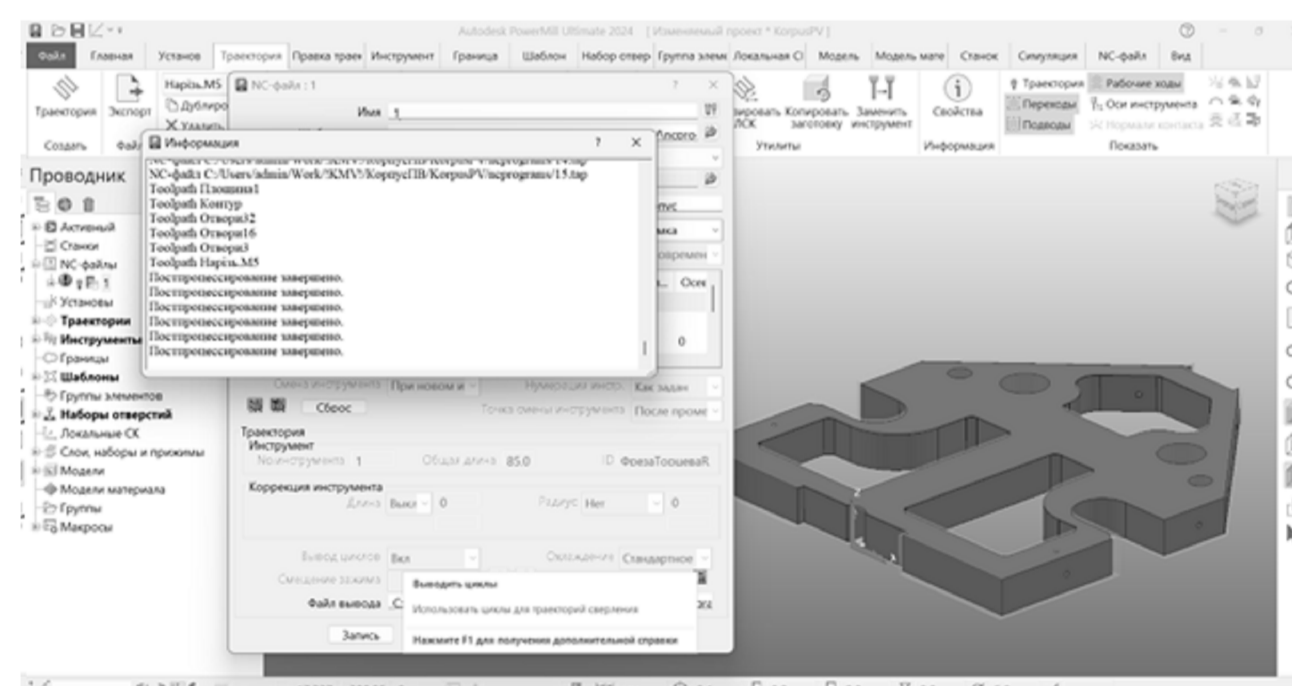
Створення моделі мітчика



Проектування нарізання різьби



Вибір стратегії обробки



Запис NC-файлу

```

%
O0001
N100 ( PROGRAM NAME : 12)
N101 ( PART NAME : Корпус)
N102 ( PROGRAM DATE : 2025-05-30 - 21:27:38)
N103 ( PROGRAMMED BY : ADMIN)
N104 ( POWERMILL CB : 2024019.0)
N105 ( POST VER : 2024.0.0.5142)
N106 ( OPTION FILE : HAAS)
N107 ( OUTPUT WORKPLANE : Глобальня СК)
N108 ( )
N109 ( TOOL LIST )
N110 (-----)
N111 ( NO. | ID | DIA. | TIP RAD | LENGTH)
N112 (-----)
N113 ( 1 |СвердлоD32|32.0 | 0.0 |180.0 )
N114 (-----)
N115 ( )
N116 ( NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0 )
N117 ( ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 H 0 M 11 S)
N118 ( )
N119 G00 G21 G80 G40 G17
N120 G90
N121 G54
N122 G53 Z0.0
N123 (-----)
N124 ( START TOOLPATH : Отвори32 )
N125 (-----)
N126 ( TOOL NO. : 1 )
N127 ( TOOL TYPE : DRILL)
N128 ( TOOL ID : СвердлоD32)
N129 ( TOOL DIA : 32.0 LENGTH 180.0)
N130 T1
N131 M6
N132 S1500 M03
N133 G00 G90 X0.0 Y156.9113
N134 G43 Z35.0 H1
N135 M08
N136 X-74.9084 Y217.8783
N137 Z30.0
N138 G81 G98 X-74.9084 Y217.8783 Z-11.4417 R30.0 F1000.0
N139 G80
N140 G94
N141 G01 X74.9084 F3000.0
N142 G81 G98 X74.9084 Y217.8783 Z-11.4417 R30.0 F1000.0
N143 G00 G80
N144 Z35.0
N145 (-----)
N146 ( END TOOLPATH : Отвори32 )
N147 (-----)
N148 M09
N149 M05
N150 G53 Z0.0
N151 M30
%
    
```

```

%
O0001
N100 ( PROGRAM NAME : 15)
N101 ( PART NAME : Корпус)
N102 ( PROGRAM DATE : 2025-05-30 - 21:27:44)
N103 ( PROGRAMMED BY : ADMIN)
N104 ( POWERMILL CB : 2024019.0)
N105 ( POST VER : 2024.0.0.5142)
N106 ( OPTION FILE : HAAS)
N107 ( OUTPUT WORKPLANE : Глобальня СК)
N108 ( )
N109 ( TOOL LIST )
N110 (-----)
N111 ( NO. | ID | DIA. | TIP RAD | LENGTH)
N112 (-----)
N113 ( 1 |МітчикM5| 5.0 | 0.0 | 60.0 )
N114 (-----)
N115 ( )
N116 ( NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0 )
N117 ( ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 H 0 M 11 S)
N118 ( )
N119 G00 G21 G80 G40 G17
N120 G90
N121 G54
N122 G53 Z0.0
N123 (-----)
N124 ( START TOOLPATH : Нарізь.M5 )
N125 (-----)
N126 ( TOOL NO. : 1 )
N127 ( TOOL TYPE : TAP)
N128 ( TOOL ID : МітчикM5)
N129 ( TOOL DIA : 5.0 LENGTH 60.0)
N130 T1
N131 M6
N132 S1500 M03
N133 G00 G90 X0.0 Y156.9113
N134 G43 Z35.0 H1
N135 M08
N136 X-135.0 Y56.0
N137 Z30.0
N138 G95
N139 M80
N140 G84 G98 X-135.0 Y56.0 Z12.1158 R30.0 F1.0
N141 G80
N142 G94
N143 G01 X135.0 F3000.0
N144 G95
N145 M80
N146 G84 G98 X135.0 Y56.0 Z12.1158 R30.0 F1.0
N147 G00 G80
N148 G94
N149 Z35.0
N150 (-----)
N151 ( END TOOLPATH : Нарізь.M5 )
N152 (-----)
N153 M09
N154 M05
N155 G53 Z0.0
N156 M30
%
    
```

				БР.ПМ-58103.00.000 СХ			
Зм.	Арх.	№ Докм.	Підп.	Дата	Лит.	Маса	Масштаб
Разраб.	Кучур						1:1
Левоб.	Одасій				Архив	Архив	1
Т.контр.	Одасій						
Н.контр.	Одасій						
Затв.	Ланчик						ПМ3-21-1