

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Інститут інженерної механіки та робототехніки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Парцей Іван Володимирович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.91

(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

«Технологія виготовлення деталі «Півважіль КУ 23.32.31.043»»

(назва роботи)

Прикладна механіка

(назва освітньої програми)

131- Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

І.В. Парцей

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник: Шуляр Ірина Орестівна, к.т.н., доцент

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

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

професор

(посада)

(підпис)

(дата)

В. Г. Панчук

(ініціали та прізвище)

Рецензент

(посада)

(підпис)

(дата)

(ініціали та прізвище)

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

м.Івано-Франківськ-2025 рік

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут інженерної механіки та робототехніки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Освітній рівень - бакалавр

Спеціальність 131-Прикладна механіка

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«___» _____ 20__ року

З А В Д А Н Н Я

НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Парцею Івану Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Технологія виготовлення деталі «Півважіль КУ 23.32.31.043»»

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

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

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

2. Строк подання студентом роботи 15 червня 2025 р.

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

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

2. Конструкторська частина

3. Розробка керуючої програми для верстату з ЧПК

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

1. Карта налагодження – 1 лист А1

2. Креслення верстатного пристрою 2 листи А1

3. Керуюча програма для верстату з ЧПК 2 листи А1

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 25.02.2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент _____
(підпис)

Парцей І.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Шуляр І.О.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної бакалаврської роботи: «Технологія виготовлення деталі “Півважіль КУ 23.32.31.403”».

Розрахунково-пояснювальна записка на 99 сторінках і містить: 39 рисунків, 16 таблиць, 11 посилань на літературні джерела, 34 аркуші ф. А4 додатків.

Графічна частина: 5 аркушів формату А1.

Об’єкт дослідження – технологічний процес механічної обробки.

Предмет дослідження - деталь “Півважіль КУ 23.32.31.403”

Мета роботи – розробити технологію виготовлення півважеля КУ 23.32.31.403, що забезпечить його виготовлення з мінімальними затратами, а також відповідно розробленому технологічному маршруту сконструювати спеціальний верстатний пристрій для базування і закріплення деталі на свердлильній операції, скласти керуючу програму для верстата з ЧПК.

Для досягнення поставленої задачі проведено аналіз конструкції деталі, її призначення, вибрано відповідно типу виробництва оптимальний спосіб отримання заготовки (штампуванням) та по рекомендаціях технічної літератури розроблено проектний маршрут механічної обробки. В конструкторській частині для закріплення деталі на вертикально-свердлильній операції (020) розроблено спеціальний верстатний пристрій. В 3 розділі розроблено керуючу програму для верстату з ЧПК. В додатках наведена уся необхідна технологічна документація.

Результати роботи можуть бути використані в машинобудівній галузі.

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

Студент: Парцей І.В.

SUMMARY

of the qualifying bachelor's thesis: "Technology of manufacturing the part "Half-lever KY 23.32.31.403".

Calculation and explanatory note on 99 pages and contains: 39 figures, 16 tables, 11 references to literary sources, 34 sheets of f. A4 appendices.

Graphic part: 5 sheets of A1 format.

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

The subject of the study is the part "Half-lever KY 23.32.31.403"

The purpose of the work is to develop a technology for manufacturing the half-lever KY 23.32.31.403, which will ensure its manufacture with minimal costs, and also, in accordance with the developed technological route, to design a special machine tool device for basing and fixing the part on the drilling operation, to create a control program for the CNC machine tool.

To achieve the task, an analysis of the design of the part and its purpose was carried out, the optimal method of obtaining the workpiece (stamping) was selected according to the type of production, and a design route for mechanical processing was developed based on the recommendations of technical literature. In the design part, a special machine tool device was developed for fixing the part on the vertical drilling operation (020). In section 3, a control program for the CNC machine tool was developed. The appendices contain all the necessary technological documentation.

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

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

Student: Partsey I.V.

Зміст

Вступ

1 Технологічна частина

- 1.1 Опис призначення та конструкції деталі
- 1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі
- 1.3 Визначення річної програми випуску деталей і кількості деталей в партії
- 1.4 Аналіз базового технологічного процесу
 - 1.4.1 Опис і аналіз базового технологічного процесу
 - 1.4.2 Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки
 - 1.4.3 Обґрунтування проектного варіанту маршруту механічної обробки
- 1.5 Розробка операційної технології
 - 1.5.1 Розрахунок припусків на механічну обробку
 - 1.5.2 Розрахунок режимів різання
 - 1.5.3 Розробка структури операцій технологічних налагоджень
 - 1.5.4 Нормування технологічного процесу

2 Конструкторська частина

- 2.1 Призначення, будова і робота пристрою
- 2.2 Розрахунок сил затиску та вибір параметрів механізму затиску
- 2.3 Розрахунок пристрою на міцність
- 2.4 Розрахунок пристрою на точність

3 Розроблення керуючої програми для верстата з ЧПК

Висновки

Список використаних джерел

Додатки

| | | | | | | | | |
|-----------|--------|----------|--------|------|-------------------------|-----------------|------|---------|
| | | | | | БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | | | |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | Парцей | | | | Пояснювальна записка | Літ. | Арк. | Аркушів |
| Перевір. | Шуляр | | | | | | 1 | |
| Реценз. | | | | | | | | |
| Н. Контр. | Шуляр | | | | | | | |
| Затверд. | Панчук | | | | | | | |
| | | | | | | ІФНТУНГ ПМ-21-1 | | |

Вступ

Науково-технічний прогрес в машинобудуванні в значній мірі визначає розвиток і вдосконалення всього народного господарства держави. Найважливішими умовами прискорення науково-технічного прогресу є ріст продуктивності праці, підвищення ефективності суспільного виробництва і покращення якості продукції. Вдосконалення технологічних методів виготовлення машин має при цьому першочергове значення, якість машин, їх надійність, довговічність, економічність в експлуатації залежить не тільки від технології виробництва. Застосування високопродуктивних методів обробки, котрі забезпечують високу точність і якість поверхонь деталей машин, методів зміцнювання робочих поверхонь, підвищують ресурс роботи деталей і машин в цілому, ефективне використання сучасних автоматичних і побутових ліній, верстатів з ЧПК, електрообчислювальних машин і іншої нової техніки. Широке застосування верстатів з ЧПК, а також комплексно-автоматизованих дільниць на базі цих верстатів є одним з основних напрямків технологічного переоснащення машинобудування, спрямованого на виконання задач по підвищенню ефективності і якості виробництва. Застосування проектних рішень, нових форм організації і економіки виробничих процесів – все це направлено на вирішення головних задач підвищення ефективності виробництва та якості продукції.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

1 Технологічна частина

1.1 Опис призначення та конструкції деталі

Півважіль КУ 23.32.31.403 входить до складу вузла повзуна преса механічного кривошипно-колінного зусиллям 1600 кН моделі КУ 23.32 .

Разом з верхньою опорою, нижнім важелем, нижньою опорою та осями, два півважелі, складені разом і скріплені кріпильними деталями, утворюють колінний механізм повзуна преса. Конструкція деталі не складна, і представляє комбінацію прямокутних паралелепіпедів з двома зовнішніми півциліндрами та двома внутрішніми циліндричними поверхнями. Базами при складанні важеля з двох півважелів є поверхня 1 та шпонкова канавка 17. Поверхні 7 і 8 через втулки та осі з'єднують важіль з верхньою опорою та нижнім важелем.

Таблиця 1.1 - Конструкторські характеристики поверхонь

| № поверхні | Конфігурація та службове призначення поверхонь. | Розміри, мм | Квалітет точності, допуск, мм | Степінь точності форми та розміщення поверхонь | Шорсткість Ra, мм |
|------------|---|-------------|-------------------------------|--|-------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1(2) | Площина. Допоміжна база. Стикується з другою аналогічною деталлю при утворенні складального важеля. | 65 | h11 (-0,19) | | 3,2 |
| 2(1) | Площина. Вільна. Допоміжна технологічна база. | | | | 6,3 |
| 3,4 О) | Площина. Вільна. При складанні утворює паз. | 45 | h11 (-0,16) | | 6,3 |
| 5,6 | Площина. Вільна. Обмежує паз по глибині. | 60 70 | t/2 ±0,3 | | 6,3 |
| 7,8 | Внутрішні циліндричні поверхні. Допоміжна конструкторська і технологічна бази. Для розміщення осей | Ø80 | H8 (+0,046) | ±0,1 | 1,6 |
| 9...12 | Внутрішні циліндричні ступінчасті поверхні. | Ø9 | H14 (+0,36) | ±0,25 | 6,3 |
| 13...16 | Допоміжні. Для розміщення кріпильних деталей. | Ø26 | H14 (+0,52) | ±0,25 | 6,3 |
| 7 | Шпонковий паз. Допоміжний. Для орієнтації при складанні. | 10 4,5 50 | H9 (+0,036) t/2 (±0,1) | | 3,2 |

Арк.

БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Продовження табл. 1.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-------|--|------------|--------------------------|-------|------------|
| 18,19 | Внутрішні циліндричні поверхні. Вільні. Для зменшення довжини обробки поверхонь 20,21. | Ø9 | H14 (+0,36) | | 6,3 |
| 20,21 | Внутрішні циліндричні поверхні. Допоміжні бази. Для розміщення штифтів. | Ø8 | H7 (+0,015) | ±0,25 | 1,6 |
| 22,23 | Внутрішні фаски. Вільні. Для покращення складання. | 1-45° | t/2 (±0,1) ±1° | | 6,3 |
| 30 | Зовнішня комбінована поверхня контур. | 110 370 | t/2 (±0,6) (± 0,8) | | 6,3 6,3 |

Хімічний склад та механічні властивості матеріалу деталі (сталь 45 ДСТУ 7809:2015) приведені в таблиці 1.2 та 1.3

Таблиця 1.2 – Хімічний склад матеріалу деталі

| C | Mn | Cr | S | P | Si | Ni |
|-----------|-----------|-----|-------------------|-------------------|-------------|-----|
| 0.4 - 0.5 | 0.5 - 0.8 | 0.3 | 0.045 (не більше) | 0.045 (не більше) | 0.17 - 0.37 | 0,3 |

Таблиця 1.3 – Характеристика фізичних і механічних властивостей

| Найменування параметру | Позначення | Яку властивість характеризує | Величина |
|----------------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------|
| Границя міцності | σ_B | Механічну | 61 кгс/см ² |
| Границя текучості | σ_T | Механічну | 36 кгс/мм ² |
| Густина | γ | Фізичну | 7,8 кг/см ³ |
| Коефіцієнт теплопровідності | λ | Фізичну | 0,112 кал/(см сек град) |
| Коефіцієнт ліній-ного розширення | $\alpha \cdot 10^6$ | Фізичну | 11,59 °C ⁻¹ |
| Ударна в'язкість | a_H | Механічну | 5 кГ/см ² |
| Числа твердості по Брінелю | HB | Механічну | 190 |
| Відносне звуження | ψ | Механічну | 40 |
| Відносне видовження | δ | Механічну | 16 % |

Матеріал деталі - сталь 45 ДСТУ 7809:2015 - повністю забезпечує одержання заготовки потрібних розмірів та конфігурацій. Оброблюваність матеріалу добра. Твердість деталі згідно креслення становить 220...260 HB

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

Оцінка можливих варіантів обробки поверхонь що забезпечують дану точність, наведена в таблиці 1.4. Згідно з кресленням, особливих вимог до заготовки не наведено. Вона може виготовлятися як з прокату, так і з поковки. На кресленні достатньо розмірів для виготовлення деталі. Точність оброблюваних поверхонь обумовлена конструктивними вимогами та прийнята за рекомендаціями по з'єднаннях деталей машин.

Форма оброблюваних поверхонь:

- площини 1, 2, 3, 4, 5, 6;
- внутрішні циліндричні поверхні: 7, 8, 9...12, 20, 21, 13...16;
- внутрішньо різьбові поверхні: 28, 29;
- шпонковий закритий паз 17;
- зовнішній контур - комбінація площини з циліндром ;
- фаски на внутрішніх циліндричних поверхнях.

Найбільш точні оброблювані поверхні:

- внутрішні циліндричні поверхні $\varnothing 80 H8(+0,046)$; $\varnothing 8H7 (+0,015)$;
- шпонковий паз шириною $10H9(+0,036)$;
- виступ $45H11(+0,16)$;
- товщина деталі $65 h11 (-0,18)$.

Шорсткість обробки точних поверхонь не перевищує $Ra=1,6\text{мкм}$, інших - $Ra = 3,2\div 6,3\text{мкм}$, контуру - $Ra = 12,5\text{ мкм}$.

Точність взаємного розташування поверхонь 7 і 8 становить - $0,03\text{мм}$ - відхилення від паралельності; поверхонь 1 і 2 - $0,05$ - відхилення від паралельності. Обробку всіх поверхонь можливо виконати на універсальних верстатах, в тому числі і з ЧПК, фрезерної, розточної та свердлильної групи або на багатоцільових фрезерно-свердлильно-розточних.

Різальний інструмент, який можливо застосувати:

- фрези — торцеві, кінцеві, шпонкові - для обробки площин, контуру та шпонкового пазу;
- свердла, цековки, розвертки — для обробки отворів;

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

– різці розточні державочні - для обробки поверхонь 7, 8 та 22, 23;

– зенковка — для фасок 26 і 27.

Контроль точно оброблених поверхонь можливо здійснювати стандартними калібрами пробками на розміри 80Н8; 8Н7; 10Н9; калібром скобою - 65h11; спец шаблонами на розмір 45Н11, та 4, 5 (глибина шпонкової канавки). Контроль розміщення поверхонь можливо виконати набором стандартних вимірних приладів та інструментів разом із спеціальними оправками, контрольні плити, магнітні призми, індикаторні станки. За рекомендаціями згідно ([6], [4]) обробку поверхонь 7 і 8 доцільно виконувати в три переходи - чорнове, чистове та тонке розточування; поверхні 20 і 21 - свердління, чорнове та чистове розверчування. Решту поверхонь можливо обробити за один перехід.

Таблиця 1.4 – Можливі варіанти технологічної обробки поверхонь, що забезпечують задану точність

| № пов. | Послідовність механічної обробки, ін-т. | Тип обладнання, пристрій, оснастка | Оцінка варіантів технології обробки | |
|--------------|---|--|--|--|
| | | | Переваги | Недоліки |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1, 2 3, 4 | I. Фрезерування фреза торцюва. | Вертикально фрезерний 6Р12 лещата з спец губками оправка | Дешевий пристрій для закріплення деталі | Ручний затиск. Переустановка з під налагоджуванням лімбу |
| | II. Теж | Горизонтально- фрезерно-свердлильно-розточний моделі 220413МФ2. Пристрій спеціальний з пневмоприводом | Обробка за програмою без переустановки і підналагоджування пневмозатискних концентрацій операцій | Дорогий верстат і пристрій |
| 5, 6 | Фрезерування Фреза кінцева | Горизонтально-розточний модель 2620ВФ1 Набір базуючих та кріпильних деталей (до стола верстату) Оправки і втулки до інструменту. | Дешевий пристрій та верстат, концентрація операцій | Розмітка: Переналогодження на кожен перехід. Ручна заміна інструменту Ручний затиск. Малопродуктивний інструмент для поверхонь 5, 6 і пазу 16 |
| 7, 8 | Розточування чорнове і чистове; різці розточні | | | |
| 11, 12 | Розсвердлювання, зенкерування розверчування Свердло, різець розточний зенкер, розвертка | | | |
| 15 | Фрезерування Фреза торцева | | | |
| 16 | Фрезерування. Фреза кінцева | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | | Арк. |
| БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | | | | | | | | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | | | |

Продовження табл. 1.4

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------|---|---|---|--|
| 5,6 | II. Фрезерування Фреза дискова. | Верстат моделі 2204ВМФ4. | Автоматична робота з автоматичною | Дорогий верстат і пристрій. |
| 7, 8 | Розточування Чорнове, чистове, тонке. Різці розточні. | Пристрій спеціальний з пневмозатиском Оправки і втулки до інструментів | зміною інструменту Пневмозатиск продуктивніший інструмент | |
| 11, 12 | Чорнове зенкерування, чистове зенкерування, розвертання. Зенкери, розвертка | | | |
| 15 | Фрезерування. Фреза торцюва | | | |
| 16 | Фрезерування Фреза дискова | | | |
| 17, 19 | свердління, зенкування фаски, нарізання різьби. Свердло, зенківка, мітчик. | | Вертикально- свердлильний моделі 2Н125. Підставка без кріплення деталі. | Дешевий верстат і пристрій |
| 20, 23 | II Ті ж переходи і інструменти. | Вертикально- свердлильний модель 2Р135Ф2 Пристрій двохмісний з пневмозатиском. | Автоматична робота і зміна інструменту Пневмозатиск. | Дорогий верстат і пристрій |
| 24, 29 | Свердління, зенкування фасок, нарізання різьби. Свердла, зенківка, мітчики | Радіально- свердлильний 2А53. Лещата. підставка | Дешевий верстат і пристрій | Розмітка. Ручна зміна інструменту Ручний затиск. |
| 30 | Фрезерування по контуру. Фреза кінцева | Спеціальний фрезерний верстат модель ГФ2175С5. Пристрій спеціальний з ручним затиском | Дешевий пристрій. Обробка за програмою | Ручний затиск |
| | Фрезерування по контуру. Фреза кінцева | ГФ2171С5. Пристрій спеціальний з пневмозатиском | Обробка за програмою. Пневмозатиск | Дорогий пристрій |

1.3 Визначення річної програми випуску деталей і кількості деталей в партії

Для того щоб визначити розмір річної програми слід встановити коефіцієнт серійності і середній штучний час на обробку деталі.

Коефіцієнт серійності K_c для середньосерійного виробництва береться в межах 10-20. Приймаємо $K_c=15$.

Формула для розрахунку середнього штучного часу має вигляд:

$$T_{ум.сер} = \frac{\sum_1^n T_{ум}}{n}$$

де $T_{шт}$ - штучний час по кожній операції;

n - число операцій.

Штучний час по кожній операції приведений в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5. - Штучний час по кожній операції

| Назва операції | Тшт, хв |
|------------------------|---------|
| 1 | 2 |
| Вертикально-фрезерна | 12,4 |
| Горизонтально-розточна | 16,3 |
| Вертикально-фрезерна | 19,3 |
| Радіально-свердлильна | 8,4 |
| Вертикально-фрезерна | 3,2 |
| Радіально-свердлильна | 2,1 |
| Горизонтально-розточна | 16,8 |
| Спеціальна фрезерна | 11,3 |
| Радіально-свердлильна | 8,4 |

Число операцій $n=9$.

Сумарний штучний час $\Sigma T_{шт} = 98,5$ хв.

Середній штучний час:

$$T_{ум.сер} = \frac{\sum_1^n T_{ум}}{n} = \frac{98,5}{9} = 10,944 \text{ хв.}$$

Величину такту випуску визначаємо по формулі:

$$t_в = K_c \cdot T_{ум.сер} = 15 \cdot 10,944 = 164,167 \text{ хв.}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Розмір річної програми обчислюємо за формулою:

$$N_p = \frac{F_d \times 60}{t_e} = \frac{4029 \times 60}{164.167} = 1472.52 \text{ шт.}$$

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

де $F_d = 4029$ год. [4,с.116].

Приймаємо $N = 1400$ шт.

Розрахункова кількість деталей в партії:

$$n = \frac{N_p \times a}{F} = \frac{1400 \times 6}{254} = 33.1 \text{ шт.}$$

де: a - періодичність запуску виробів, приймаємо для даного типу виробництва $a=6$ днів,

F - число робочих днів у році, $F=254$ днів.

Визначаємо розрахункове число змін на обробку партії деталей на дільниці за формулою:

$$C = \frac{T_{um.cer} \times n}{480 \cdot 0,8} = \frac{10,944 \cdot 33,1}{480 \cdot 0,8} = 0,94 \text{ зміни.}$$

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

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

Прийнята кількість змін $C_{np} = 1$ зміна.

Прийнята кількість деталей в партії

$$n_{np} = \frac{C_{np} \cdot 480 \cdot 0,8}{T_{um.cer}} = \frac{1 \cdot 480 \cdot 0,8}{10,944} = 35,1 \text{ шт.}$$

Приймаємо число деталей в партії $n_{np}=35$ шт.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

1.4 Аналіз базового технологічного процесу

1.4.1 Опис і аналіз базового технологічного процесу

Опис базового технологічного процесу наведений в таблиці 1.6. Базовий технологічний процес спроектований на дрібносерійне виробництво з орієнтацією на наявний дійсний верстатний парк. Аналіз базового технологічного процесу виконуємо з точки зору заданого середньосерійного типу виробництва.

Таблиця 1.6 - Базовий маршрут механічної обробки деталі і зміст операції

| № п/п | Назва та зміст операцій інструмент | Тип і модель верстату | Характеристик а пристрою | Схема базування |
|-------|---|--------------------------------------|---|-----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 010 | Вертикально - фрезерна Фрезерувати поверхні 1 і 2, Фреза торцюва. | Вертикально фрезерний модель 6P13. | Лещата, підстава до лещат | |
| 015 | Вертикально фрезерна. Фрезувати поверхні 3 і 5, 4 і 6 по розмітці Фреза кінцева | Вертикально-фрезерний модель 6P13 | Лещата, підставка до лещат | |
| 020 | Горизонтально - розточна. Розточити поверхні 7 і 8 до Ø78H11. Різець розточний. | Горизонтально-розточний модель 2620В | Кутник набір кріпильних деталей | |
| 025 | Радіально-свердлильна. 1. Свердлити 4 отвори 9...12. 2. Цекувати 4 отвори 13...16. 3. Свердлити два отвори 18 і 19 по розмітці. свердло | Радіально свердлильний модель 2A55. | Лещата. Накладний кондуктор. | |
| 030 | Вертикально - фрезерна. Фрезерувати шпонковий паз 17. Фреза шпонкова | Вертикально-фрезерний модель 6P13 | Пристрій спеціальний з ручним затиском. | |

Продовження табл. 1.6

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----|--|---|---|---|
| 035 | Складальна. | | | |
| 040 | Радіально - свердлильна. Свердлити і розвернути 2 отвори 20 і 21. Свердло, розвертка | Радіально-свердлильний 2А55. | Лещата | |
| 041 | Складальна. Штифтувати. | | | |
| 045 | Горизонтально - розточна 1. Розточити отвори 7 і 8 начисто і остаточно. Різці розточні. 2. Зняти фаски 22 і 23. Різець розточний | Горизонтально-розточний 2620В | Пристрій спеціальний з ручним затиском. | |
| 050 | Спеціальна фрезерна. Фрезерувати контур 30. Фреза кінцева. | Спеціальний фрезерний верстат ГФ2171С5. | Пристрій спеціальний з ручним затиском. | |
| 055 | Радіально - свердлильна. 1. Свердлити отвори 24 і 25 свердло. 2. Зенкувати фаски 26 і 27. Зенківка. 3. Нарізати різьбу 28 і 29 по розмітці мітчик. | Радіально-свердлильний 2А55 | Лещата. | |

Аналіз базового технологічного процесу виконуємо з точки зору заданого середньосерійного типу виробництва.

Операція 010. Вертикально - фрезерна. Верстат моделі 6Р13 . Пристрої-лещата, підставка до лещат. Виконується почергове фрезерування поверхонь 1 і 2. Базування та організація операції дозволить одержати розміри за кресленням. Різальний інструмент - торцева фреза з різальною частиною із сплаву Т5К10 .

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | | | | | |

Недоліки операції:

- переустановка деталі з переналагоджуванням на другий перехід;
- ручний, затиск заготовки;
- завеликий типорозмір верстату.

Доцільно використовувати одночасно обробку двох заготовок в пристроях, налагоджених на обробку обох поверхонь за один перехід.

Операція 015. Вертикально -фрезерна. Вертикально фрезерний верстат моделі 6P13. Фрезерування поверхонь 3, 4, 5, 6 по розмітці. Пристрій - лещата з спец підставкою. Різальний інструмент фреза кінцева.

Недоліки:

- завеликий типорозмір верстату;
- ручний затиск заготовки;
- робота по розмітці.

Операція 020. Горизонтально - розточна. Верстат моделі 2620В. Закріплення заготовки до кутника верстату за допомогою кріпильних та базуючих деталей, без пристрою. Попереднє розточування поверхонь 7, 8 як базових для всіх наступних операцій. Реальний інструмент - різець державковий розточний в розточній оправці. Дану операцію доцільно залишити з наступними змінами:

- виконувати за порядком 010;
- одночасно обробити і фаски 22;23, застосувати спеціалізовану 2-во різцеву оправку, за зразками, що використовуються на підприємстві;
- застосувати самоцентруючий пристрій з пневмозатиском. Це дозволить підготувати базові поверхні (7, 8) для всіх послідовних операцій на операцію раніше.

Операція 025. Радіально-свердлильна. Радіально - свердлильний верстат моделі 2A55. Пристрій лещата, накладний кондуктор. Обробка отворів 9...12, 13...16, 20, 21 (попередньо). Операція забезпечує виконання вимог креслення.

Недоліки:

- верстат: ручне переміщення шпіндельної бабки по координатах, ручна зміна інструменту, великий типорозмір;

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

– пристрій: ручний затиск, дорогий кондуктор.

Доцільно застосувати верстат з ЧПК з автоматичною зміною інструмента. Різальний та допоміжний інструмент стандартні, останній залежить від типорозміру шпинделя верстата.

Операція 030. Вертикально-фрезерна. Верстат моделі 6P13. Фрезерування шпонкового пазу 17. Пристрій спеціальний з ручним затиском. Інструмент-шпонкова фреза. Недоліки даної операції є застосування завеликого типорозміру верстату.

Для заданого типу виробництва доцільно об'єднати операції 015 та 030; виконувати її на верстаті вертикально-фрезерному з ЧПК та револьверною головкою 6P13PФ3 та пристрої з пневмозатиском. Так як пропонується заготовку поковку, ступінчасту, то можливо застосувати частково і більш продуктивну торцеву фрезу для обробки поверхонь 3 і 4.

Операція 040. Радіально-свердлильна. Радіально-свердлильна моделі 2A55. Лещата. Остаточна обробка поверхонь 20 і 21 під штифти в попередньо складеному важелі із двох півважелів. Виконується в три переходи. Недоліки та пропозиції такі самі як до операції 025.

Операція 045. Горизонтально-розточна. Горизонтально-розточний моделі 2620В. Остаточна обробка поверхонь 7 і 8 (два переходи), розточування фасок 22 і 23. Пристрій спеціальний з ручним затиском. Базування заготовки задовільне, але не забезпечує стабільності взаємної паралельності осей поверхонь 7 і 8. Доцільно застосувати пристрій двохмісний (на два важелі), в котрому обробляти по чергово чотири поверхні Ø80H8 спеціалізованою оправкою для одночасної обробки начисто і остаточно. На одній з позицій заготовка базується на попередню базу, а на другій-остаточну, отриману до переустановки. Це дозволить використати тільки один комбінований інструмент оправку з двома різцями і можливість застосувати більш продуктивний верстат з ЧПК але без інструментального магазину, наприклад 2A620Ф2-1. Пристрій повинен бути з пнемо або гідрозатиском.

Операція 050. Спеціальна фрезерна. Верстат ГФ2171С5 (з ЧПК). Пристрій спеціальний з ручним затиском. Інструмент - кінцева фреза. Виконується обробка

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

по контуру. Операцію доцільно лишити без зміни, застосувавши пристрій з пневмозатиском по принципу базового.

Операція 055. Радіально-свердлильний. Верстат радіально-свердлильний моделі 2А55. Лещата, свердло, зенківка, мітчик. Допоміжний інструмент : втулки, патрон для мітчиків. Обробка отворів під мастильними. Зауваження та пропозиції такі самі як і в операції 025. Застосований в базовому технологічному процесі вимірний інструмент:

- калібр-пробка на $\varnothing 80H8; 8H7; 10H9;$
- різьбова пробка на М10К1-6Н;
- нутромір, штангенциркуль, штангенглибиноміри.

До застосованих калібрів доцільно застосувати: калібр-пробка на $\varnothing 78H11;$ калібр скобу на розмір 65h11; спец шаблони на розмір 45H11 та глибину шпонкового пазу; комплексний калібр на розташування кріплених отворів та спецоправки разом з індикаторними стійками, вимірними плитами та магнітними призмами для контролю відхилення від паралельності. Матеріали різальних частин різальних інструментів застосовано правильно і їх можна застосувати в проектному технологічному процесі із наступними змінами:

- шпонкова фреза-сплав Т15К6;
- кінцева фреза (обробка поверхонь 5, 6) - сплав Т5К10;
- різець для тонкого розточування - сплав Т30К4 (або згідно[5] с.74, табл.28-сплав Т60К6).

Решта інструментів залишається аналогічні базовому технологічному процесу:

- фрези торцеві - Т5К10;
- фреза кінцева (для обробки контуру) - Р6М5;
- свердла, зенківки, мітчики - Р6М5;
- розвертки - Р9М5;
- різці - Т5К10 - чорнова і Т15К6 - чистова обробка.

Наявні в базовому технологічному процесі складальні операції доцільно залишити. Так як вони є необхідними.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

1.4.2 Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки

Базову заготовку одержують вирізуванням газовою різкою із листового прокату. Основним недоліком її є низький коефіцієнт використання металу (Кв.м.). Для проектного техпроцесу використовуємо заготовку-поковку, що забезпечує значно вищий коефіцієнт використання металу (Кв.м.). Ескізи заготовок приведені на рисунках 1.1 і 1.2.

При розрахунку норми розходу на різання додається по 4 мм на сторону (дані підприємства).

Маса заготовки $M_3 = V \cdot q$, кг,

де V - об'єм заготовки, мм,

q - густина матеріалу; $q=0,00785$ г/мм³

Маса базової заготовки:

$$M_3 = \frac{7.85 \cdot 75}{1000 \cdot 1000} \cdot [(260 + 118) + \pi \cdot 59 - 2 \cdot \pi \cdot 74 / 4] = 19.438 \text{ кг}$$

Норма розходу матеріалу (металу):

$$M = \frac{7.85 \cdot 75}{1000 \cdot 1000} \cdot [(118 + 8) \cdot (378 + 8)] = 28.6 \text{ кг.}$$

Проектна заготовка у відповідності з ГОСТ 7505-89 виготовляється на кривошипних гарячештампувальних пресах закритим штампуванням;

клас точності - Т3;

група сталі - М2;

ступінь складності визначається відношенням: $G_{тп} / G_{ф}$,

де $G_{тп}$ - маса поковок, визначається за таблицею 20 (ГОСТ) через коефіцієнт $K_p=1.4$.

$$G_n = G_d \cdot K_p = 10,3 \cdot 1,4 = 14,42 \text{ кг.}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

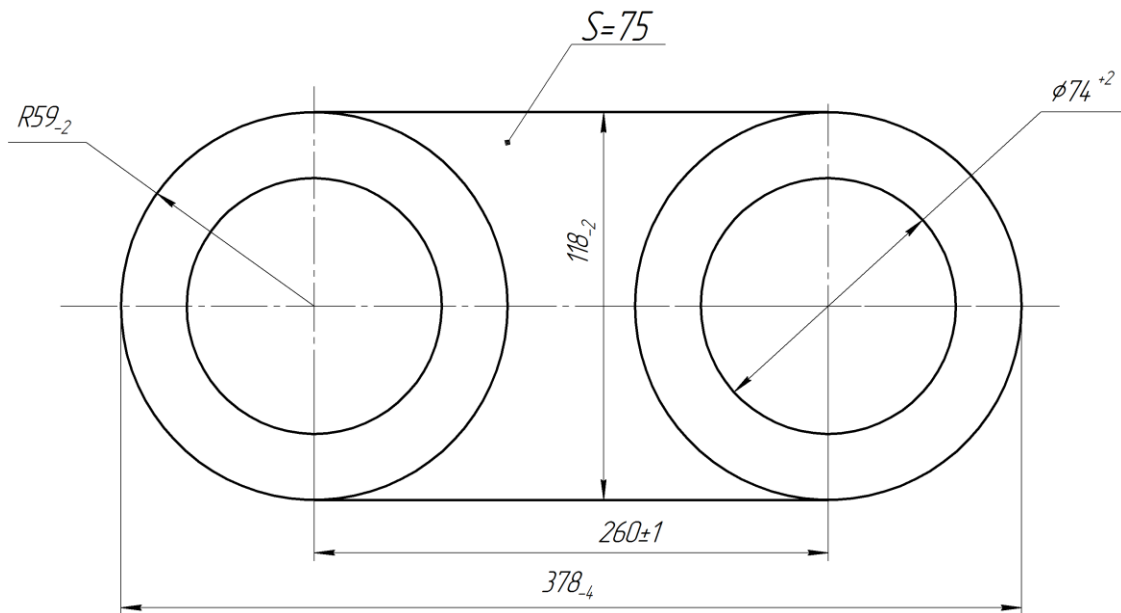


Рисунок 1.1 - Ескіз базової заготовки

Маса фігури:

$$G_{\text{ф}} = \frac{7,85 \cdot 75}{1000 \cdot 1000} \cdot 374 \cdot 114 = 23,43 \text{ кг.}$$

$$G_{\text{тп}} / G_{\text{ф}} = 14,42 / 23,43 = 0,615.$$

При цьому відношенні ступінь складності - С2.

- конфігурації поверхні роз'єму штамп - плоска. За таблицею 2(ГОСТ) встановлюємо вихідний індекс поковки - 13.

На підставі вихідного індексу і розмірів деталі встановлюємо припуски (таблиця 3, ГОСТ), відхилення від площинності і паралельності (таблиця 5), відхилення міжосьової віддалі (таблиця 6), радіуси заокруглення (таблиця 7), та допуски поковки (таблиця 8).

Допуски відхилення від концентричності отворів (таблиця 12) - 1,5мм.

Маса поковки:

$$M_z = 7,85/1000000 \cdot (113,5 \cdot (260-67-57) \cdot 15,5 + 260 \cdot 113,5 \cdot (70,5-45,5) + \pi \cdot 56,5^2 \cdot (70,5-45,5) - \pi \cdot (74,6/2)^2 \cdot (70,5-45,5)) = 11,557 \text{ кг.}$$

| | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|--|--|------|
| | | | | | БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | | | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |

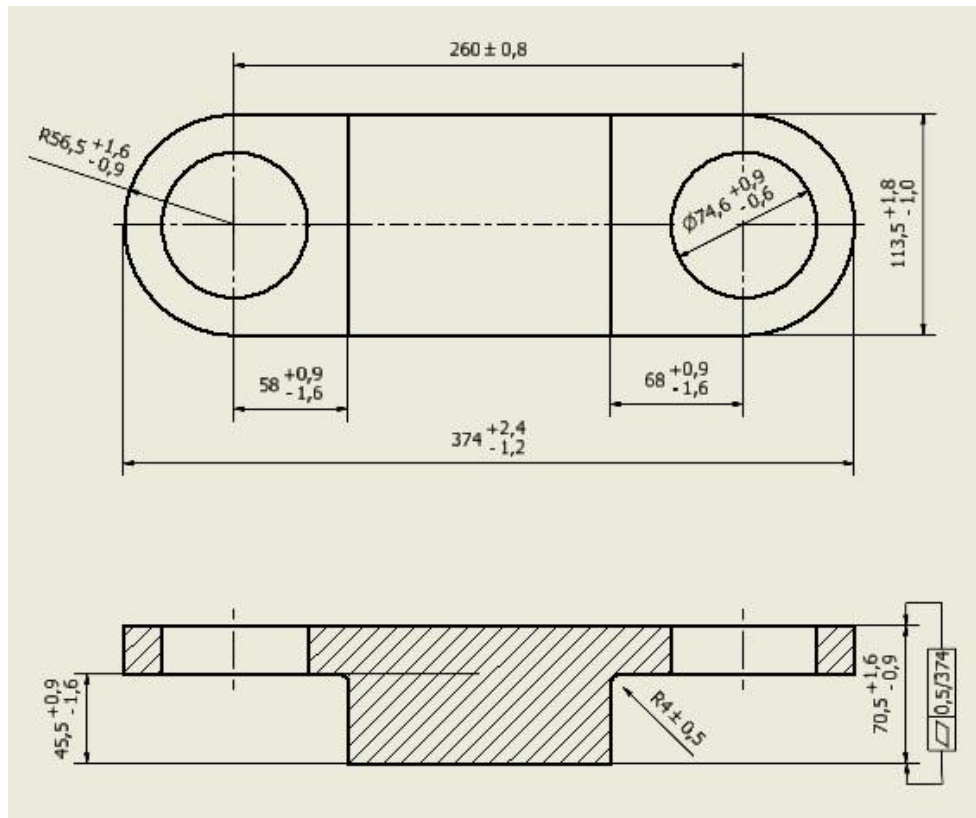


Рисунок 1.2 - Ескіз проектної заготовки, (поковка)

Поковка класу точності 13, групи сталі М2, ступеню складності С2, вихідний індекс 13 ГОСТ 7505-89.

Відхилення від концентричності отворів не більше 1,5мм.

Зміщення виступу по поверхні роз'єму штампа не більше 0,8мм.

Решта технічних вимог за ГОСТ7505 - 89.

Матеріал заготовки - сталь 45 ДСТУ 7809:2015.

Таблиця 1.7 - Розрахунок розмірів заготовки

| № поверхні | Розмір по кресленню | Припуск | Допуск | Виконавчий розмір |
|--------------|---------------------|--------------------------------|------------------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1, 2 | 65h11 | $2 \cdot 2,3$ $2 \cdot 0,5$ | $+1,6$ $-0,9$ | $70,5 \begin{smallmatrix} +1,6 \\ -0,9 \end{smallmatrix}$ |
| 5 | 60 | 2,0 | $+0,9$ $-1,6$ | $57 \begin{smallmatrix} +0,9 \\ -1,6 \end{smallmatrix}$ |
| 6 | 70 | 2,0 | $+0,9$ $-1,6$ | $67 \begin{smallmatrix} +0,9 \\ -1,6 \end{smallmatrix}$ |
| 3(1) 4(1) | 45H11 | 1,8 | $+0,9$ $-1,6$ | $45,5 \begin{smallmatrix} +0,9 \\ -1,6 \end{smallmatrix}$ |
| 7,8 | $\Phi 80 H8$ | $2 \cdot 2,0$ $2 \cdot 0,8$ | $+0,9$ $-1,6$ | $74,5 \begin{smallmatrix} +0,9 \\ -1,6 \end{smallmatrix}$ |

| | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|--|--|------|
| | | | | | БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | | | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |

Продовження таблиці 1.7

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----|-------------------------------|----------------------------------|--|---|
| 30 | 110 R55 370 260 ±0,1 | 2 · 1,7 1,5 2 · 2,0 --- | +1.8 -1.0 +1.6 -0.9 +2.4 -1.2 ±0,8 | 113,5 ^{+1.8} _{-1.0} R56,5 ^{+1.6} _{-0.9} 374 ^{+2.4} _{-1.2} 210 ±0,8 |
| 1,2 | Не площинність | --- | ± 0,5 | Відхилення від площинності 0,5 /374 |
| | Радіус заокруглення | | ±0,5 | R4±0,5 |

Норма розходу матеріалу:

$$M^{пр} = 1,1 \cdot M_3^{пр} = 1,1 \cdot 11,557 = 12,713 \text{ кг.}$$

Порівняння варіантів заготовок приведено в таблиці 1.8. До подальшої розробки приймаємо заготовку поковку.

Таблиця 1.8 - Порівняння варіантів заготовок

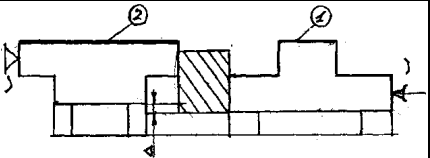
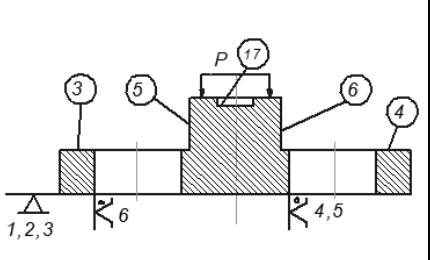
| Показники | Одиниця вимірювання | Вид заготовки | | Порівняння проектної до базової |
|--|---------------------|---------------|---------|---------------------------------|
| | | прокат | поковка | |
| 1. Маса деталі, Мд | кг | 10,3 | 10,3 | 1,0 |
| 2. Маса заготовки, Мз | кг | 19,438 | 11,557 | 0,59 |
| 3. Норма розходу металу, М | кг | 28,6 | 12,713 | 0,374 |
| 4. Коефіцієнт використання металу, К _{вм} =Мд/М | - | 0,417 | 0,81 | 1,9 |
| 5. Коефіцієнт вагової точності К _{вт} =Мд/Мз | - | 0,53 | 0,891 | 1,68 |

| | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|--|--|------|
| | | | | | БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | | | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |

1.4.3 Обґрунтування вибору проектного варіанту маршруту механічної обробки

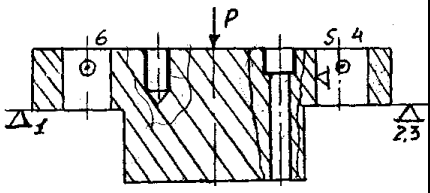
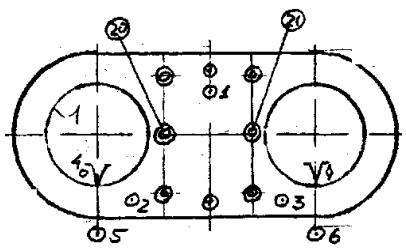
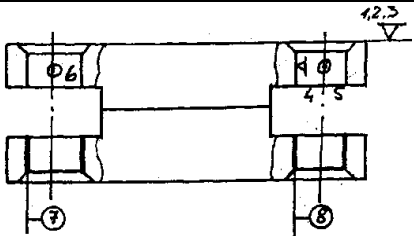
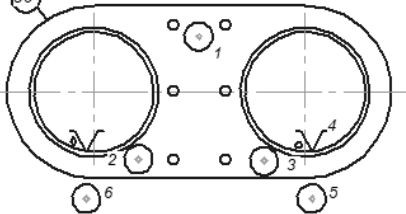
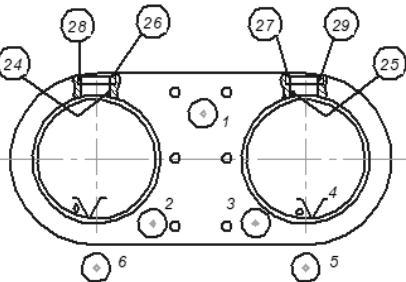
Проектний маршрут обробки наведений в таблиці 1.9. Він викладений на підставі пропозицій, приведених при аналізі базового техпроцесу. Маршрут будуємо так, щоб на другій операції підготувати єдині базові поверхні - отвори $\varnothing 78H11$ для виконання всіх операцій. Принцип постійності баз зберігається і після складання півважіль у важіль організація всіх операцій забезпечує її виконання на попередньо налагоджуваному верстаті без переналагоджень в процесі виконання операцій. Виключення складає операція 010, де є необхідність ручного керування верстатом, переміщення стола на міжцентрову віддаль по лімбу. Щоб цього уникнути при остаточній обробці поверхонь 7 і 8, застосовано верстат з ЧПК. Всі пристрої з пневмозатиском, на операціях 005, 010, 030, 035 - 2-о місні.

Таблиця 1.9 – Проектний маршрут обробки деталі

| № п/п | Назва та зміст операцій, інструмент. | Тип і модель верстату | Характеристика пристрою | Схема базування. |
|-------|--|--|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 005 | Вертикально -фрезерна. Фрезерувати поверхні 1 і 2. Фреза торцюва. | Вертикально-фрезерний 6P13 | Пристрій спеціальний двомісний. |  |
| 010 | Горизонтально -розточна. Розточити поверхні 7 і 8, фаски 22 і 23. Різці розточні | Горизонтально -розточний 2620В. | Пристрій спеціальний з пневмозатиском |  |
| 015 | Вертикально-фрезерна. 1. Фрезерувати поверхні 3...6. Фреза кінцева, фреза торцюва 2. Фрезерувати шпонковий паз 17. Фреза шпонкова. | Вертикально-фрезерний 6P13PФЗ з револьверною голівкою і ЧПК. | Пристрій - спеціальний з пневмозатиском |  |

| | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|--|------|
| | | | | | БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | |

Продовження табл. 1.9

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----|---|--|--|---|
| 020 | Вертикально-свердлильна. 1. центрувати отвори 9...12, 18...19. свердло. 2. Свердлити отвори 9...12, 18...19. свердло. 3. Цекувати поверхні 13-16, цековка. Робота за програмою. | Вертикально-свердлильний з ЧПК 2P135Ф2. | Пристрій спеціальний з пневмозатиском двомісний. |  |
| 021 | Контрольна | | | |
| 025 | Складальна | | | |
| 030 | Вертикально-свердлильна 1. свердлити отвори 20 і 21. свердло. 2. розвернути отвори 20 і 21 начорно. Розвертка. 3. Розвернути отвори 20 і 21 начисто. Розвертка | Вертикально-свердлильний з ЧПК 2P135Ф2. | Пристрій спеціальний з пневмозатиском двомісний. |  |
| 031 | Складальна, штифтувати | | | |
| 035 | Горизонтально - розточна. Розточити отвори 7 і 8 начисто і остаточно. Різці розточні. | Горизонтально - розточний з ЧПК 2A620Ф2-1. | Пристрій спеціальний з пневмозатиском двомісний. |  |
| 040 | Спеціальна - фрезерна. Фрезерувати контур 30. Фреза кінцева | Спеціально фрезерний ГФ217105 з ЧПК. | Пристрій спеціальний з пневмозатиском |  |
| 045 | Вертикально-свердлильна 1. Центрувати отвори 24 і 25 з утворенням фасок 26 і 27 свердло. 2. Свердлити отвори 24 і 25 свердло. 3. Нарізати різьбу 28 і 29 мітчик | | Пристрій спеціальний з пневмозатиском |  |

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

БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ

Арк.

1.4.4 Обґрунтування вибору технологічних баз

Обґрунтування вибору технологічних баз виконуємо на підставі схем базування, що приведені в таблицях 1.6 і 1.9 та наводимо в таблиці 1.10.

Таблиця 1.10 – Обґрунтування вибору технологічних баз

| № поверхонь | Варіант схем базування поверхні, що можуть служити технологічними базами | Переваги (які параметри точності забезпечуються) | Недоліки |
|-----------------------------|--|---|---|
| 1 | див. опер. 010 табл. 1.6 | Забезпечує одержання розміру 65h11 по лімбу | Не забезпечує стабільності одержання розміру 65h11 |
| 2 | див. опер. 005 табл. 1.9 | Забезпечує стабільне виконання розміру 65h11 | Збільшення довжини робочого ходу |
| 3,4 | див. опер. 015 табл. 1.6 | Забезпечує виконання розмірів 45H11 | Не забезпечує виконання розмірів 60 та 70. Розмітка припуску |
| 5,6 | див. опер. 015 табл. 1.9 | Забезпечує виконання розмірів: $\varnothing 45H11$; 60; 70 | Дорогий пристрій |
| 7,8 | див. опер. 020 табл. 1.6 | Забезпечує виконання розмірів $\varnothing 78H11$, $260 \pm 0,1$ | Не забезпечує симетричності розміщення поверхонь відносно горизонтальної осі |
| | див. опер. 010 табл. 1.9 | Забезпечує: виконання розмірів $\varnothing 78H11$ та їх. елементарне розташування відносно контуру деталі, | Дорогий пристрій |
| 9..12, 13..16, 18, 19 | див. опер. 025 табл. 1.6 | Забезпечує розташування отворів у відповідності з кресленням | Не гарантує перпендикулярності осі шпинделя до оброблюваної поверхні. Накладний кондуктор |
| | див. опер. 020 табл. 1.9 | Забезпечує стабільність координат оброблюваних отворів без накладного кондуктора | Дорогий верстат |
| 17 | див. опер. 030 табл. 1.6 | Забезпечує виконання розмірів шпонкового пазу: 10H9; 4,5 | Не забезпечує стабільність розміру 105 (лімб - відрахунок) |
| | див. опер. 015 табл. 1.9 | Забезпечує стабільність всіх розмірів шпонкового пазу | Дорогий верстат |

Арк.

БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Продовження табл. 1.10

| | | | |
|-------------------------|--------------------------|--|---|
| 20,21 | див. опер. 040 табл. 1.6 | Забезпечує розмір 8H7. | Не забезпечує дотримання координат розташування поверхонь по кресленню. |
| | див. опер. 030 табл. 1.9 | Забезпечує виконання розмірів 8H7 і їх розташування | Дорогий верстат |
| 7,8 | див. опер. 045 табл. 1.6 | Забезпечує розміри 080H8; | Не гарантує стабільності розміру $210 \pm 0,1$ (ручне переміщення по лімбу) |
| | див. опер. 035 табл. 1.9 | Забезпечує виконання розмірів: $\varnothing 80H8$, $210 \pm 0,1$ Автоматичним переміщенням з точністю $\pm 0,01$ мм | Дорогий верстат |
| 30 | див. опер. 050 табл. 1.6 | Забезпечує виконання креслення | |
| 24,25 26,27 28,29 | див. опер. 055 табл. 1.6 | Забезпечує виконання розміру: M10x1 - 6H | Не забезпечує розмірів по вертикальних осях (база-низ контуру) |
| | див. опер. 045 табл. 1.9 | Забезпечує виконання елементів різьбового отвору M10x1 - 6H по кресленню | |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

1.5 Розробка операційної технології

1.5.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Визначення операційних припусків аналітичним методом на обробку внутрішньої циліндричної поверхні $\varnothing 80H8 (+0,046)$.

Вихідні дані.

Деталь: Півважіль КУ 2332.31.043.

Матеріал заготовки: сталь 45 ДСТУ 7809:2015.

Заготовка: поковка класу точності: Т3, групи сталі М2, ступінь складності С2, вихідний індекс 13 за ГОСТ 7505-89.

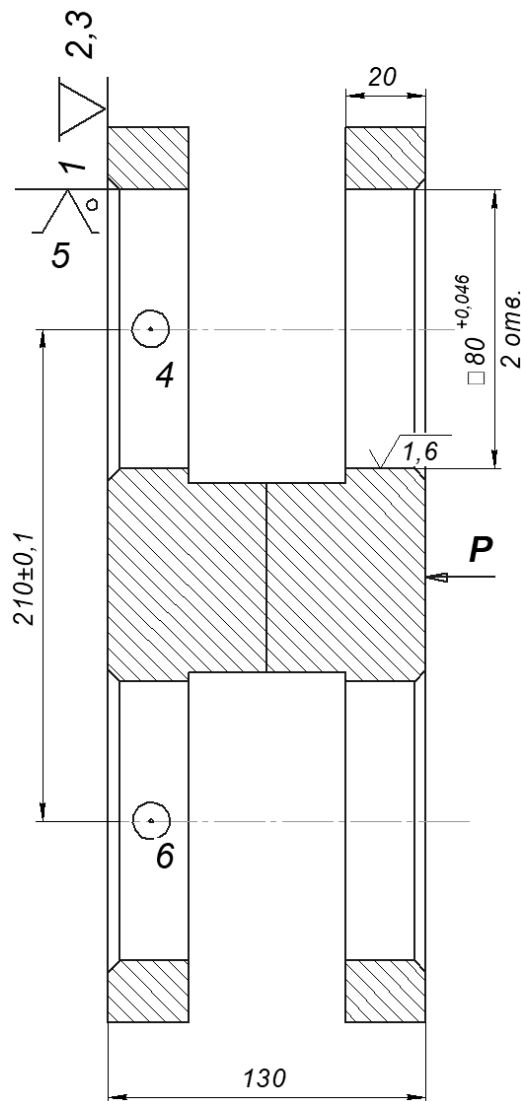


Рисунок 1.3 - Схема установки деталі при чистовій і кінцевій обробці отвору $\varnothing 80H8$

Технологічний маршрут обробки: розточування чорнове, чистове, тонке.

| | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------------------------|------|
| | | | | | | БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | |

Двосторонній мінімальний припуск при обробці поверхонь.

$$2Z_{i\min} = 2 \cdot [(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{P_{oi-1}^2 + E_i^2}], \text{ мкм} \quad ([2] \text{ ст. } 62 ; [5] \text{ с. } 176).$$

де R_{zi-1} - висота нерівностей профілю на попередньому переході, мкм.

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

P_{oi-1} - сумарне відхилення розміщення поверхні (від паралельності, перпендикулярності...), мкм.

E_i - похибка установки деталі на операції, мкм.

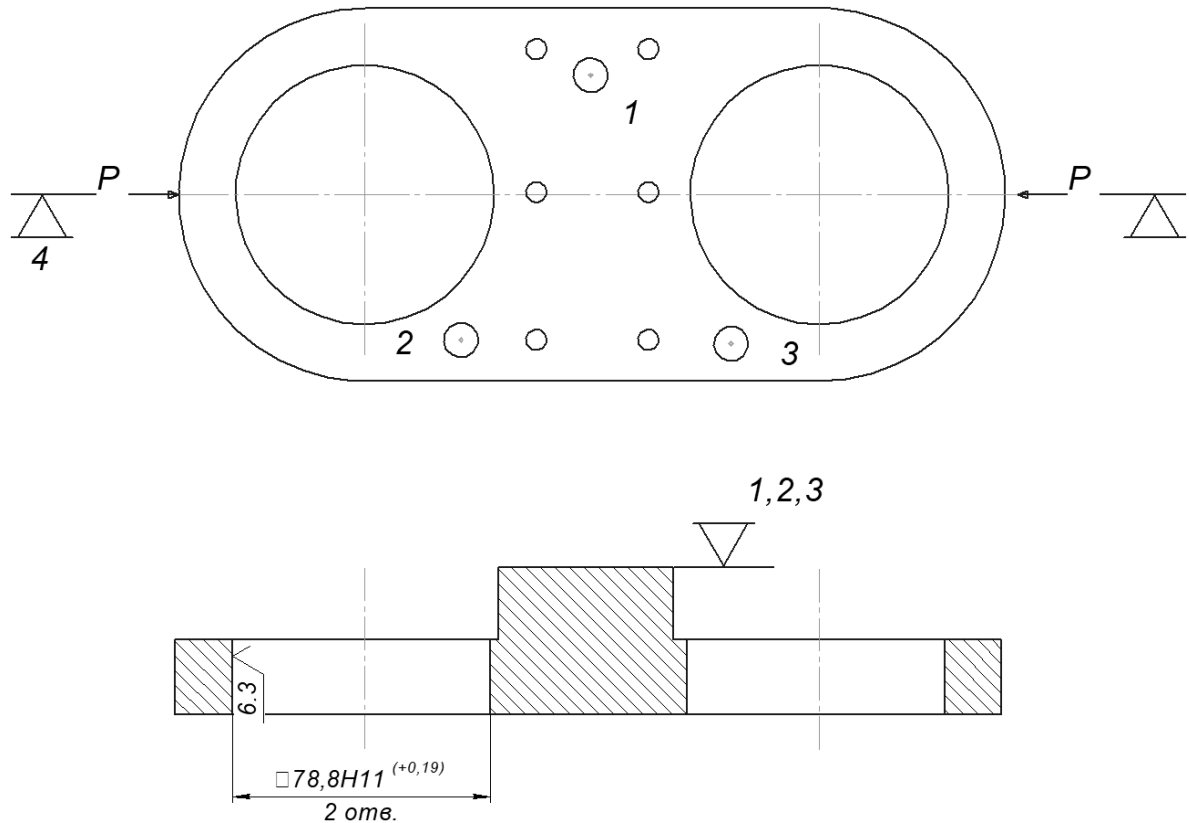


Рисунок 1.4 - Схема установки деталі при чорновій обробці розміру $\varnothing 80H8$

Маршрут обробки та дані розрахунків заносимо в таблицю 1.11.

Заготовка: $R_z = 200$ мкм; $h = 250$ мкм ([5], табл. 12 стор. 186).

Згідно з ескізом заготовки, маємо:

Короблення поверхонь заготовки - 0,5мм на всій довжині;

$$\Delta_{\text{кор}} = 0,5 \text{ мм} = 500 \text{ мкм.}$$

Зміщення отворів від номінального розташування $\Delta_{\text{зм}} = 800$ мкм.

Отже: $P_{\text{заг}} = \sqrt{\Delta_{\text{кор}}^2 + \Delta_{\text{зм}}^2} = \sqrt{500^2 + 800^2} = 943 \text{ мкм.}$

Похибка установки заготовки: $E_y = \sqrt{E_6^2 + E_3^2} \text{ мкм.}$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

При самоцентруючому пристрої.

$E_{\delta 1} = \Delta_{\max}/2$ –половина зазору між призою і напрямними в посадці H7/h7 (р-р 100)

Сила затиску не зміщує оброблювані поверхні, тому $E_{\delta 1} = 660$ мкм, як при закріпленні в пневмопатроні ([2] ст. 76 табл. 4.10).

На операції чорнового розточування :

$E_{\delta 1} = 0,5 \cdot (100,035 - 99,929) = 53$ мкм.

Тоді: $E_y = \sqrt{53^2 + 660^2} = 662$ мкм.

На наступній операції заготовка встановлюється на 2 пальці. Похибка базування рівна половині найбільшого зазору між пальцем і заготовкою.

$E_{\delta 2} = 0,5 \cdot (78,19 - 77,94) = 0,25/2 = 0,125$ мм = 125 мкм.

Похибка закріплення $E_3 = 0$; $E_{y2} = 125$ мкм.

На наступному переході $E_{y3} = E_{y2} \cdot K_y = 0,04 \cdot 125 = 5$ мкм,

де $K_y = 0,04$ - коефіцієнт уточнення ([6] табл. 29 с.190).

Отже на переходах механічної обробки:

- чорнове розточування $R_z = 125$ мкм ; $h = 120$ мкм;
- чистове розточування $R_z = 40$ мкм ; $h = 40$ мкм ;
- тонке розточування $R_z = 5$ мкм ; $h = 5$ мкм.

На наступних переходах : $P_i = P_{\text{зар}} \cdot K_{yi}$;

$P_1 = 943 \cdot 0,06 = 57$ мкм;

$P_2 = 943 \cdot 0,05 = 47$ мкм;

$P_3 = 943 \cdot 0,04 = 38$ мкм,

де коефіцієнти уточнення K_{yi} ([6] табл. 29, с. 190)

$K_{y1} = 0,06$; $K_{y2} = 0,05$; $K_{y3} = 0,04$.

Розрахунок мінімальних припусків.

$2Z_{\min 1} = 2 \cdot [200 + 250 + \sqrt{943^2 + 662^2}] = 2 \cdot 1702 = 3404$ мкм;

$2Z_{\min 2} = 2 \cdot [125 + 120 + \sqrt{57^2 + 125^2}] = 2 \cdot 382 = 764$ мкм;

$2Z_{\min 3} = 2 \cdot [40 + 40 + \sqrt{47^2 + 5^2}] = 2 \cdot 127 = 254$ мкм;

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Розрахункові розміри:

$$D_{p3} = D_{\max} = 80,046 \text{ мм};$$

$$D_{p2} = D_{p3} - 2Z_{\min3} = 80,046 - 0,254 = 79,792 \text{ мм};$$

$$D_{p1} = D_{p2} - 2Z_{\min2} = 79,792 - 0,764 = 79,028 \text{ мм};$$

$$D_{\text{заг}} = D_{p1} - 2Z_{\min1} = 79,028 - 3,404 = 75,624 \text{ мм}.$$

$$D_{\min i} = D_{\max i} - T_i.$$

Граничні припуски:

$$2Z_{\max}^{\text{гп}} = D_{\min i} - D_{\min i-1};$$

$$2Z_{\min}^{\text{гп}} = D_{\max i} - D_{\max i-1}.$$

Значення граничних розмірів та припусків наведено в таблиці 1.11. Схема граничного розміщення припусків і допусків наведена на рисунку 1.5. Загальні припуски:

$$2Z_{\min}^{\text{заг}} = 4422 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\max}^{\text{заг}} = 6876 \text{ мкм}$$

Перевірка правильності розрахунків.

$$2Z_{\max}^{\text{заг}} - 2Z_{\min}^{\text{заг}} = 6876 - 4422 = 2454 \text{ мкм};$$

$$T_{\text{заг}} - T_{\text{дет}} = 2500 - 46 = 2454 \text{ мкм}.$$

Розрахунок правильний.

Таблиця 1.11 – Розрахунок припусків і граничних розмірів на обробку поверхні $\varnothing 80H8^{(+0,046)}$

| Технологічний перехід | Елементи припуска, мм | | | | Мінімальний припуск, $2Z_{\min}$, мкм | Розрахунковий розмір D_p , мм | Допуск T , мкм, | Граничні розміри, мм | | Граничні припуски, мкм | | Виконавчі розміри, мм |
|-----------------------|-----------------------|-----|----------|---------------|--|---------------------------------|-------------------|----------------------|------------|------------------------|-----------------|--------------------------|
| | R_z | h | ρ_o | ε | | | | D_{\max} | D_{\min} | Z_{\min}^{zp} | Z_{\max}^{zp} | |
| Заготовка | 200 | 250 | 943 | - | | 75,624 | 2500 | 75,624 | 73,124 | | | $74,7^{(+0,9)}_{(-1,6)}$ |
| Чорнове розточування | 125 | 120 | 57 | 662 | 3404 | 79,028 | 190 | 79,028 | 78,838 | 3404 | 5714 | $78,8H11^{(+0,19)}$ |
| Чистове розточування | 40 | 40 | 47 | 125 | 764 | 79,792 | 120 | 79,792 | 79,672 | 764 | 834 | $79,67H10^{(+0,19)}$ |
| Тонке розточування | 5 | 5 | 38 | 5 | 254 | 80,046 | 46 | 80,046 | 80,0 | 254 | 328 | $80H8^{(+0,046)}$ |
| Загальний припуск | | | | | | | | | | 4422 | 6876 | |

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | | | | | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | | |

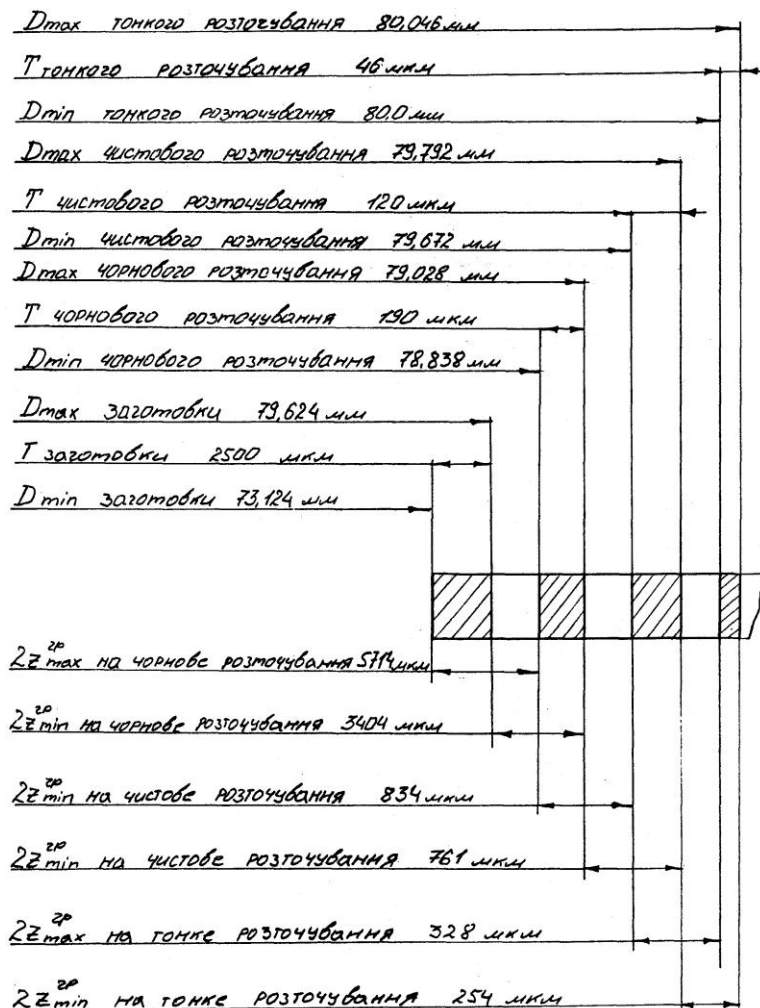


Рисунок 1.5 – Схема графічного розміщення припусків та допусків на обробку поверхні $\text{Ø}80\text{H}8 (+0,046)$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

1.5.2 Розрахунок режимів різання

Операція 035- Горизонтально-розточна.

Розточити поверхню 7 і 8 остаточно.

Верстат: горизонтально - розточний 2А620 Р2-1.

Потужність двигуна головного приводу $N = 11$ кВт.

К.К.Д. приводу $\eta = 0,75$.

Ефективна потужність на шпинделі

$$N_e = N \cdot \eta = 11 \cdot 0,75 = 8,25 \text{ кВт.}$$

Оброблюваний матеріал: сталь 45, НВ 260; $\sigma_B = 735$ МПа = 75 кгс / мм².

Шорсткість обробки $Ra=1,6$ мкм.

Різальний інструмент: різець розточний державковий, матеріал різальної частини - сплав Т60К6 ([5]с. 74). Геометрія різця: $\varphi = 90^\circ$, $\varphi_1 = 15^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\lambda = 0^\circ$.

Діаметр обробки $D = 80H8 (+0,046)$. Довжина обробки $l = 20$ мм.

Глибина різання $t_{max} = 0,17$ мм.

Режими різання

Подача на оберт шпинделя:

$$S = 0,12 \text{ мм / об ([6] с. 271 табл. 29).}$$

Швидкість різання при розточуванні:

$$V = \frac{0,9 \cdot C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_v, \text{ м/хв ([6]с.265).}$$

де $C_v = 420$; $K_v = 0,97$ - коефіцієнт при обробці різання.

Стійкість інструменту при одноінструментальній обробці $T=60$ хв. ([6],с.268).

Коефіцієнт 0,9 введений для розточування ([6] с. 270, табл. 17).

Коефіцієнт $K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv} \cdot K_\varphi \cdot K_{\varphi 1}$

K_{mv} - коефіцієнт, що враховує міцність матеріалу заготовки:

$$K_{mv} = K_r \cdot (750/\sigma_B)^{nv} = 1 \cdot (750/735)^1 = 1,02$$

де K_r – коефіцієнт матеріалу інструменту $K_r = 1$, $nv=1$ ([6] табл. 2, с. 262).

Коефіцієнт на стан поверхні $K_{nv} = 1$ ([6] табл. 5, с. 263).

Коефіцієнт на геометрію різця: $K_\varphi = 0,7$; $K_{\varphi 1} = 0,97$ ([6] табл. 18, с. 271).

Коефіцієнт на матеріал інструменту: $C_v = 420$; $x = 0,15$; $y = 0,2$; $m = 0,2$ ([6],табл.17

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

с.269) Отже:

$$V = \frac{0.9 \cdot 420}{60^{0.2} \cdot 0.17^{0.15} \cdot 0.12^{0.2}} \cdot 0.97 = 320.15 \text{ м/хв.}$$

Порівняємо розраховану швидкість різання V_p з рекомендованою для сталі з $\sigma_B = 650-800$ МПа ([6]табл.29,с.271), котра становить 150-200 м/хв. Так як в нашій заготовки σ_B близьке до більшої границі, попередньо приймаємо $V_p = 150$ м/хв.

$$\text{Тоді } n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 150}{3.14 \cdot 80} = 596.8 \text{ хв.}^{-1}.$$

Приймаємо табличне (паспортне) найближче менше значення $n=500$ хв⁻¹.

$$\text{Тоді } V_o = \frac{\pi \cdot D \cdot n_o}{1000} = \frac{\pi \cdot 80 \cdot 500}{1000} = 125.66 \text{ м/хв.}$$

Тангенційна сила різання.

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \text{ Н, ([6], с.271)}$$

$$C_p = 300; x = 1; y = 0,75; n = -0,15 \text{ ([6], табл. 22, с. 273).}$$

Поправочний коефіцієнт:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{fp} \cdot K_{gp} \cdot K_{lp} \text{ ([6], с. 271)}$$

$$K_{mp} = (\sigma_B/750)^n = (735/750)^{0.75} = 0,985, \text{ ([6], с. 264)}$$

$$\text{де } n = 0,75 \text{ ([6], табл. 9, с. 264)}$$

$$\text{За таблицею 23 ([6], с. 275): } K_{fp} = 0,94; K_{gp} = 1; K_{lp} = 1;$$

$$K_p = 0,985 \cdot 0,94 = 0,926$$

$$\text{Отже: } P_z = 10,0 \cdot 300 \cdot 0,17 \cdot 0,12^{0.75} \cdot 125,7^{0.15} \cdot 0,926 = 49,3 \text{ Н.}$$

Потужність різання:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{49.3 \cdot 125.7}{1020 \cdot 60} = 0.101 \text{ кВт}$$

По потужності верстат працездатний.

Основний технологічний час на переході

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_o}, \text{ хв ([4], с. 610)}$$

де L - довжина робочого ходу інструмента, мм;

S - подача інструмента, мм/об;

i - кількість проходів.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Через наявність двох отворів в деталі, число проходів $i = 2$.

$$L = l + l_1 + l_2, \text{ мм ([4], с. 610).}$$

де l - довжина оброблюємої поверхні, мм;

l_1 - величина врізання інструмента, мм;

l_2 - величина перебігу інструмента, мм.

Величина врізання та перебігу $l_1 + l_2 = 2$ мм ([4] т. 2, с. 620)

Отже $L = 20 + 2 = 22$ мм.

$$\text{Звідси } T_o = \frac{22 \cdot 2}{500 \cdot 0.1} = 0.88 \text{ хв.}$$

Операція 040. Спеціальна фрезерна.

Фрезерувати поверхню 30 (контур).

Верстат: Спеціально - фрезерний ГФ2171С5 .

Потужність головного електродвигуна $N_{дв} = 13$ кВт;

$$N_e = N_{дв} \cdot \eta = 13 \cdot 0,75 = 9,75 \text{ кВт,}$$

де $\eta = 0,75$ – к.к.д верстату.

Різальний інструмент: Фреза 2225 - 0211 Р6М5 ГОСТ4075-71 $D = 50$ мм, $Z = 6$.

Шорсткість обробки $R_a = 12,5$ мкм. Довжина обробки $L = 765,6$ мм. Ширина обробки $B = 130$ мм.

Глибина різання $t = 2$ мм.

Подача $S_z = 0,2$ мм/зуб.

$$S_o = S_z \cdot Z = 0,2 \cdot 6 = 1,2 \text{ мм/об.}$$

Швидкість різання:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} K_v \quad ([6], \text{с.282}).$$

$C_v = 46,7$ - Коефіцієнт при фрезеруванні для швидкого різання.

$D = 50$ мм - діаметр фрези.

$q = 0,45$; $x = 0,5$; $y = 0,5$; $n = 0,1$; $p = 0,1$; $m = 0,33$ ([6], табл.39, с. 287).

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_w \quad ([6], \text{с. 282})$$

Коефіцієнт якості оброблюваного матеріалу.

$$K_{mv} = K_r \cdot (750/\sigma_B)^{nv} = 1 \cdot (750/735)^1 = 1,02$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

де $K_r = 1$; $n = 0,9$ ([6], табл. 2, с. 262).

$T = 180$ хв ([6] табл. 40, с. 290)

$$\text{Отже } V = \frac{46.7 \cdot 50^{0.45}}{180^{0.33} \cdot 2.0^{0.5} \cdot 0.2^{0.5} \cdot 130^{0.1} \cdot 6^{0.1}} \cdot 1.02 = 40.38 \text{ м/хв.}$$

$$\text{Тоді } n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 40.38}{3.14 \cdot 50} = 257.06 \text{ хв.}^{-1}.$$

Приймаємо табличне (паспортне) найближче менше значення $n = 250$ хв⁻¹.

$$\text{Тоді } V_o = \frac{\pi \cdot D \cdot n_o}{1000} = \frac{\pi \cdot 50 \cdot 250}{1000} = 39.26 \text{ м/хв.}$$

Сила різання:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} K_{mp}; \text{ ([6], с. 282)}$$

$$K_{mp} = (\sigma_B / 750)^n = (735 / 750)^{0.3} = 0,994, \text{ ([6], с. 264)}$$

де $n = 0,3$ ([6], табл. 9, с. 264)

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

$C_p = 68,2$, $x = 0,86$; $y = 0,72$; $u = 1$; $q = 0,86$; $w = 0$.

$$\text{Тоді } P_z = \frac{10 \cdot 68.2 \cdot 2.0^{0.86} \cdot 0.2^{0.72} \cdot 130^{1.0} \cdot 6}{50^{0.86} \cdot 250^0} \cdot 0.994 = 10400 \text{ Н.}$$

Потужність різання:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{10400 \cdot 39.26}{1020 \cdot 60} = 6.67 \text{ кВт}$$

По потужності верстат працездатний.

$N < N_e$ отже верстат по потужності працездатний.

Основний технологічний час на переході

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_o}, \text{ хв ([4], с. 610)}$$

де L - довжина робочого ходу інструмента, мм;

S - подача інструмента, мм/об;

i - кількість проходів, $i = 1$.

$$L = l + l_1 + l_2, \text{ мм}$$

де l - довжина оброблюємої поверхні, мм;

l_1 - величина врізання інструмента, мм;

l_2 - величина перебігу інструмента, мм.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Величина врізання та перебігу $l_1+l_2 = 11$ мм ([4] т. 7, с. 623)

$$\text{Звідси } T_o = \frac{765.6+11}{250 \cdot 1.2} = 2.589 \text{ хв.}$$

Розрахунок режимів різання на решту операцій та переходів виконуємо нормативним методом за літературою [4], [6], [7].

Всі розрахунки режимів різання та основного часу приводимо в таблиці 1.12.

– для фрезерних операцій в чисельнику ширина фрезерування В, в знаменнику діаметр фрези;

– для свердлильних - відповідно - діаметр центрувального свердла та діаметр центрового отвору.

Довжина робочого ходу $L = l+l_1+l_2$, мм.

Величина врізання та перебігу за таблицями 2...7 ([4], с.620 ... 623).

Для свердлильних верстатів приймаємо $S_{хв}$ по паспорту верстату після визначення n , відповідно S_o буде відмінне від $S_{он}$.

Швидкість різання: V_n - визначена за нормативами [4].

Розрахункова $V_p = V_n \cdot K_v$;

$K_v = K_{mv} \cdot K_{tv} \cdot K_{iv}$; V -фактична.

Приклад розрахунку: Джерело [4].

Операція 020. Вертикально - свердлильна.

1 Центрувати поверхні 9...12.

Верстат: Вертикально - свердлильний 2P135Ф2.

Ефективна потужність на шпінделі при $n = 250..400 \text{ хв}^{-1}$, $N_e = 2,9$ кВт.

Різальний інструмент: Свердло 2301-0046 P6M5 ГОСТ 10903-77,

$D_{св} = 14$ мм;

Глибина різання $t = 3,5$ мм.

Довжина обробки $l = 2$ мм.

Подача: вибираємо по свердлу та по умові подальшої обробки.

$$S_o = S_{он} \cdot K_3; \text{ мм/об.}$$

$S_{он} = 0,125$ мм/об (с. 661) (інтерполяція)

$K_3 = 0,8$ (с.662) - HB>229;

$$S_o = 0,125 \cdot 0,8 = 0,1 \text{ мм/об.}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Швидкість різання: $V = V_n \cdot K_v$; м/хв.

$V_n = 30$ м/хв. (інтерполяція)

$$K_v = K_{11} \cdot K_{12} \cdot K_{13};$$

$K_{11} = 1$, $K_{12} = 1$, (с.664); $K_{13} = 0,9$ (с. 663).

$V = 30 \cdot 0,9 = 27$ м/хв.

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 27}{3,14 \cdot 14} = 613,9 \text{ хв.}^{-1}.$$

По паспорту верстату найближче менше значення 500 хв.^{-1} , більше 710 хв.^{-1} .

Приймаємо $n = 500 \text{ хв.}^{-1}$.

Тоді $V_o = \frac{\pi \cdot D \cdot n_o}{1000} = \frac{\pi \cdot 500 \cdot 14}{1000} = 22$ м/хв.

Хвилинна подача: $S_{хв} = 0,1 \cdot 500 = 50$ мм/хв.

Потужність різання: $N_{різ} = 0,96$ кВт (с.671) (не більше 1)

$$N_{різ} < N_e = 2,9 \text{ кВт.}$$

Основний час

$$T_o = \frac{L \cdot i}{S_{хв}},$$

де L - довжина робочого ходу інструмента, мм;

S - подача інструмента, мм/об;

i - кількість проходів, $i = 1$.

$$L = l + l_1 + l_2, \text{ мм}$$

де $l = 6$ мм - довжина оброблюємої поверхні, мм;

$l_1 = 2$ мм - величина врізання інструмента, мм;

$l_2 = 2$ мм - величина перебігу інструмента, мм.

Величина врізання та перебігу $l_1 + l_2 = 4$ мм.

$$\text{Звідси } T_o = \frac{6 + 4}{50} = 0,48 \text{ хв.}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Таблиця 1.12 – Режими різання

| № опер, переходу | Назва та зміст операції, переходу | В або Доброб. або інстр. | l | L | t | Подача | | Швидкість різання | | | Оберти шпінделя | | Потужність | | i | То, хв. | |
|---------------------|-----------------------------------|--------------------------------|------------|--------|------|-------------------|-----------------------|-------------------|-------|--------|--------------------|----------------|------------|------|------|-----------------|-------|
| | | | | | | Sxв, мм/ хв | So, мм/об | Vн | Vр. | Vф. | n _{роз.} | n _ф | Npіз | Ne | | | |
| | | | | | | мм | | м/хв | | | хв. ⁻¹ | | кВт | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | |
| 005 | Вертикально-фрезерна | | | | | | | | | | | | | 7.4 | 8.25 | | |
| | Фрезерувати поверхню 1 і 2 | 110/200 | 740 | 800 | 2,8 | 1,2 | Sz=0.12 | 310 | 135.8 | 157.1 | 310.8 | 250 | 7.4 | | 1/2 | 1.333 | |
| 010 | Горизонтально-розточна | | | | | | | | | | | | | | | 0,783 | |
| | Розточити начорно пов. 7 і 8 | 78,7 | 22,3 | 27,3 | 2,9 | 0,4 | 0,4 | 90 | 55,08 | 49,4 | 222,8 | 200 | 1,9 | | 2 | 0,683 | |
| | Розточити начорно пов. 22, 23 | 82 | 1 | 4 | 2 | 0,4 | | | | 51,5 | | 200 | 1,4 | | 2 | 0,100 | |
| 015 | Вертикально-фрезерна | | | | | | | | | | | | | 4,5 | 5,6 | | 5,667 |
| | Фрезерувати поверхню 5 і 6 | 45/30 | 110 | 122 | 2,8 | 0,5 | Sz=0.1 | 42 | 29,4 | 23,6 | 311,9 | 250 | 1,9 | | 2 | 1,952 | |
| | Фрезерувати поверхню 3 і 4 | 110/160 | 110 | 136 | 2,3 | 1,0 | Sz=0.1 | 310 | 198,4 | 100,5 | 394,7 | 200 | 4,5 | | 2 | 1,360 | |
| | Фрезерувати поверхню 17 | 4,5/10 | 4,5/4 0 | 5,5/40 | 10 | 0,016/ 0,048 | Sz=0.008/ Sz=0.024 | 28 | 18,5 | 15,7 | 588,8 | 500 | - | | 1 | 0,688/ 1,667 | |
| 020 | Вертикально-свердлильна | | | | | | | | | | | | | | | 8,353 | |
| | Центрувати пов. 9...12, 18, 19 | 14 | 2 | 4 | 3,5 | 50 | 0,1 | 30 | 27 | 22 | 613,9 | 500 | 0,96 | 2,9 | 6 | 0,480 | |
| | Свердлити пов. 9...12 | 9 | 65 | 70 | 4,5 | 63 | 0,15 | 24,5 | 12,34 | 14,1 | 457,7 | 500 | 0,31 | 2,9 | 4 | 4,444 | |
| | Свердлити пов. 18, 19 | 9 | 35 | 40 | 4,5 | 63 | 0,15 | 24,5 | 16,1 | 14,1 | 569,4 | 500 | | 2,9 | 2 | 1,270 | |
| | Цекувати пов. 13...16 | 26 | 15 | 17 | 8,5 | 31,5 | 0,25 | 17,5 | 13,3 | 10,2 | 162,8 | 125 | 1,2 | 2,56 | 4 | 2,159 | |
| 030 | Вертикально-свердлильна | | | | | | | | | | | | | 0,33 | 2,9 | | 4,189 |
| | Свердлити пов. 20, 21 | 7,8 | 30 | 34 | 3,9 | 50 | 0,07 | 28 | 20,94 | 17,4 | 854,7 | 710 | 0,33 | 2,9 | 2 | 1,360 | |
| | Розвернути пов. 20, 21 начорно | 7,96 | 30 | 38,5 | 0,08 | 200 | 0,4 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 499,9 | 500 | | 2,9 | 2 | 0,385 | |
| | Розвернути пов. 20, 21 начисто | 8,0 | 30 | 38,5 | 0,02 | 31,5 | 0,3 | 3 | 3 | 3,14 | 119,4 | 125 | | 2,56 | 2 | 2,444 | |
| 035 | Горизонтально-розточна | | | | | | | | | | | | | 0,9 | 8,25 | | 1,232 |
| | Розточити пов. 7, 8 начисто | 79,6 | 20 | 22 | 0,43 | 0,25 | 0,25 | 135 | 137,7 | 125,03 | 550,6 | 500 | 0,9 | | 2 | 0,352 | |
| | Розточити пов. 7, 8 остаточно | 80 | 20 | 22 | 0,18 | 0,1 | | розр | 150 | 125,7 | 596,8 | 500 | 0,1 | | 2 | 0,880 | |
| 040 | Спеціально-фрезерна | | | | | | | | | | | | | 6,67 | 9,75 | | 2,589 |
| | Фрезерувати пов. 30 | 130/50 | 765, | 776,6 | 2 | 1,2 | Sz=0.2 | розр | 40,4 | 39,3 | 257 | 250 | 6,67 | | 1 | 2,589 | |

БР.ПМ-046.00.00.00 ПЗ

Арк

Продовження таблиці 1.12

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|-----|---------------------------------------|---------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|-------|-----|-----|-----|----|-------|
| 045 | Вертикально-свердлильна | | | | | | | | | | | | 0,5 | 2,9 | | 1,396 |
| | Центрувати пов. 24. 25 і фаски 26, 27 | 14/11,2 | 5,6 | 8,6 | 5,6 | 50 | 0,1 | | | 22 | | 500 | | | 2 | 0,344 |
| | Свердлити пов. 24, 25 | 9 | 15 | 20 | 4,5 | 50 | 0,07 | 24,5 | 21,5 | 20,1 | 759 | 710 | 0,5 | | 2 | 0,800 |
| | Нарізати різьбу на пов. 24, 25 | 10 | 10 | 16 | 0,5 | 250 | 1 | 9 | 7,65 | 7,85 | 243,5 | 250 | | | 2 | 0,256 |

Змін

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

БР.ПМ-046.00.00.00 ПЗ

Арк.

1.5.3 Розробка структури операцій технологічних налагоджень (Розрахунки, пов'язані з підготовкою карти наладки)

Операція 045. Вертикально - свердлильна.

Обробка різбових отворів 24 і 25 з фасками 26 і 27.

Верстат: 2P135Ф2.

– розміри стола 710 x 400 мм;

– швидкі переміщення в координатах x-y—3800 мм/хв, по осі z-4000 мм/хв;

– отвір у шпинделі-конус Морзе №4;

– віддаль між кінцями шпинделя і столом 0 - 600 мм;

– початок системи координат інструменту – центр торця шпинделя, верстату - не обумовлено.

Пристрій - спеціальний, з пневмозатиском. Висота центрів базуючих пальців над столом 100 мм.

Режими різання і інструмент по переходах.

1 Центрувати отвори 24 і 25, утворюючи фаски 26 і 27.

Свердло $\varnothing 14$ мм. $D_{отв} = 11,2$ мм; $l = 5,6$ мм; $L = 8,6$ мм; $t = 5,6$ мм;

$S_{хв} = 50$ мм/хв; $n = 500$ хв⁻¹; $T_0 = 0,344$ хв.

2 Свердлити отвори 24 і 25.

Свердло $\varnothing 9$ мм; $t=4,5$ мм; $L=20$ мм; $S_{хв}=50$ мм/хв; $n = 710$ хв⁻¹; $T_0 = 0,8$ хв.

3 Нарізати різьбу в отвори 24 і 25.

Мітчик M10x1. $l = 10$ мм; $L=16$ мм; $t=0,5$ мм; $S_0 = 1$ мм/об; $n=250$ хв⁻¹; $T_0=0,265$ хв.

Схема розміщення опорних, точок деталі показана на рисунку 1.6 та рисунку 1.7.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Таблиця 1.13 - Координати опорних точок деталі

| № Опорної точки | X | Y | Z |
|-----------------|-----|-----|-----|
| 1 | 0 | 10 | -55 |
| 1' | 0 | 10 | -40 |
| 1'' | 0 | 10 | -45 |
| 2 | 0 | 120 | -55 |
| 2' | 0 | 120 | -40 |
| 2'' | 0 | 120 | -45 |
| 3 | 260 | 120 | -55 |
| 3' | 260 | 120 | -40 |
| 3'' | 260 | 120 | -45 |
| 4 | 260 | 10 | -55 |
| 4' | 260 | 10 | -40 |
| 4'' | 260 | 10 | -45 |

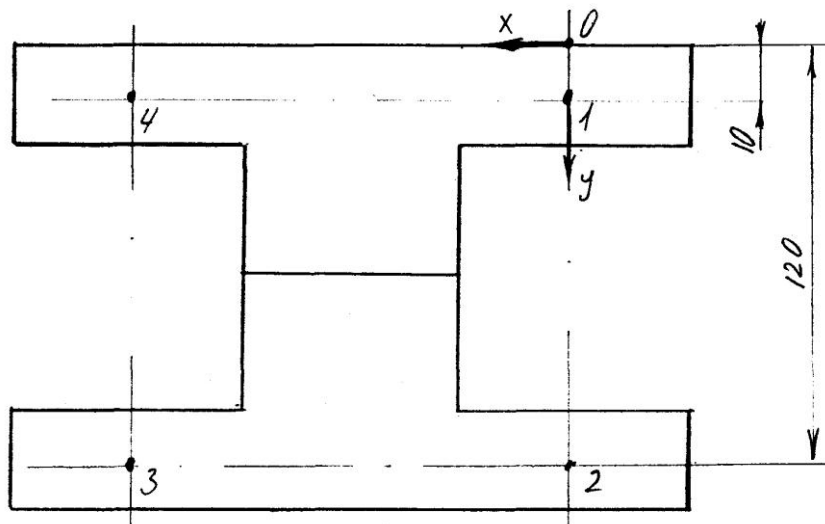


Рисунок 1.6 – Схема розміщення опорних точок в координатах X-Y

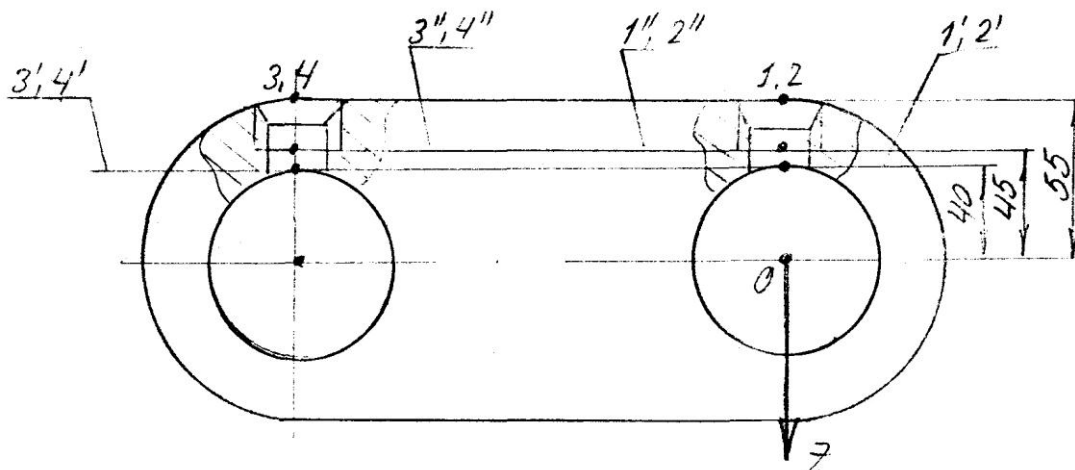


Рисунок 1.7 – Схема розміщення опорних точок по осі Z

Таблиця 1.14 - Визначення координат опорних точок різального інструменту по осі Z

| Різальний інструмент | | | Допоміжний інструмент | | | Координата опорної точки різального інструменту, W. |
|----------------------|---|-----------|--|-----------------|--------------------------|---|
| № | Позначення | Хвостовик | Позначення | Внутрішній КМ | Координата опорної точки | |
| | | | | Зовнішній КМ | | |
| 1 | Свердло 2301 -0046 P6M5 ГОСТ 10903 - 77 | КМ №1 | Втулка 6100-0221 ГОСТ 13598 - 85 | $\frac{№1}{№4}$ | 6,5 | 135,5 |
| 2 | Свердло 2301 -0042 P6M5 ГОСТ 10903-77 | КМ №1 | Втулка 6100-0221 ГОСТ 13598-85 | $\frac{№1}{№4}$ | 6,5 | 105,5 |
| 3 | Мітчик 2621 -2611 P6M5 ГОСТ 3266-81 | Ø8 мм | Патрон 191221051 992- 035-681 - 79 | $\frac{-}{№4}$ | 134 | 170 |

Величина швидких переміщень:

$$R = N_v - N_{пр} - h_{нт} - W - l_i;$$

$$R_1 = 600 - 100 - 55 - 133,5 - 1,5 = 310 \text{ мм};$$

$$R_2 = 600 - 155 - 105,5 - 1,5 = 338,0 \text{ мм};$$

$$R_3 = 600 - 155 - 170 - 1 = 310 \text{ мм. } l_i = 1 \text{ мм.}$$

Налагоджувальні розміри, циклограми руху інструменту, приведені в графічній частині.

Розрахунково технологічна карта наведена в таблиці 1.15.

Таблиця 1.15 – Розрахунково-технологічна карта

| Деталь | | Операція | | | | Верстат | | | | Система ЧПК | | | |
|------------------------|--------|-------------------------------|--------|--------|-------------------------|---------|-----|------|-----|--------------------|-------------|---------------|----|
| КС 8332.31.043 | | 045 Вертикально - свердлильна | | | | 2P135Ф2 | | | | 2П323 | | | |
| Геометрична інформація | | | | | Технологічна інформація | | | | | | | | |
| № опорної точки | X1, мм | Y1, мм | Z1, мм | R1, мм | t1 | S1 | S1 | V1 | n | Напрямок обертання | Охолодження | № інструмента | L |
| 1 | 0 | 10 | 8,6 | 310 | 5,6 | 0,1 | 50 | 22,0 | 500 | пр | + | 1 | 01 |
| 2 | 0 | 120 | 8,6 | 0 | | | | | | | | | |
| 3 | 260 | 120 | 8,6 | 0 | | | | | | | | | |
| 4 | 260 | 10 | 8,6 | 0 | | | | | | | | | |
| 1 | 0 | 10 | 20 | 0 | 4,5 | 0,07 | 50 | 20,1 | 710 | пр | + | 2 | 02 |
| 2 | 0 | 120 | 20 | 0 | | | | | | | | | |
| 3 | 260 | 120 | 20 | 0 | | | | | | | | | |
| 4 | 260 | 10 | 20 | 0 | | | | | | | | | |
| 1 | 0 | 10 | 16 | 274 | 0,5 | 1,0 | 250 | 7,85 | 250 | $\frac{пр}{шв}$ | + | 3 | 03 |
| 2 | 0 | 120 | 16 | 0 | | | | | | | | | |
| 3 | 260 | 120 | 16 | 0 | | | | | | | | | |
| 4 | 260 | 10 | 16 | 0 | | | | | | | | | |

Арк.

БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

1.5.4 Нормування технологічного процесу

Нормування технологічного процесу виконуємо розрахунковим методом на підставі попередньо порахованого часу T_0 та довідкових матеріалів по допоміжному часу, часу на обслуговування робочого місця, відпочинок та підготовчо - заключного часу [8], [9].

Штучно - калькуляційний час :

$$T_{шт.к.} = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{n}, ([2], \text{ с. 101})$$

де n - величина партії запуску деталей, $n = 35$ шт.

Штучний час :

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{обс} + T_{пер}, ([11], \text{ с. 13-14})$$

Оперативний час:

$$T_{оп} = T_0 + T_d, \text{ хв.}$$

$T_{пер} + T_{обс}$ - як правило, задається в довідниках в % від оперативного часу.

Допоміжний час:

$$T_0 = T_d + T_d^1 + T_d^2 + T_d^3 + T_d^4, \text{ хв.,}$$

де T_d^1 - час на установку та зняття деталі, при переустановці приймається з коефіцієнтом 0,8 (с. 76...78 [8]).

T_d^2 - час, зв'язаний з переходом.

T_d^3 - час на контрольні вимірювання, що не перекривається T_0 (с. 80...89,[8]).

T_d^4 - час, що не ввійшов в попередні. та час, пов'язаний з операцією (с. 79 [8]).

Підготовчо-заклучний час.

$$T_{пз} = T_{пз}^1 + T_{пз}^2 + T_{пз}^3, \text{ хв.,}$$

де $T_{пз}^1$ - організаційний, одержання наряду, креслень, програмування носіїв, інструментів.

$T_{пз}^2$ - час на встановлення та під'єднання пристрою.

$T_{пз}^3$ - час на пробну деталі.

Елементи $T_{пз}$ приведені в літературі [8].

Приклад розрахунку $T_{шт.к}$ на операцію 035, горизонтально-розточну. За довідником [8].

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Верстат: 2А620Ф2-1. Маса деталі (складеної) $M_d^1 = 14,6$ кг.

Норма на одну деталь $T_d^1 = 0,26 / 2 = 0,13$ хв (с. 76).

Прискорені переміщення верстату на довжину $L = 210 + 2 \cdot 160 = 530$ мм.

$$T_d^4 = 530 / 8000 = 0,066, \text{ хв.}$$

де 8000 мм/хв - швидкість переміщення верстату.

Час, пов'язаний з операцією (с. 79) :

– встановити координати - 0,22 хв.

– перевірити прихід деталі чи інструменту в задану точку після обробки - 0,1 хв

$$T_d^1 = (0,22+0,1) / 2 = 0,16 \text{ хв,}$$

$$T_d^2 = 0,066+0,16 = 0,226 \text{ хв,}$$

$$T_d^3 = 0,25 \text{ хв, (с. 86),}$$

$$T_d = 0,16 + 0,226 + 0,25 = 0,606 \text{ хв,}$$

$$\alpha = 10 \% \text{ (с. 90),}$$

$$T_{шт} = (1,232+0,606) \cdot 1,1 = 2,022 \text{ хв,}$$

$$T_{пз}^1 = 4+10+2+2=18 \text{ хв, (с. 101),}$$

$$T_{пз}^2 = 13+2,2+0,6+0,4+1,0+1,2+1,4+4,0 = 23,8 \text{ хв, (с. 101),}$$

$$T_{пз}^3 = 3,4 \text{ хв, (с. 110),}$$

$$T_{пз} = 18+23,8+3,4 = 45,2,$$

$$T_{пз} / n = 45,2 / 35 = 1,291 \text{ хв,}$$

$$T_{шт.к} = 2,022 + 1,291 = 3,313 \text{ хв.}$$

Результати розрахунків наведені в таблиці 1.16.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

| |
|----------|
| Змін. |
| Арк. |
| № докум. |
| Підпис |
| Дата |

Таблиця 1.16 - Зведена таблиця норм часу

| № опер | То, хв | Допоміжний час, хв | | | | | Топ, хв | α, хв | Тшт, хв | Підготовчовчо-заключний час, хв | | | | Тп.з хв | Тш.к, хв |
|---------|--------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------|---------|-------|---------|---------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------|---------|----------|
| | | Т _д ¹ | Т _д ² | Т _д ³ | Т _д ⁴ | ΣТ _д | | | | Т _{пз} ¹ | Т _{пз} ² | Т _{пз} ³ | ΣТ _{пз} | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 005 | 1,333 | 0,14 | 0,265 | 0,03 | 0,08 | 0,515 | 1,948 | 8 | 1,936 | 10 | 27 | - | 37 | 1,057 | 3,053 |
| 010 | 0,783 | 0,16 | 0,21 | 0,06 | 0,14 | 0,570 | 1,353 | 8,5 | 1,468 | 7 | 23 | - | 30 | 0,857 | 2,325 |
| 015 | 5,667 | 0,18 | 0,473 | - | 0,07 | 0,723 | 6,390 | 9 | 6,965 | 18 | 25,8 | - | 43,8 | 1,251 | 8,216 |
| 020 | 8,353 | 0,18 | 0,48 | - | 0,62 | 1,280 | 9,633 | 8 | 10,404 | 13 | 17,3 | 2,7 | 33 | 0,943 | 11,347 |
| 030 | 4,189 | 0,18 | 0,345 | - | 0,62 | 1,145 | 5,334 | 8 | 5,761 | 13 | 17,3 | - | 30,3 | 0,866 | 6,647 |
| 035 | 1,232 | 0,13 | 0,226 | 0,25 | - | 0,606 | 1,838 | 10 | 2,022 | 18 | 23,8 | 3,4 | 45,2 | 1,291 | 3,313 |
| 040 | 2,589 | 0,13 | 0,02 | 0,124 | 0,06 | 0,334 | 2,923 | 9 | 3,196 | 18 | 17,3 | - | 35,3 | 1,009 | 4,195 |
| 045 | 1,396 | 0,14 | 0,245 | 0,008 | 0,62 | 1,013 | 1,509 | 8 | 1,630 | 13 | 17,3 | 1,4 | 31,7 | 0,906 | 2,536 |
| Σ41,632 | | | | | | | | | | | | | | | |

БР.ПМ-046.00.00.00 ПЗ

2 Конструкторська частина

Пристрій свердлильний

2.1 Призначення, будова і робота пристрою

Пристрій призначений для базування і закріплення двох заготовок на свердлильній операції.

Вихідні дані: Операція 020. Вертикально-свердлильна.

Свердлити поверхню 9... 12; 18 і 19 (\varnothing 9 мм)

Верстат: Вертикально - свердлильний 2P135Ф2.

Розміри стола 710×400 мм.

Ширина центрального пазу стола 14Н8.

Різальний інструмент: свердло \varnothing 9 мм.

Режими різання: $t = 4,5$ мм; $S = 0,15$ мм/об; $V = 14,1$ м/хв; $n = 500$ хв⁻¹.

Осьова сила різання та крутний момент:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^{q_p} \cdot S^{y_p} \cdot K_p;$$

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^{q_m} \cdot S^{y_m} \cdot K_p;$$

$$K_p = K_{mp} = (\sigma_b / 750)^n = (735/750)^{0.75} = 0.985,$$

де $n = 0,75$ ([6], табл.9, с. 264)

Коефіцієнти показники степенів ([6], табл. 32, с. 281)

$$C_p = 68; q_p = 1; y_p = 0,7; C_m = 0,0345; q_m = 2; y_m = 0,8.$$

Звідси:

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 9 \cdot 0,15^{-0.7} \cdot 0,985 = 1597,5 \text{ Н.}$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 9^2 \cdot 0,15^{0.8} \cdot 0,985 = 6,034 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Пристрій складається з плити 1 на котрій розміщений пневмоциліндр, що складається з корпусу 18, поршня 16, кришки 2, штока 17, ущільнень 38...41; на вихідному кінці штока гвинтом 13 зафіксований 3-х плечовий важіль 11, до плечей котрого гайками 26 закріплені колонка 12 та прихвати 8, що направляються відповідно у втулках 5 і 9 з гвинтами 29, циліндричні кінці котрих розміщаються в байонетних пазах колонки 12 та прихватів 8.

Втулки 5 і 9 закріплені у верхню плиту 10, що зв'язана з плитою 1 гвинтами

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-046.00.00.000ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

14 з гайками 24 та втулками 15.

На плиті 10 закріплені опорні пластини 34, гвинтами 4 з гайками 23 пальці 3 і 6. На виступаючому кінці колонки 12 зафіксований двоплечий прихват 7.

До верстату пристрій кріпиться за чотири пази 16×40 мм, та встановлюється шпонками 36 в центральний паз верстату. Стиснуте повітря до пневмоциліндра підводиться через 2 отвори К 3/8". Для транспортування чи піднімання пристрою призначені два отвори М12-6Н, куди вкручуються рим-болти.

Пристрій працює наступним чином.

Заготовки встановлюються на два пальці, циліндричний 3 та зрізаний 6 і на пластини 34.

Стиснене повітря подається в штокову порожнину і пересуває поршень 16, шток 17 разом з важелем 11, прихватами 8, колонкою 12 з прихватом 7 вниз. За час переміщення прихвати 8 та колонка 12 повертаються на 90°, завдяки байонетному пазу і притискають заготовку до пластин 34.

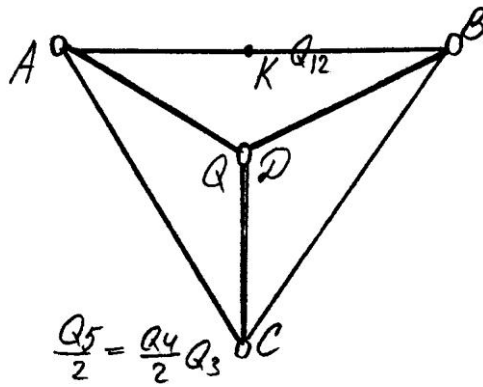
Відкріплення деталі здійснюється подачею стиснутого повітря в поршневу порожнину і переміщення всієї закріпленої на штоці системи здійснюється в крайнє верхнє положення, причому прихвати 8 і колонка 12 повертаються на 90°, дозволяючи цим самим вільно зняти деталь.

2.2 Розрахунок сил затиску та вибір параметрів механізму затиску

При свердлінні осьова сила притискає заготовку до опор, а крутний момент старається прокрутити її навколо осі свердла. Йому протидіють моменти від сили тертя F , що виникає в наслідок дії сили затиску Q в місцях контактів заготовки з опорами і прихватами.

Визначаємо величину (дію величини) Q в кожній прикладеній точці
Зобразимо це схематично.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-046.00.00.000ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |



AK = KB = 150 мм. Отже приведена сила:

$$Q_{12} = Q_1 / 2 = Q_2 / 2;$$

КД = ДС = 60 мм (графічна частина ДП).

Отже $Q = Q_3 / 2 = Q_{12} / 2$.

Звідси в кожній точці А, В чи С діє сила $Q/4$.

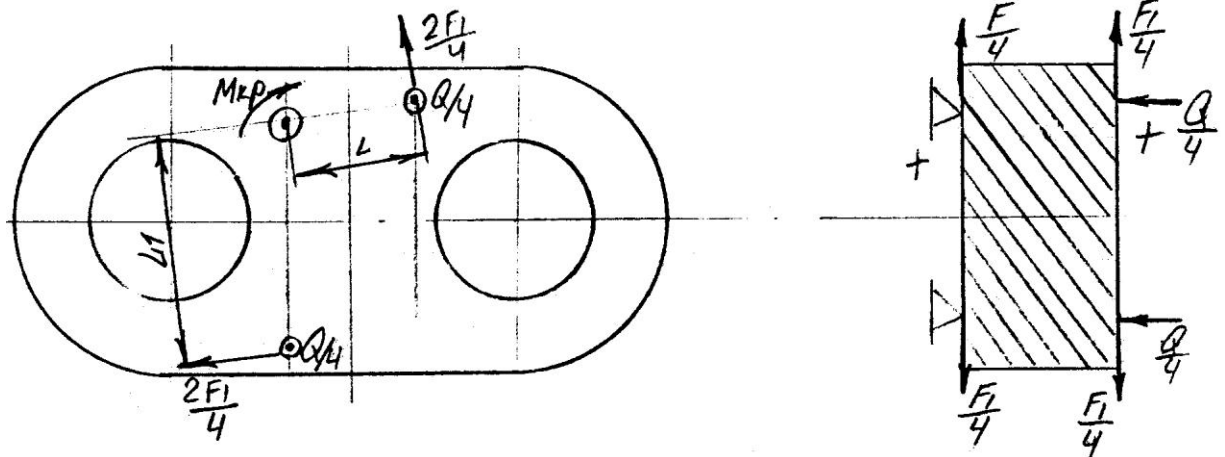


Рисунок 2.1 - Схема дії сил на заготовку під час свердління

$$M_{кр} \leq 2 \cdot \frac{F_1}{4} (L + L_1)$$

$$\frac{F_1}{4} = \frac{Q_1}{4} \cdot \zeta, \quad \zeta = 0,16 \text{ ([6] табл.10, с.88),}$$

$$Q_1 = \frac{K_1 \cdot 2 \cdot M_{кр}}{\zeta (L + L_1)}, \text{ Н}$$

$$K_1 = 1,5 \cdot 11,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = 2,5075 \approx 2,6.$$

$L = 18 \text{ мм} = 0,018 \text{ м}; L_1 = 0,136 \text{ м}$ (з графічної частини).

$$Q_1 = \frac{2,6 \cdot 2 \cdot 6,034}{0,16 \cdot (0,136 + 0,018)} = 1273,41 \text{ Н}$$

При свердлінні деяких отворів, розташованих поза опорною поверхнею, осьова сила P_o старається перекинути заготовку навколо лінії, що проходить

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

БР.ПМ-046.00.00.000ПЗ

Арк.

через край опорних пластин.

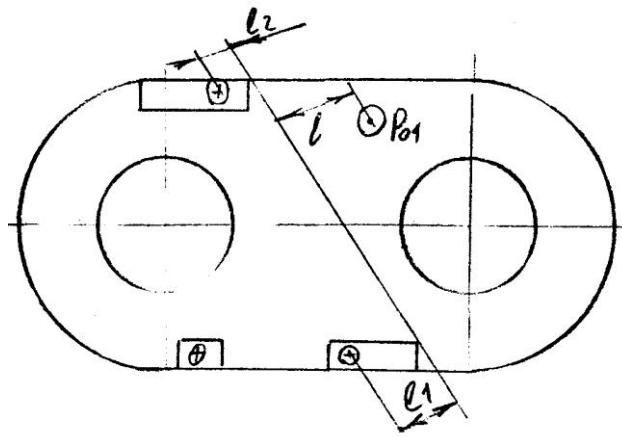


Рисунок 2.2 - Схема дії осьової сили на заготовку

$l = 30 \text{ мм}, l_1 = 45 \text{ мм}, l_2 = 15 \text{ мм}.$

$$P_o \cdot l = \frac{Q}{4}(l_1 + l_2)$$

$$Q_2 = \frac{K_2 \cdot 4 \cdot P_o \cdot l}{l_1 + l_2} = \frac{2.5 \cdot 4 \cdot 1597 \cdot 0.03}{0.015 + 0.045} = 7987.5 \text{ Н}.$$

$$Q_p = Q_1 + Q_2 = 1273.41 + 7987.5 = 9260.9 \text{ Н}.$$

Сила на штоці пневмоциліндра при передачі зусилля двома Г-подібними прихватами:

$$N_p = \frac{Q_p}{\left(1 - 2 \cdot \frac{3 \cdot l}{H} \cdot \zeta\right)}, \text{ Н}$$

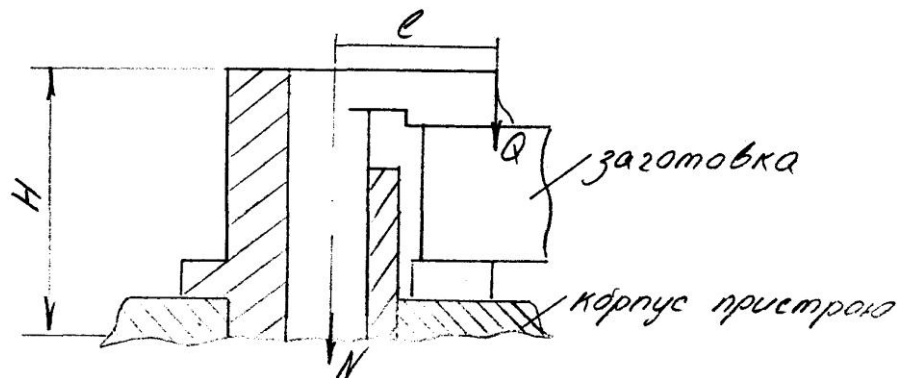


Рисунок 2.3 - Схема передачі зусилля Г-подібним прихватом

$l = 26 \text{ мм}; H = 124 \text{ мм}$ (з графічної частини) $\zeta = 0,1.$

$$N_p = \frac{9260.9}{\left(1 - 2 \cdot \frac{3 \cdot 26}{0.63} \cdot 0.1\right)} = 10596 \text{ Н}$$

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

БР.ПМ-046.00.00.000ПЗ

$$D_p = 1.13 \cdot \sqrt{\frac{10596}{0.63}} = 146.5 \text{ мм}$$

Приймаємо $D = 160$ мм.

Діаметр штока $d_{\text{шт}} = 70$ мм.

Зусилля на штоці пневмоциліндра: $N = \frac{\pi}{4} \cdot (160^2 - 40^2) \cdot 0.63 \cdot 0.9 = 10682.3 \text{ Н}$.

Зусилля затиску: $Q = 10682.3 \cdot \left(1 - 2 \cdot \frac{3 \cdot 26}{124} \cdot 0.1\right) = 9338.5 \text{ Н}$.

2.3 Розрахунок пристрою на міцність

Однією із слабких ланок є різьбове з'єднання важеля із штоком. Розрахунок слабкої ланки.

Слабкою ланкою пристрою є різьбове з'єднання $M16 \frac{6H}{6d}$.

$N = 10682.3 \text{ Н}$, $H = 20$, $d_{\text{зовн}} = 16$, $d_{\text{вн}} = 13.546$, $d_1 = 13.835$

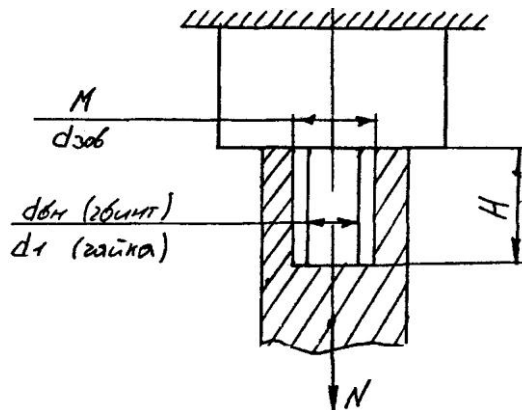


Рисунок 2.4 - Розрахункова схема

Матеріал з'єднання-сталь 45 ДСТУ 7809:2015;

Допустимі напруження: $[\sigma_p] = 167 \text{ МПа}$; $[\tau_{зр}] = 103 \text{ МПа}$; $[\sigma_{зм}] = 255 \text{ МПа}$.

Перевірка різьби в отворі на зріз (гайка):

$$\tau_{зр} = \frac{N}{\pi \cdot 0.87 \cdot 0.61 \cdot d_1 \cdot H} = \frac{10682.3}{\pi \cdot 0.87 \cdot 0.61 \cdot 13.835 \cdot 20} = 23.17 \text{ МПа} < [\tau_{зр}].$$

Перевірка різьби стержня на зминання:

$$\sigma_{зм} = \frac{N}{0.785 \cdot (d_{\text{зовн}}^2 - d_{\text{вн}}^2) \cdot Z} = \frac{10682.3}{0.785 \cdot (16^2 - 13.546^2) \cdot 6} = 31.28 \text{ МПа} < [\sigma_{зм}].$$

де $Z = 6$ - кількість одночасно працюючих витків.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-046.00.00.000ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Перевірка стержня на розтяг:

$$\sigma_p = \frac{N}{0.785 \cdot d_{en}^2} = \frac{10682.3}{0.785 \cdot 13.546^2} = 74,16 \text{ МПа} < [\sigma_p].$$

Різьбове з'єднання по всіх параметрах працездатне.

2.4 Розрахунок пристрою на точність

Точність обробки обумовлюють такі похибки пристрою як

- відхилення від паралельності опорних поверхонь пластин до основи пристрою.

Грунтуючись на попередніх розрахунках, його можна встановити: $l_1 = 0,05$ мм;

- похибка віддалі між центрами групи пальців впливає на точність номінального розташування отворів другої деталі (перша-по пальцю котрої налагоджується верстат) - це буде E_{np}

$$[E_{np}] = \frac{T}{1.2} - \sqrt{(0.85 \cdot E_{\sigma})^2 + E_3^2 + (0.85 \cdot w)^2}, \text{ мм.}$$

де $T = 0,25$ мм.

$$E_{\sigma} = \sqrt{\Delta_{\max}^2 + (C_1')^2}, \text{ мм}$$

$$\text{Причому: } C_1' = C_1 \cdot \frac{H}{L} = 0.05 \cdot \frac{65}{110} = 0.0295 \text{ мм.}$$

де $H = 65$ мм, $L = 110$ мм (з графічної частини), (габарити деталі).

Δ_{\max} - найбільший зазор між деталлю і пальцем у посадці 80 H8/f7

$$\Delta_{\max} = 80,046 - 79,940 = 0.106 \text{ мм.}$$

$$E_{\sigma} = \sqrt{0.106^2 + 0.0293^2} = 0.140 \text{ мм}$$

$w = 0,09$ мм ([5], табл. 5, с. 11).

$E_3 = 0$ - сила затиску паралельна затиску свердління

$$[E_{np}] = \frac{0.25}{1.2} - \sqrt{(0.85 \cdot 0.110)^2 + (0.85 \cdot 0.09)^2} = 0.208 - 0.121 = 0.087 \text{ мм.}$$

$$[C_{np}] = [E_{np}] = 0,087 \text{ мм; } C_{np} = 0.044 - 0,03 = 0,014 \text{ мм.}$$

Приймаємо за рекомендаціями $C = 0,05$ мм.

Допуск на зношування пальців: $C_{знош} = 0,087 - 0,05 = 0,037$ мм.

Найменший допустимий діаметр зношеного пальця:

$$D_{знош} = 79,940 - 0,037 \cdot 2 = 79,866 \text{ мм.}$$

Розрахунки проведені згідно методу вказаному в літературі [10].

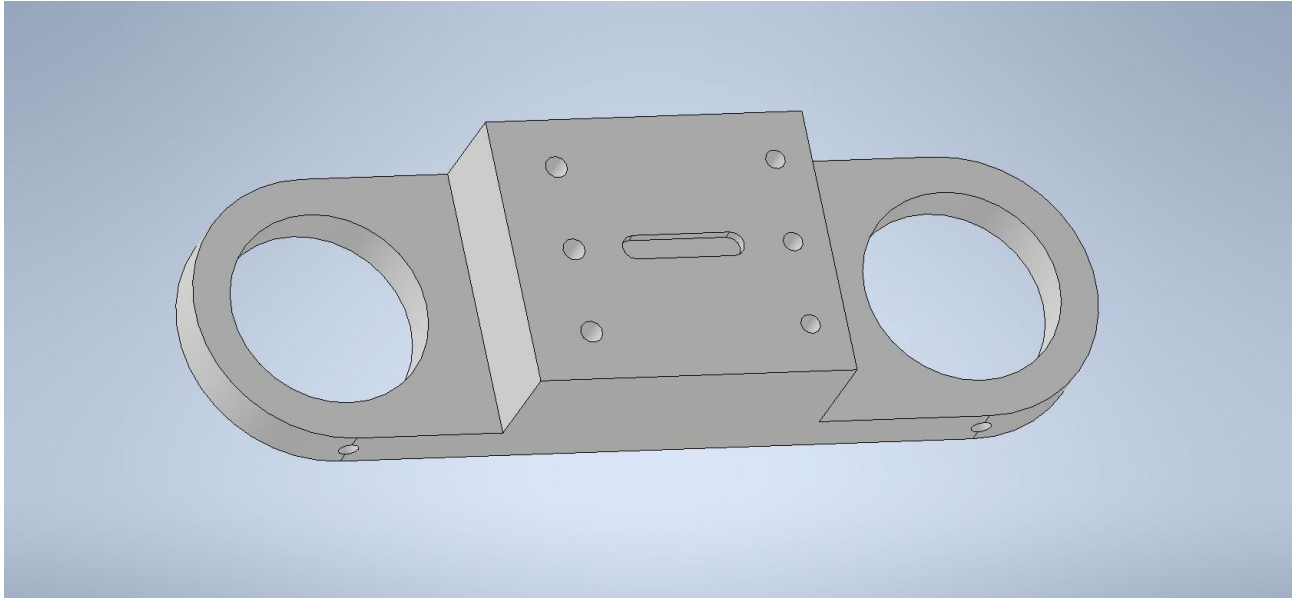
| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | | |

БР.ПМ-046.00.00.000ПЗ

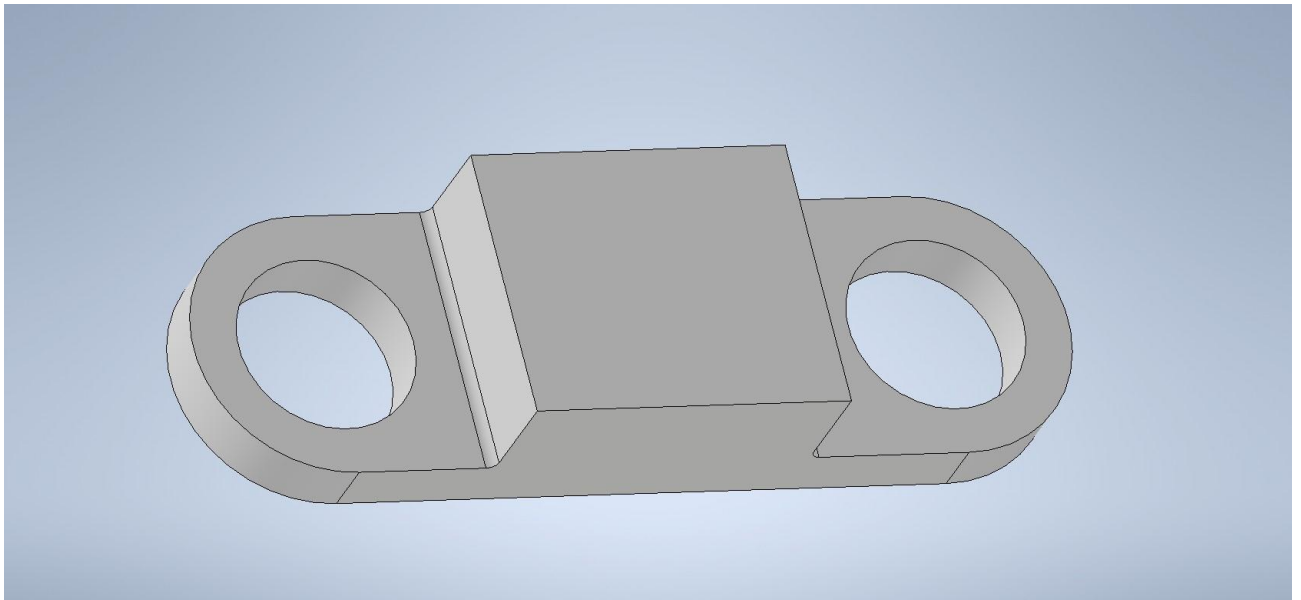
3 Розроблення керуючої програми для верстата з ЧПК

Щоб розробити КП обробки півважеля на верстаті з ЧПК використовують систему PowerMill.

Для проведення розрахунків в програмі треба мати тривимірні моделі деталі та заготовки. Дані моделі створювались в програмі AutoDesk Inventor (рисунки 3.1, а), б)).



а)



б)

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

Моделі імпортуємо в систему PowerMill (рисунки 3.2-3.3).

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

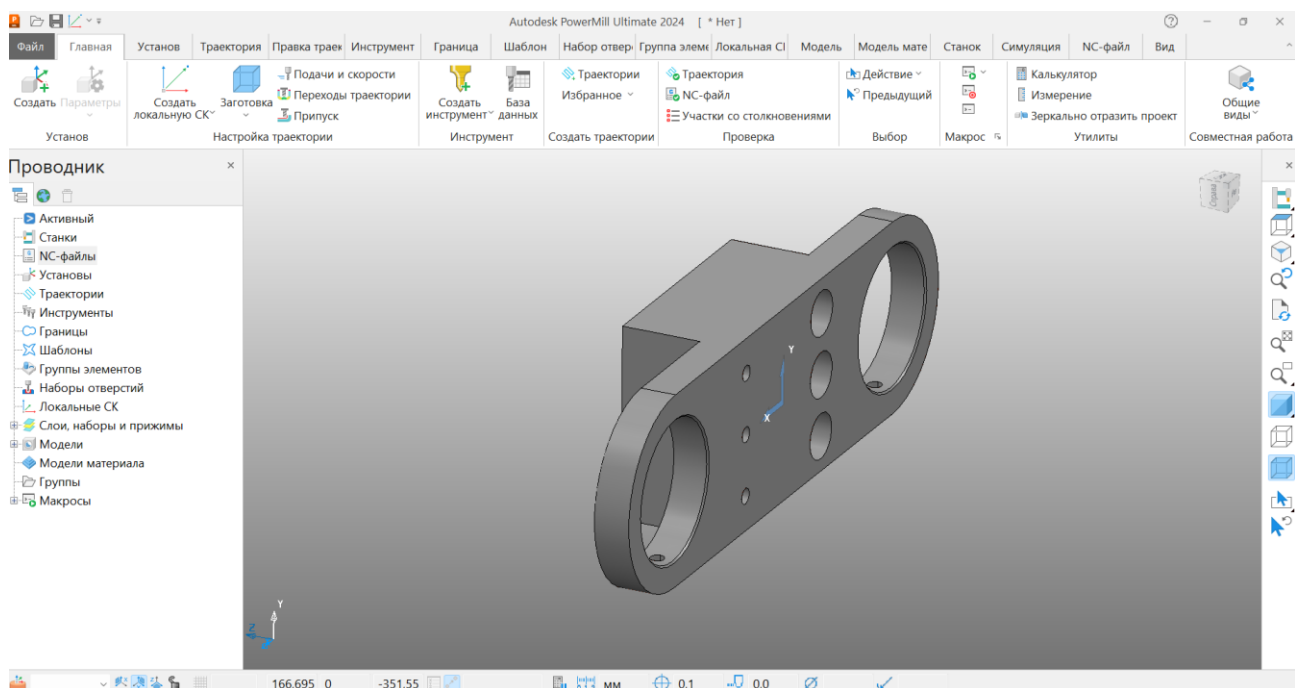


Рисунок 3.2 – Модель деталі, імпортована в систему PowerMill

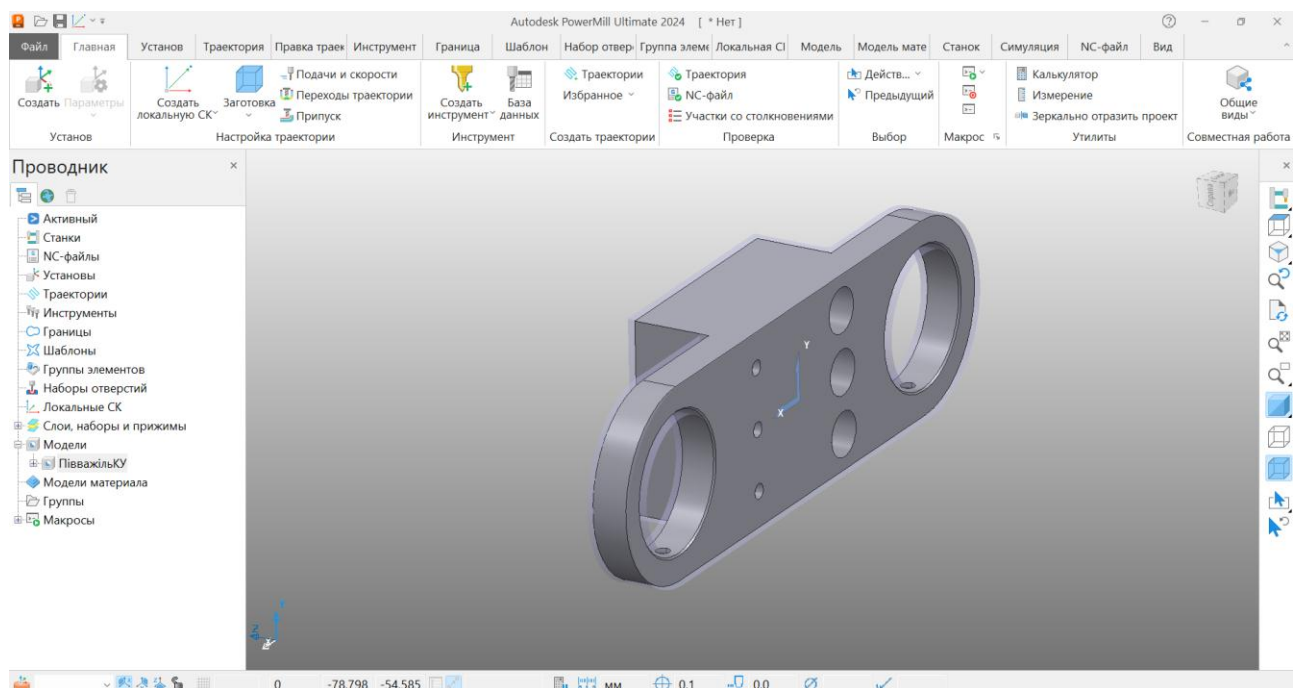


Рисунок 3.3 – Модель заготовки, імпортована в систему

Етапи розрахунків траєкторій обробки поверхонь півважеля на верстаті з ЧПК показані на рисунках 3.4 – 3.30. Керуючі програми обробки, згенеровані системою, подані в Додатку.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докum. | Підпис | Дата | | |

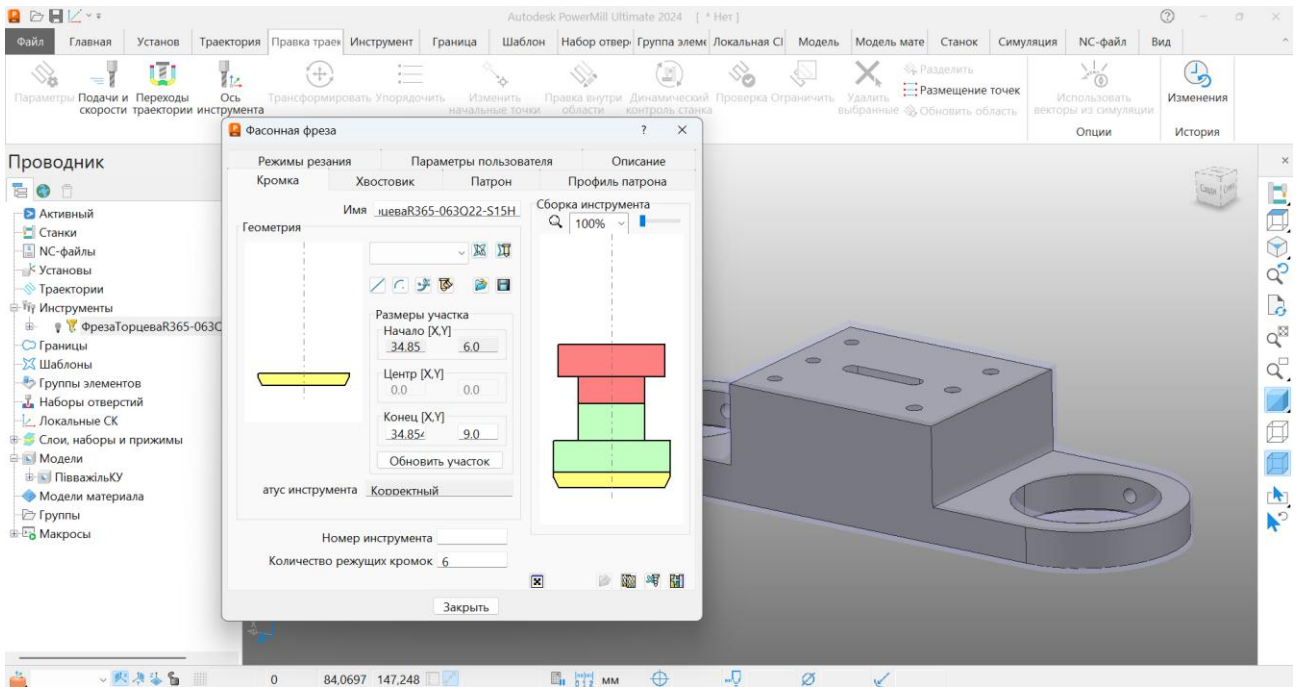


Рисунок 3.4 – Створення моделі торцевої фрези

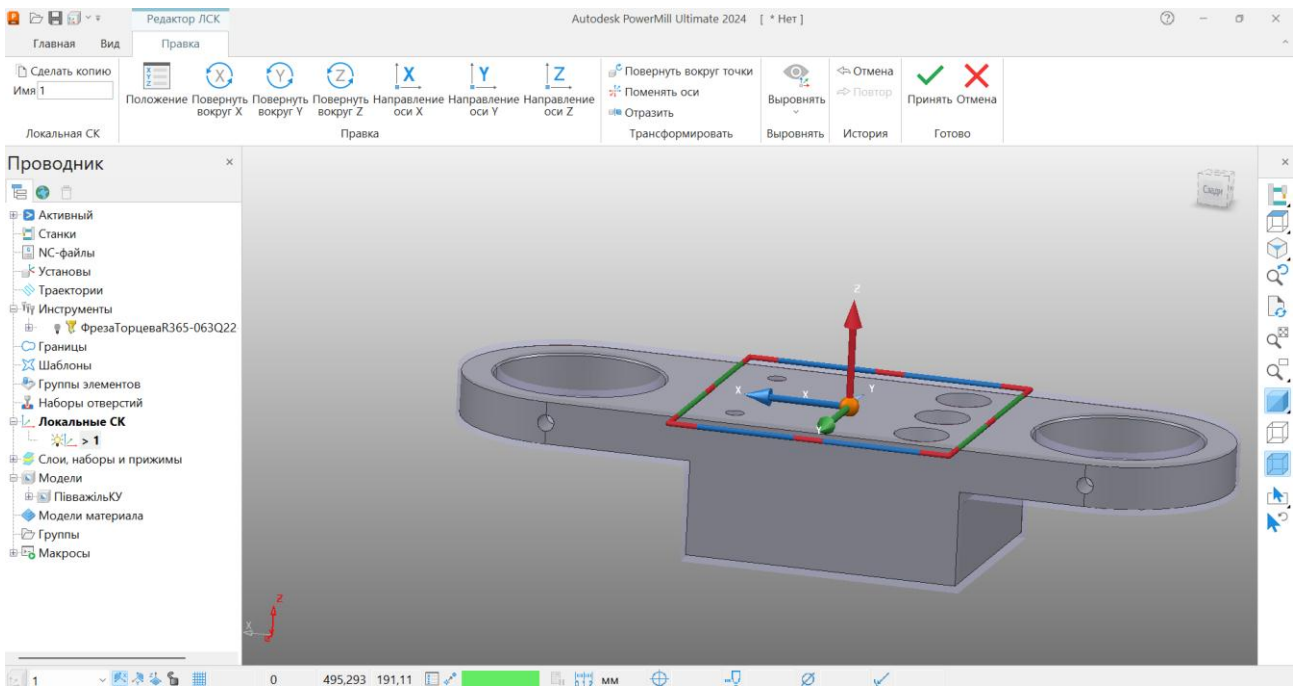


Рисунок 3.5 – Створення локальної системи координат

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

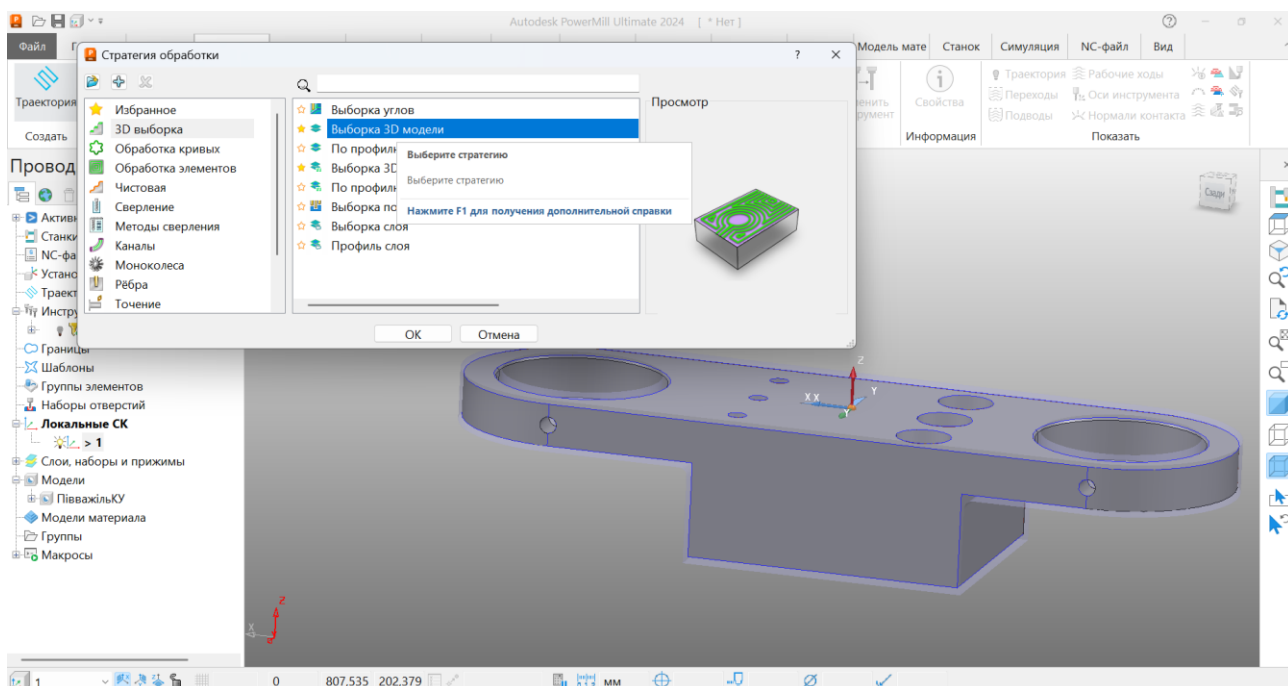


Рисунок 3.6 – Вибір стратегії обробки

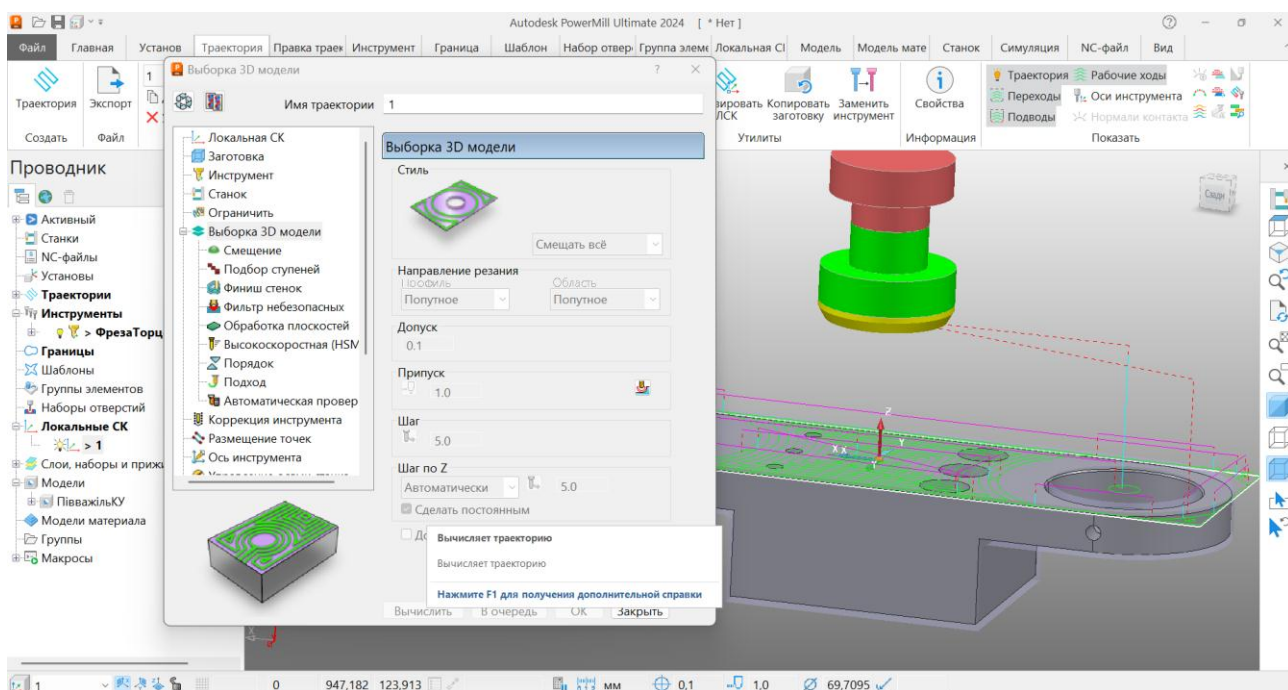


Рисунок 3.7 – Проектування фрезерування площини торця

| | | | | | | | | | | |
|------------------------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | | | | | | | | | | |

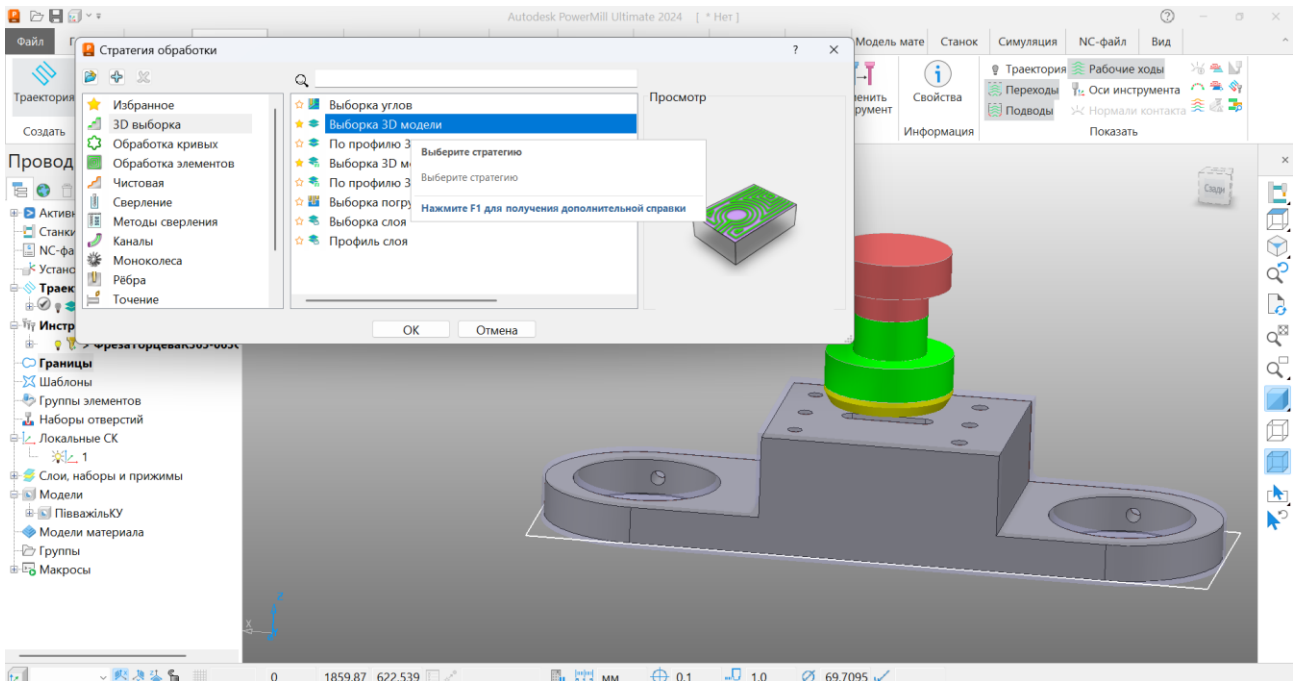


Рисунок 3.8 – Вибір стратегії обробки

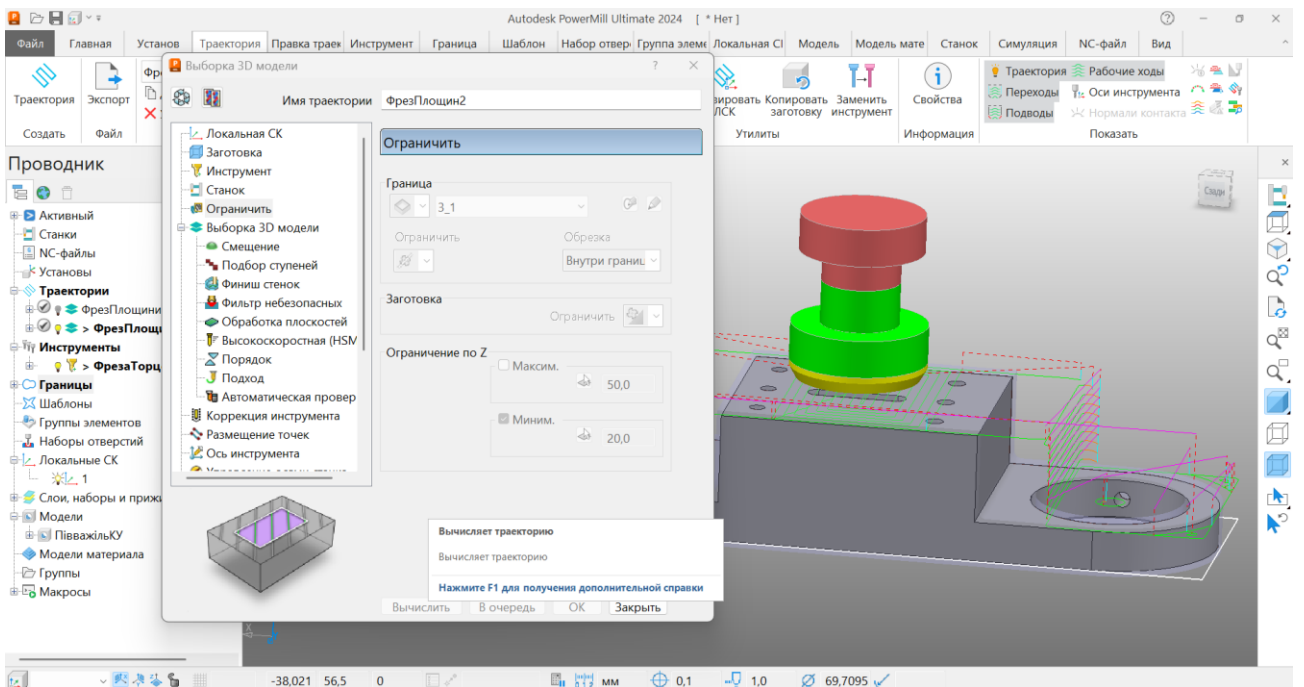


Рисунок 3.9 – Проектування фрезерування площин

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | | | | |

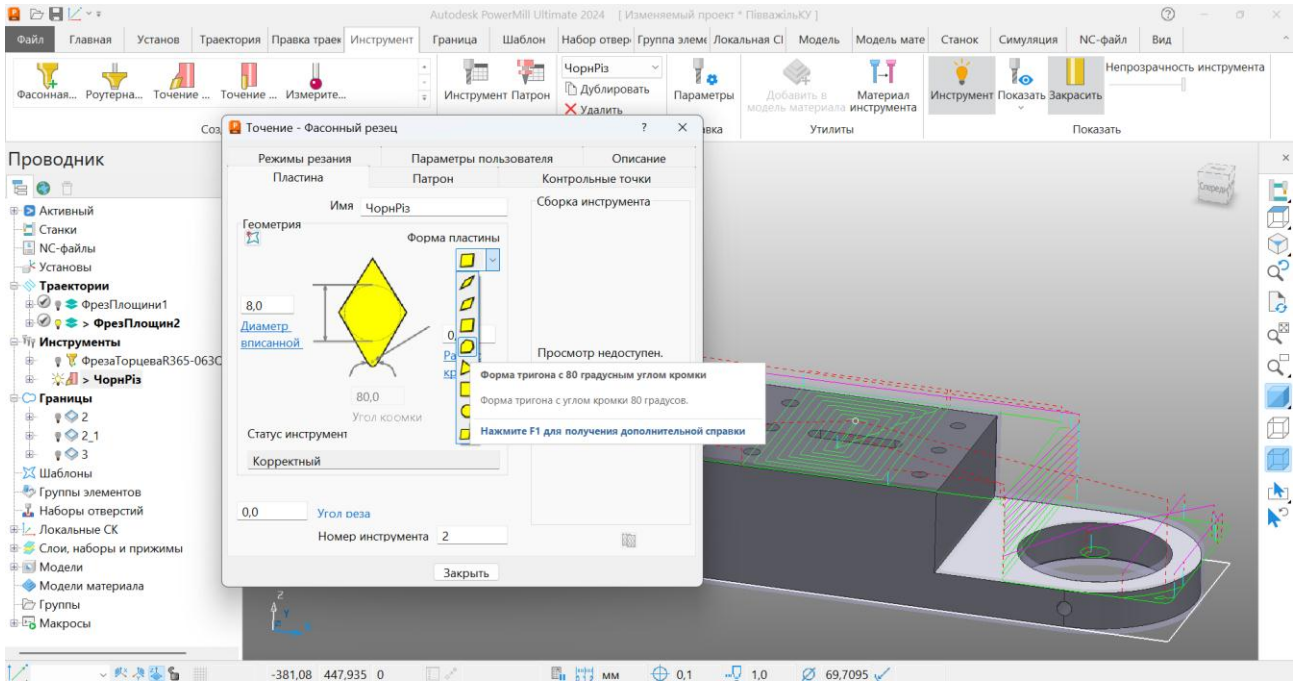


Рисунок 3.10 – Створення моделі чорнового різця

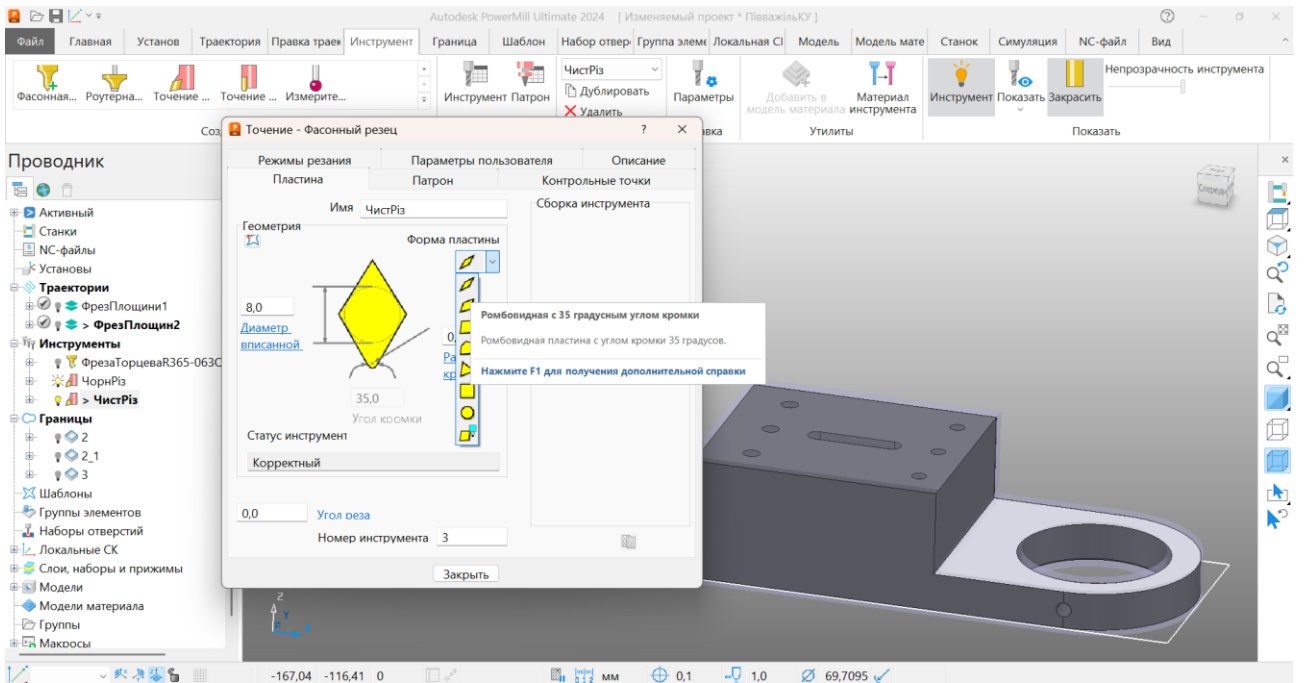


Рисунок 3.11 – Створення моделі чистового різця

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | | | | |

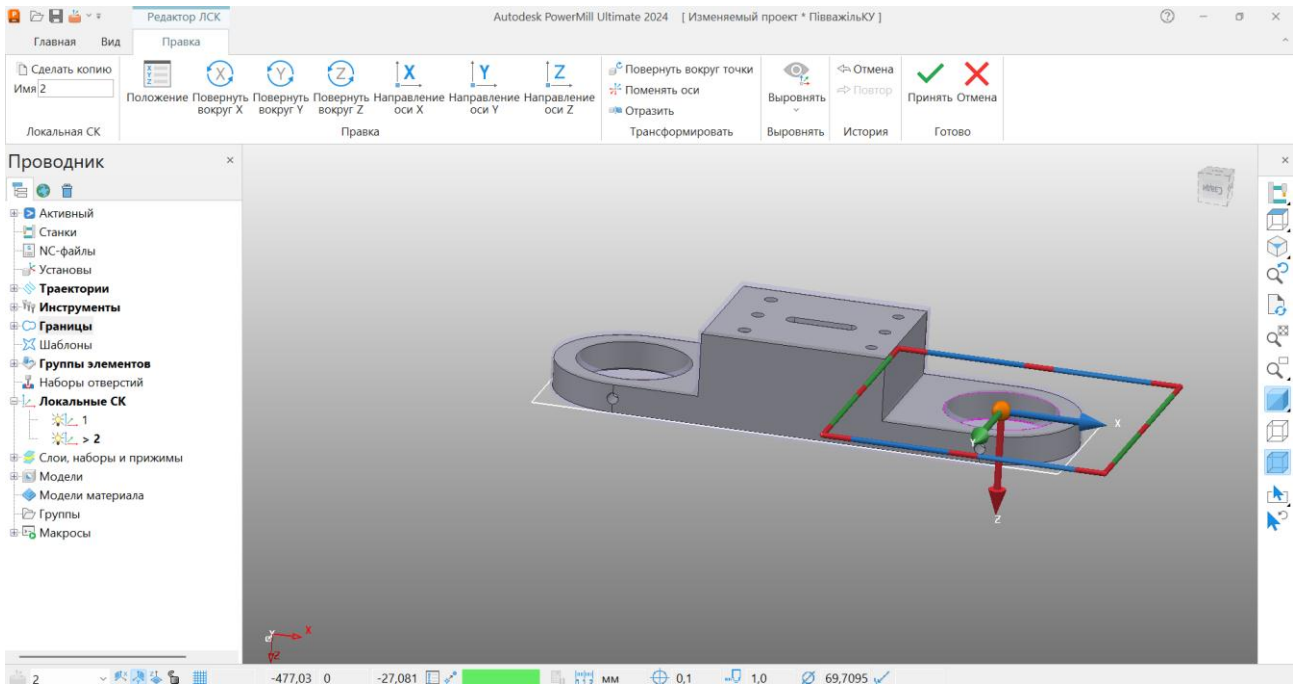


Рисунок 3.12 – Створення локальної системи координат

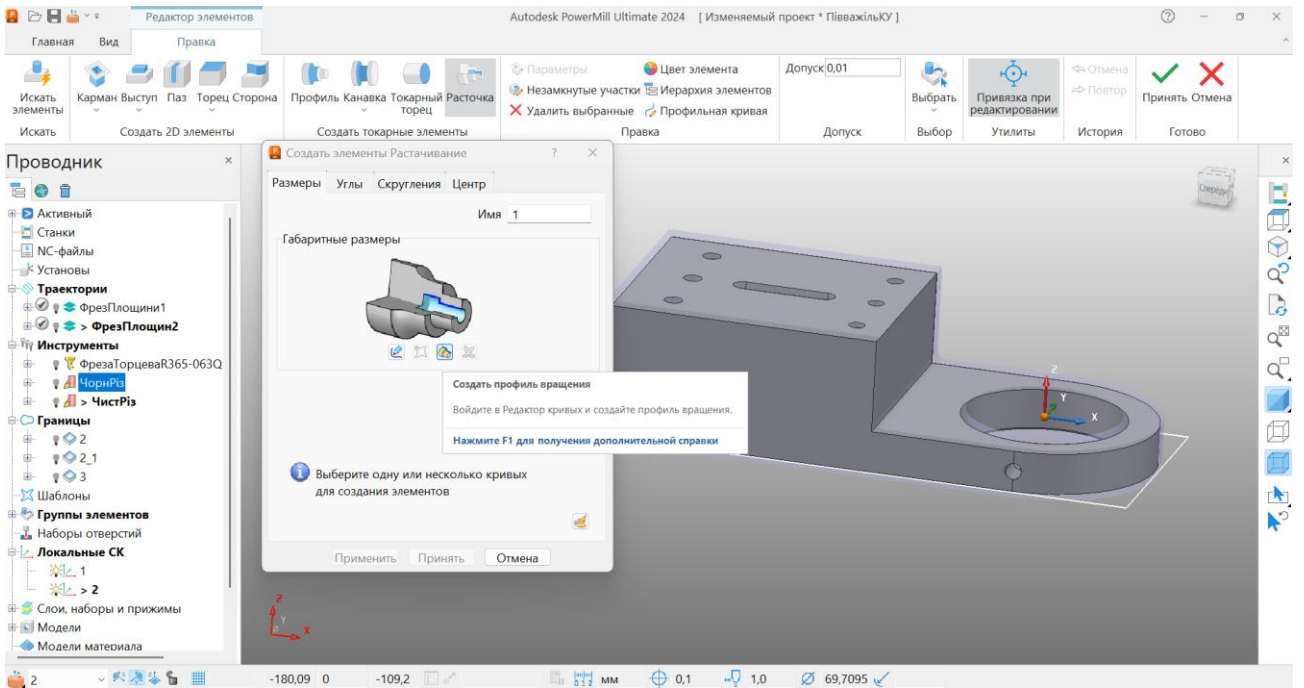


Рисунок 3.13 – Створення елементу «Розточування»

| | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|
| | | | | | Арк. |
| | | | | | БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | |

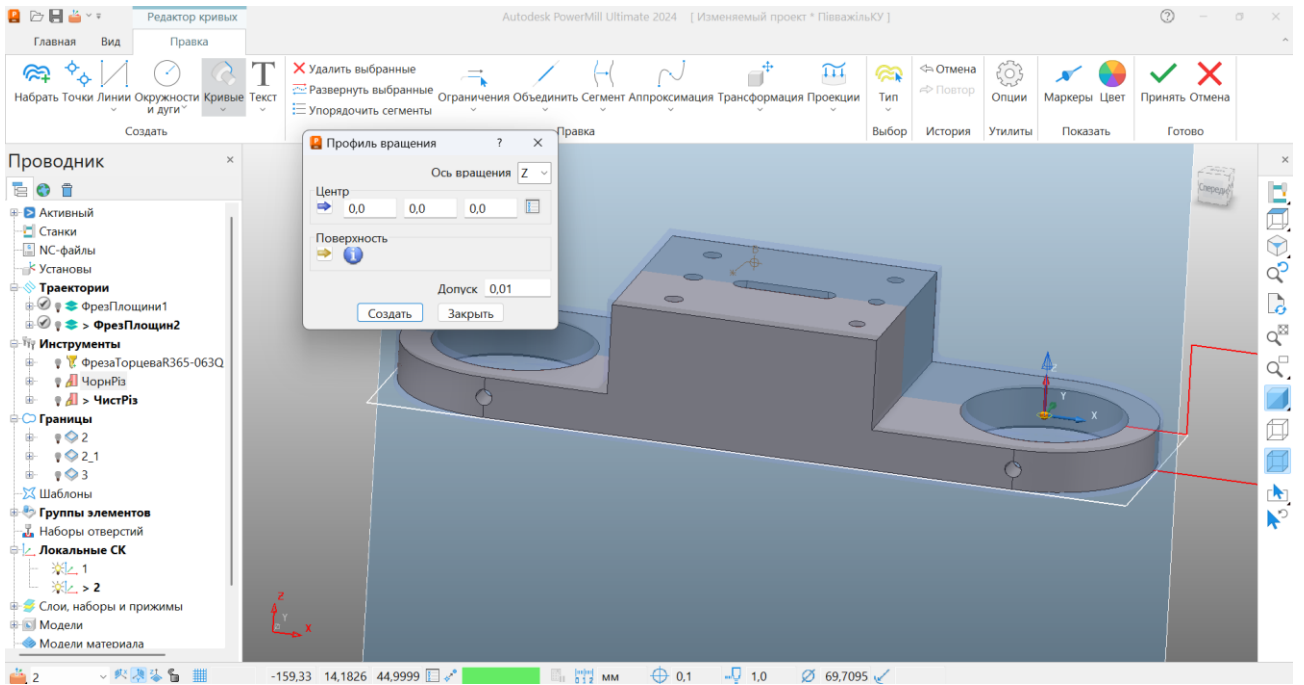


Рисунок 3.14 – Створення профілю обертання

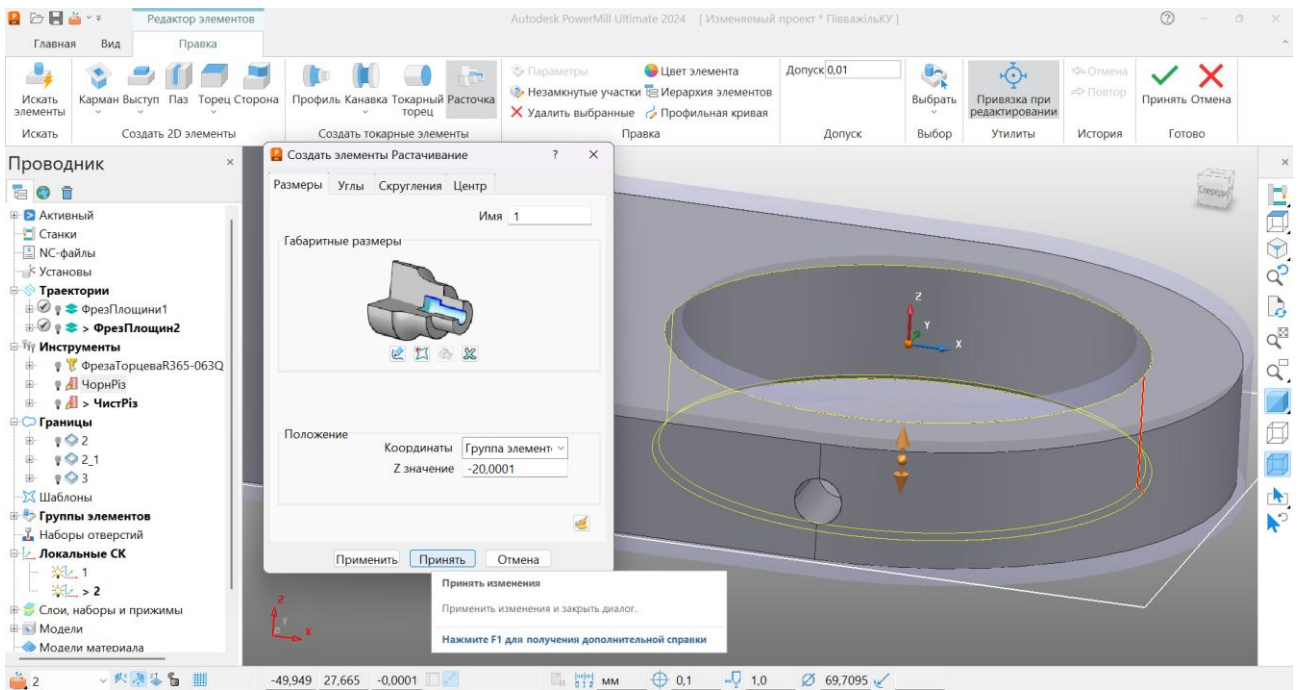


Рисунок 3.15 – Відредагований профілю обертання

| | | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | | | | | | |

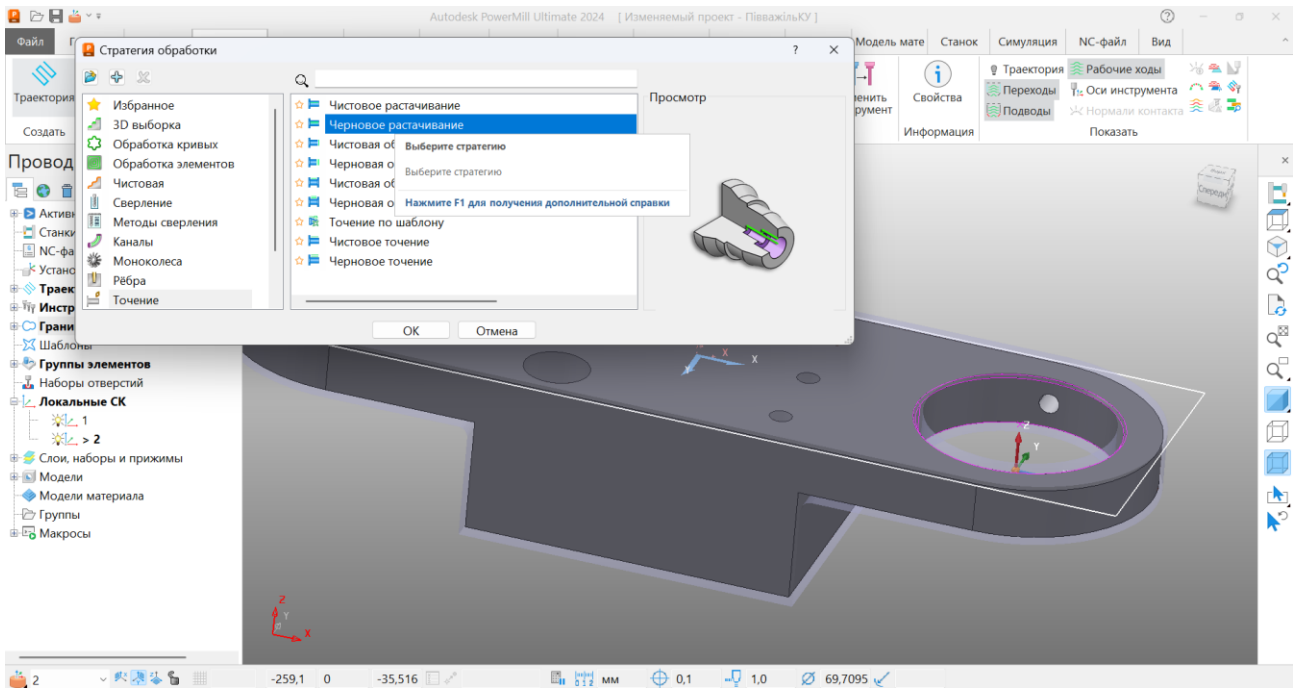


Рисунок 3.16 – Вибір стратегії обробки

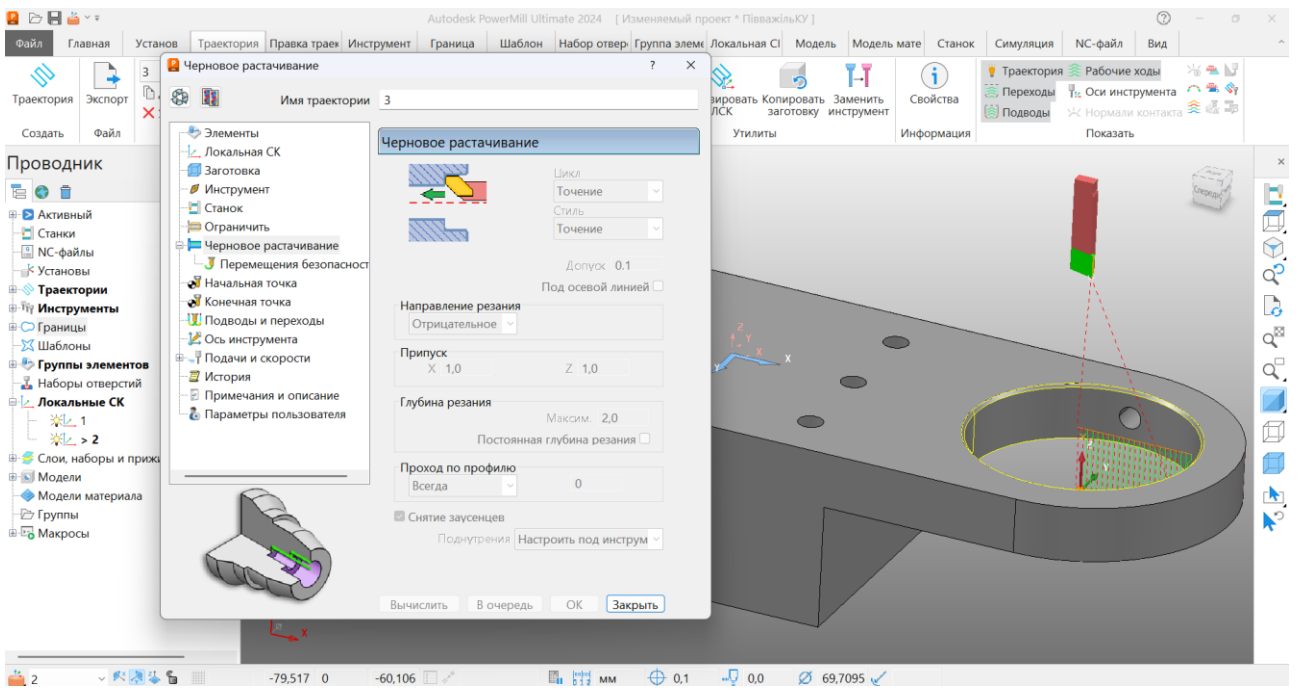


Рисунок 3.17 – Проектування чорнового розточування

| | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------------------------|------|
| | | | | | | БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | |

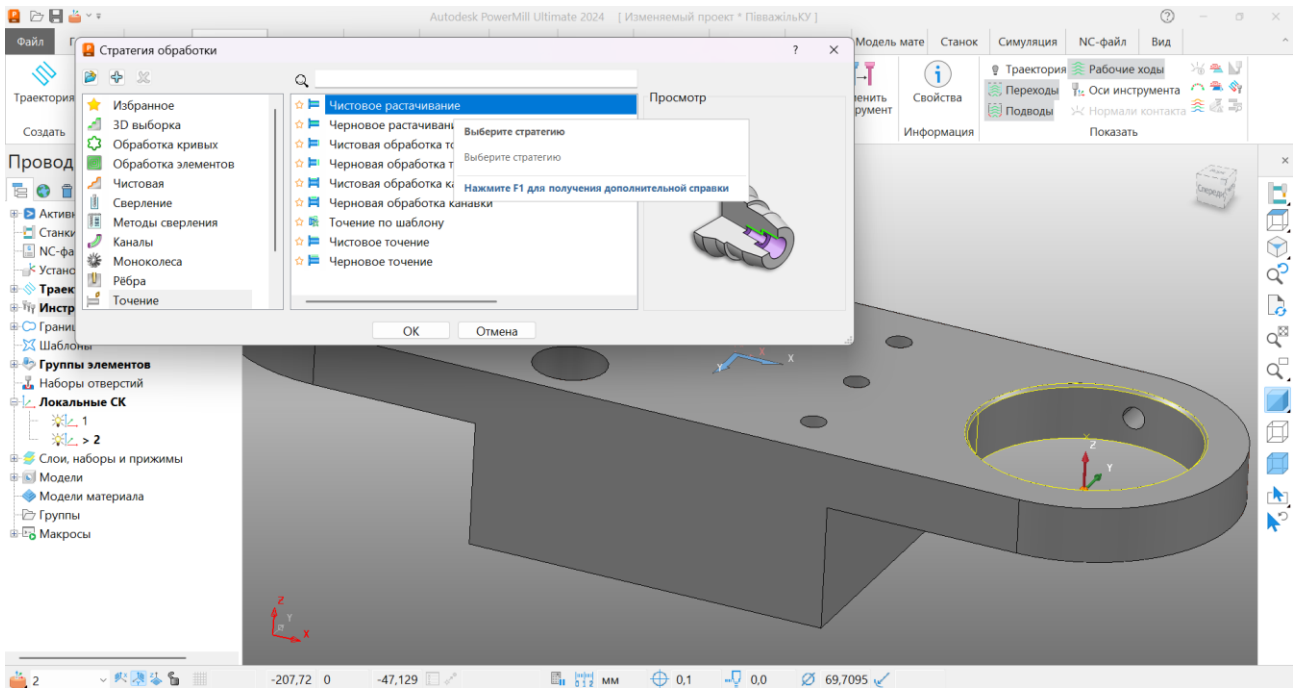


Рисунок 3.18 – Вибір стратегії обробки

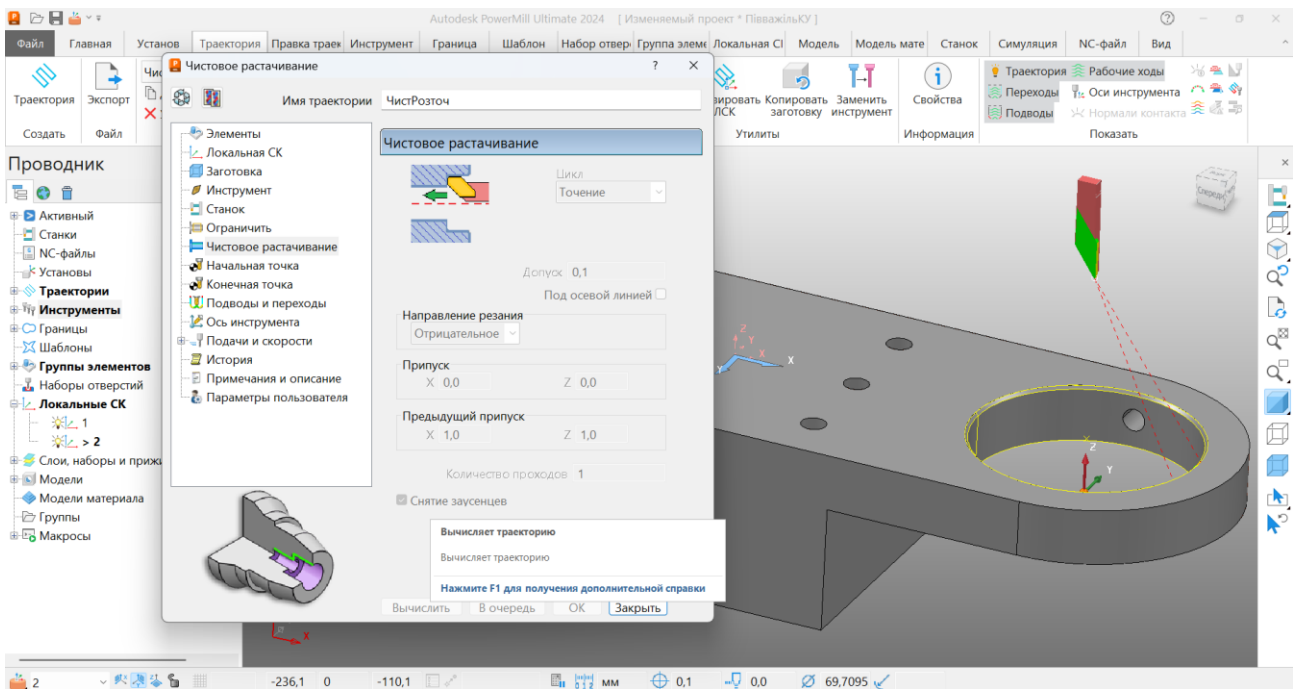


Рисунок 3.19 – Проектування чистового розточування

| | | | | | | | | | |
|------------------------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | |
| БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | | | | | | | | | |

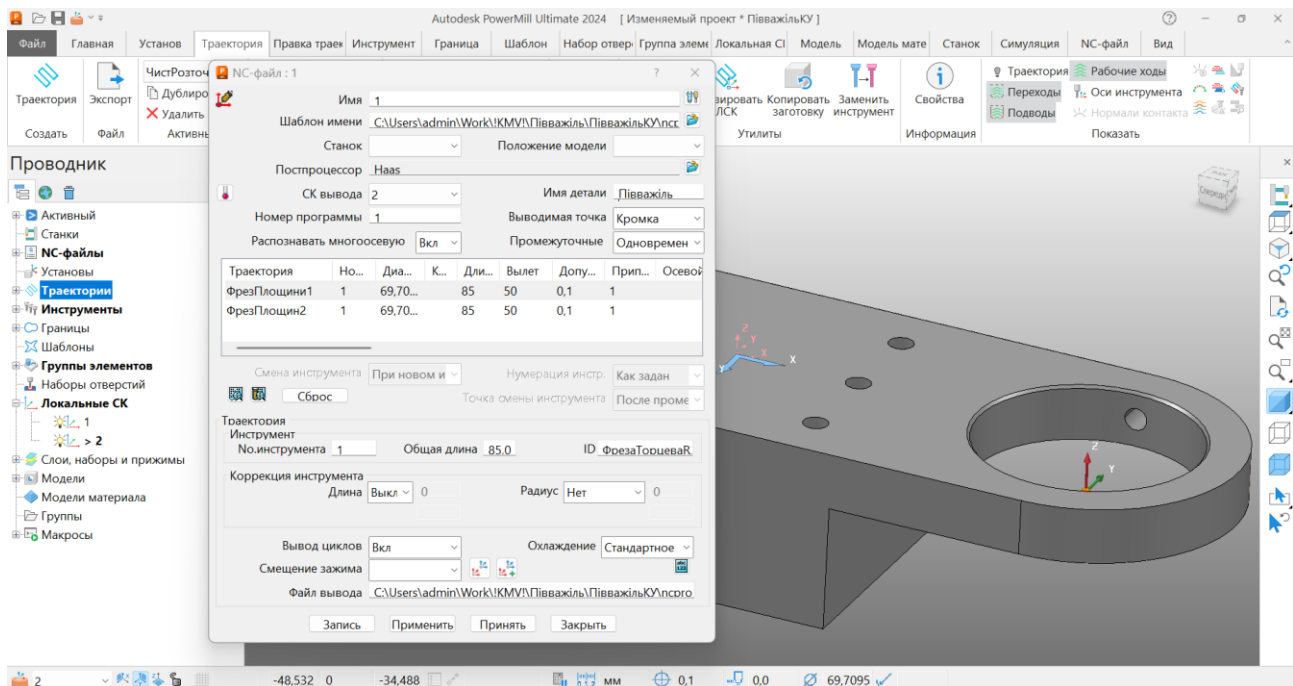


Рисунок 3.20 – Створення NC-файлу на фрезерування

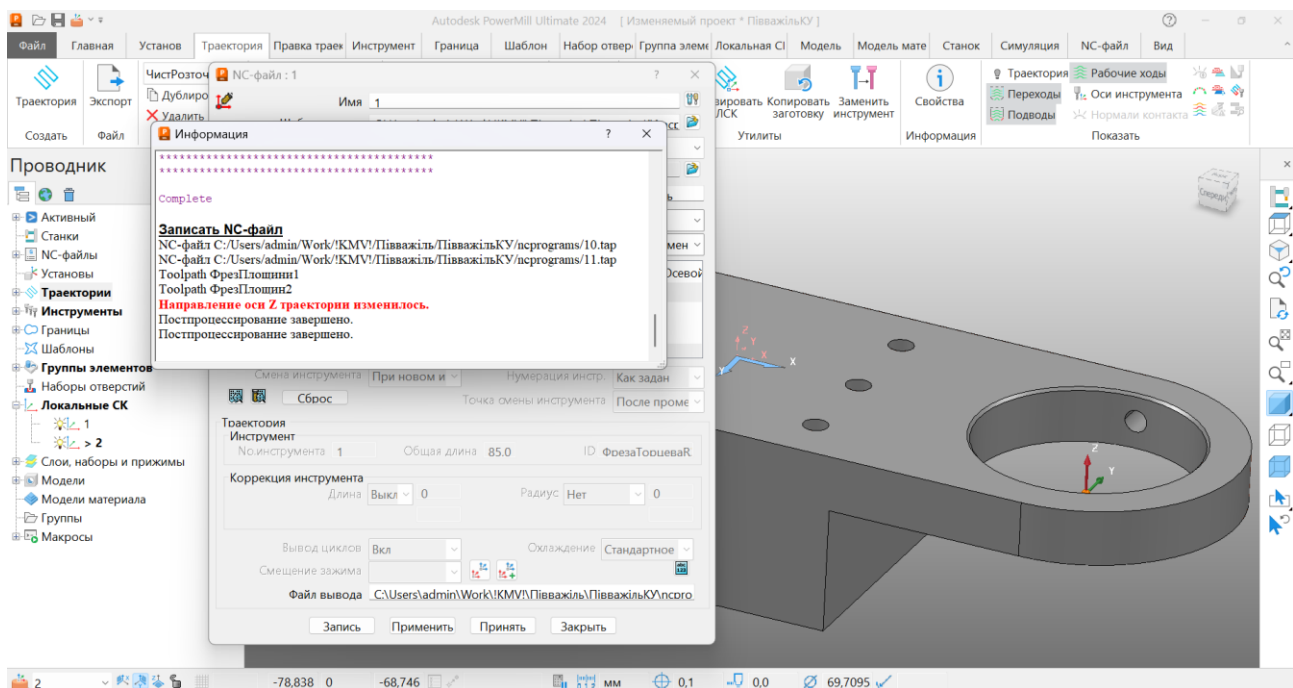


Рисунок 3.21 – Запис NC-файлу

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

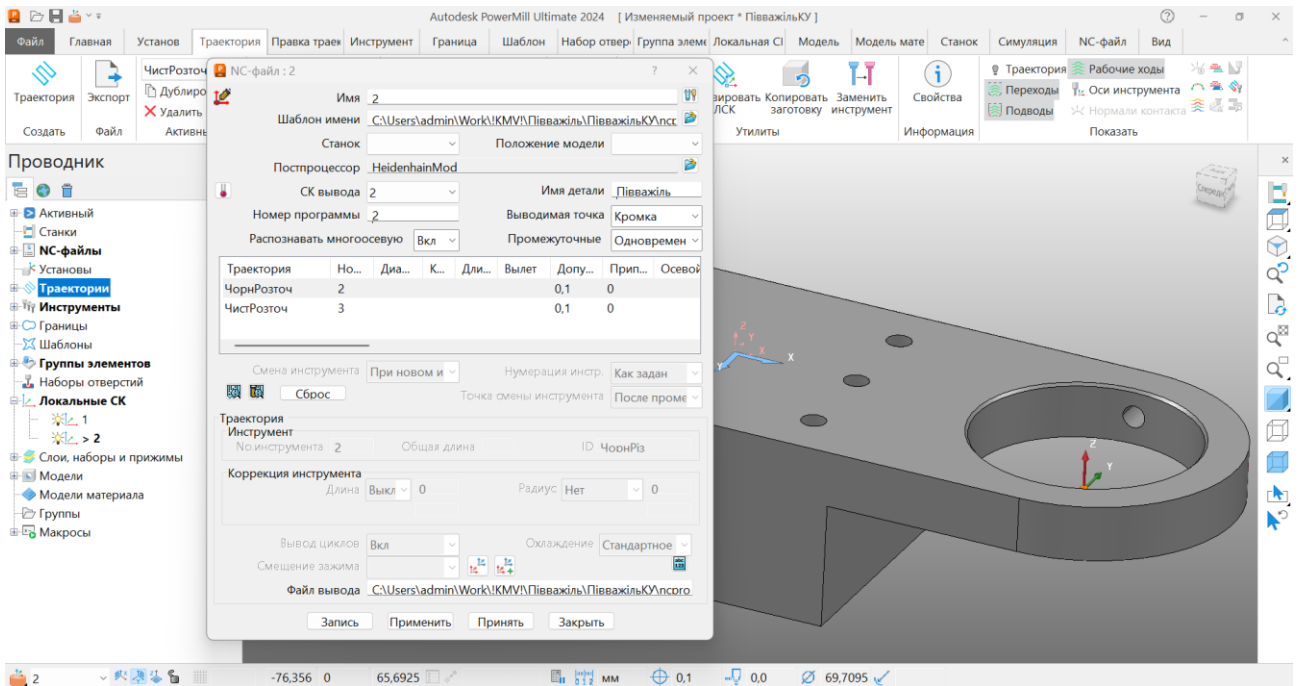


Рисунок 3.22 – Створення NC-файлу на розточування

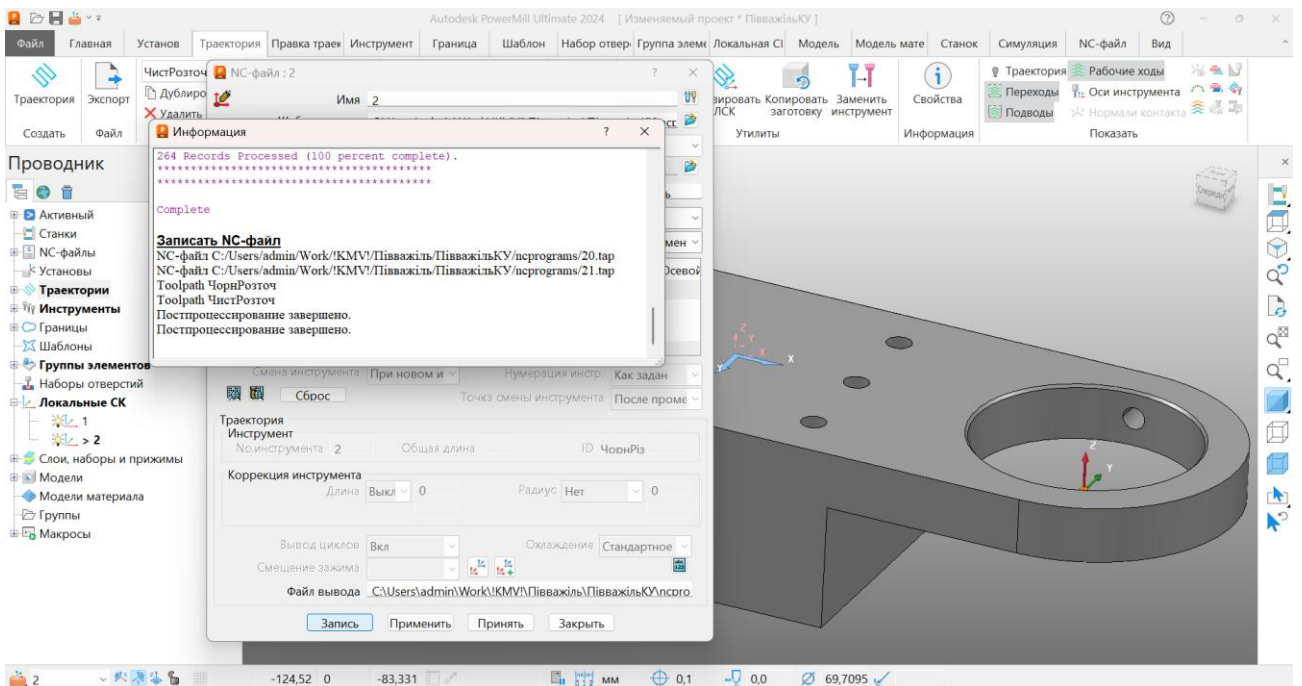


Рисунок 3.23 – Запис NC-файлу

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

БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ

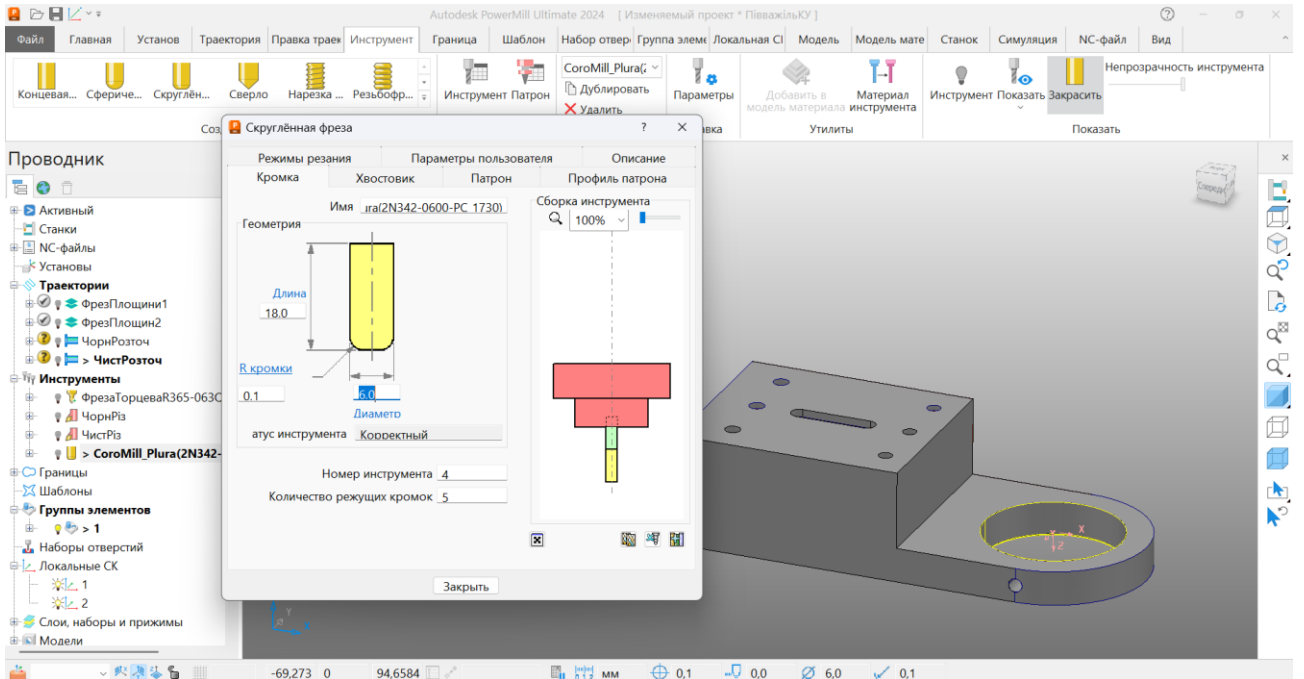


Рисунок 3.24 – Створення моделі кінцевої фрези

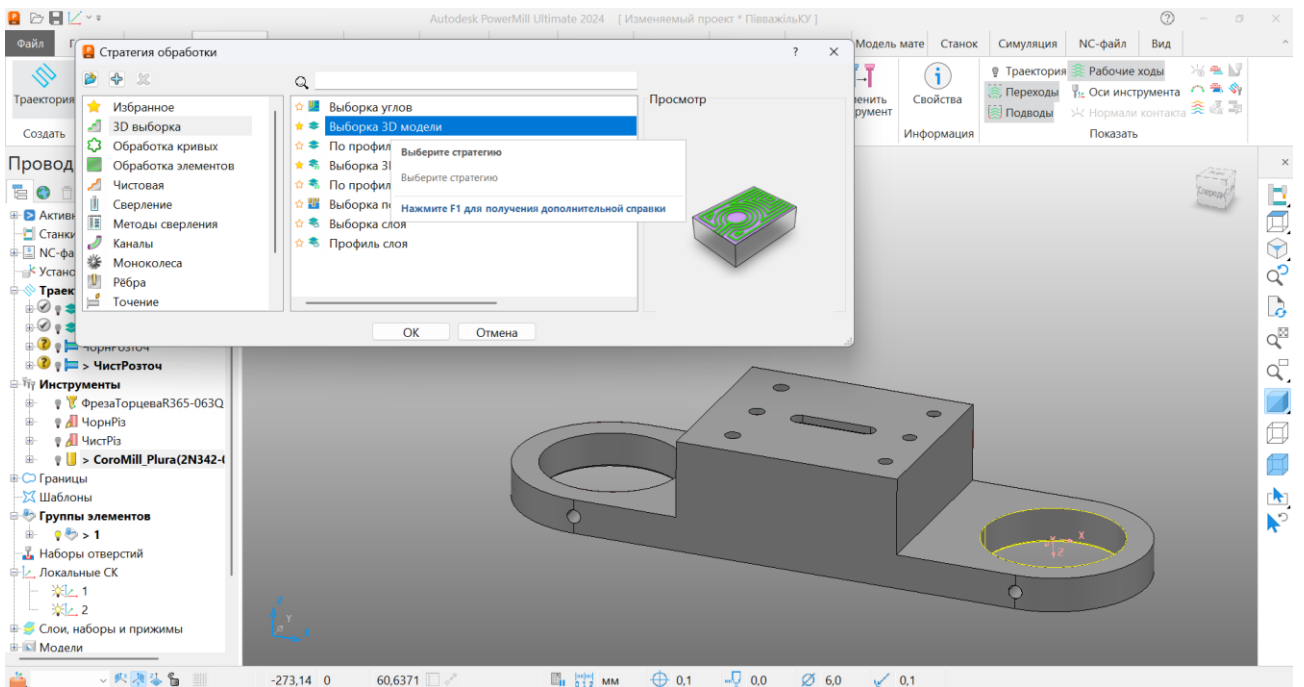


Рисунок 3.25 – Вибір стратегії обробки

| | | | | | |
|------------------------|------|----------|--------|------|------|
| | | | | | Арк. |
| БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | | | | | |
| Змн. | Арк. | № докum. | Підпис | Дата | |

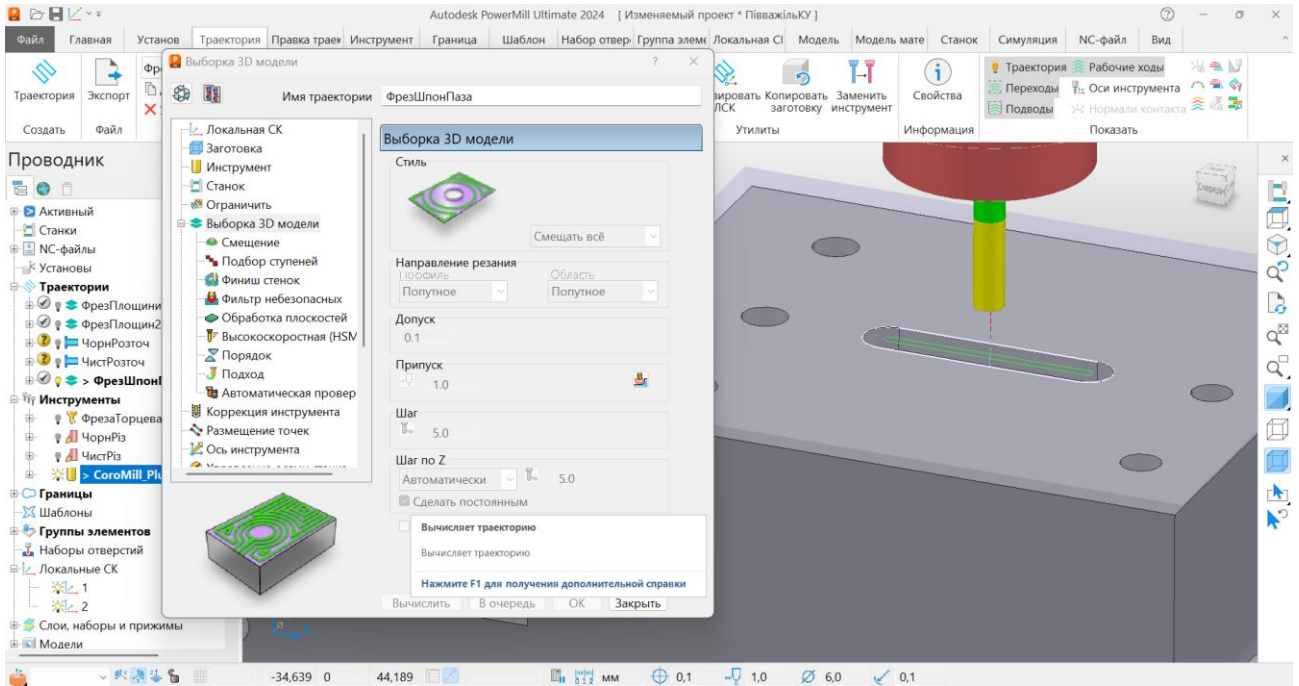


Рисунок 3.26 – Проектування фрезерування шпонкового пазу

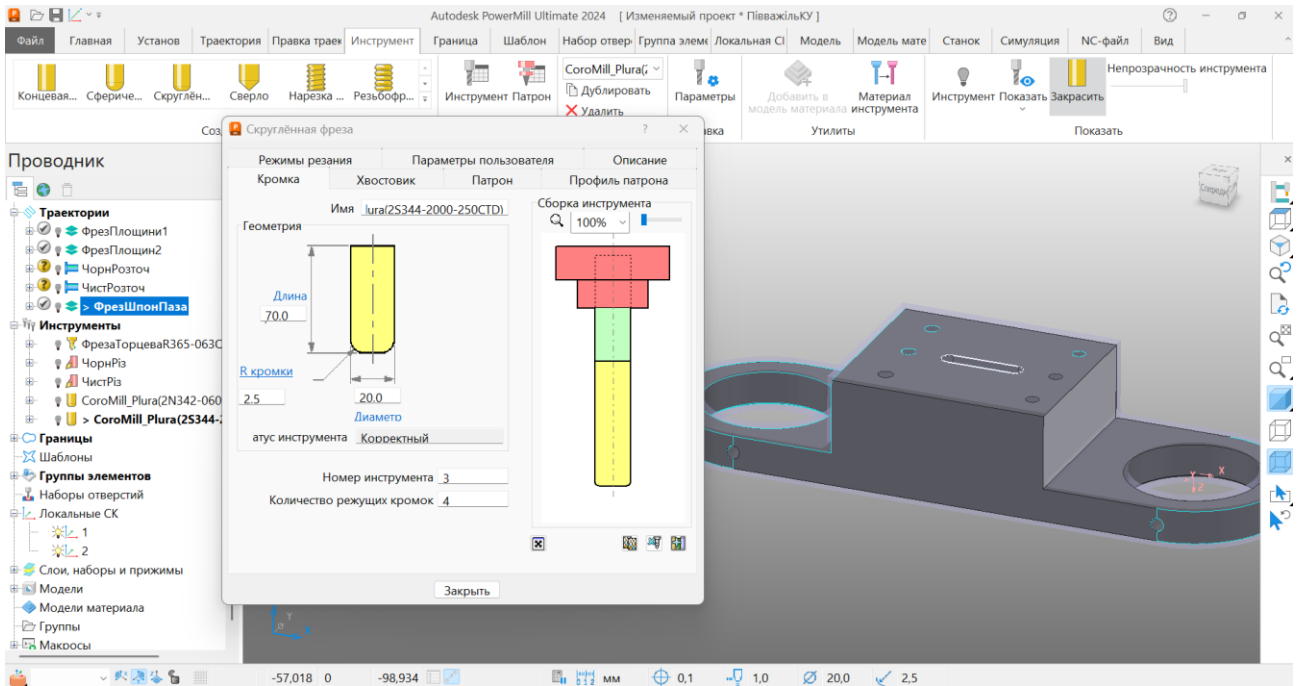


Рисунок 3.27 – Створення моделі кінцевої фрези

| | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|--|------|
| | | | | | БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | |

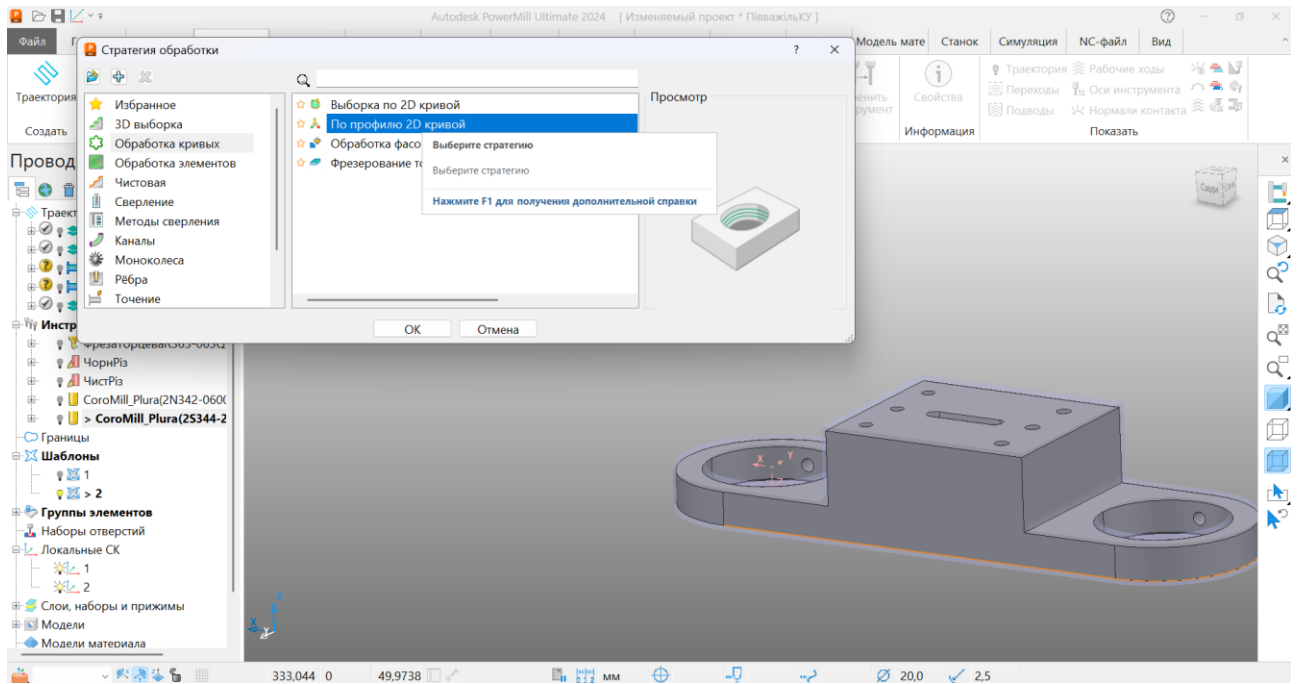


Рисунок 3.28 – Вибір стратегії обробки

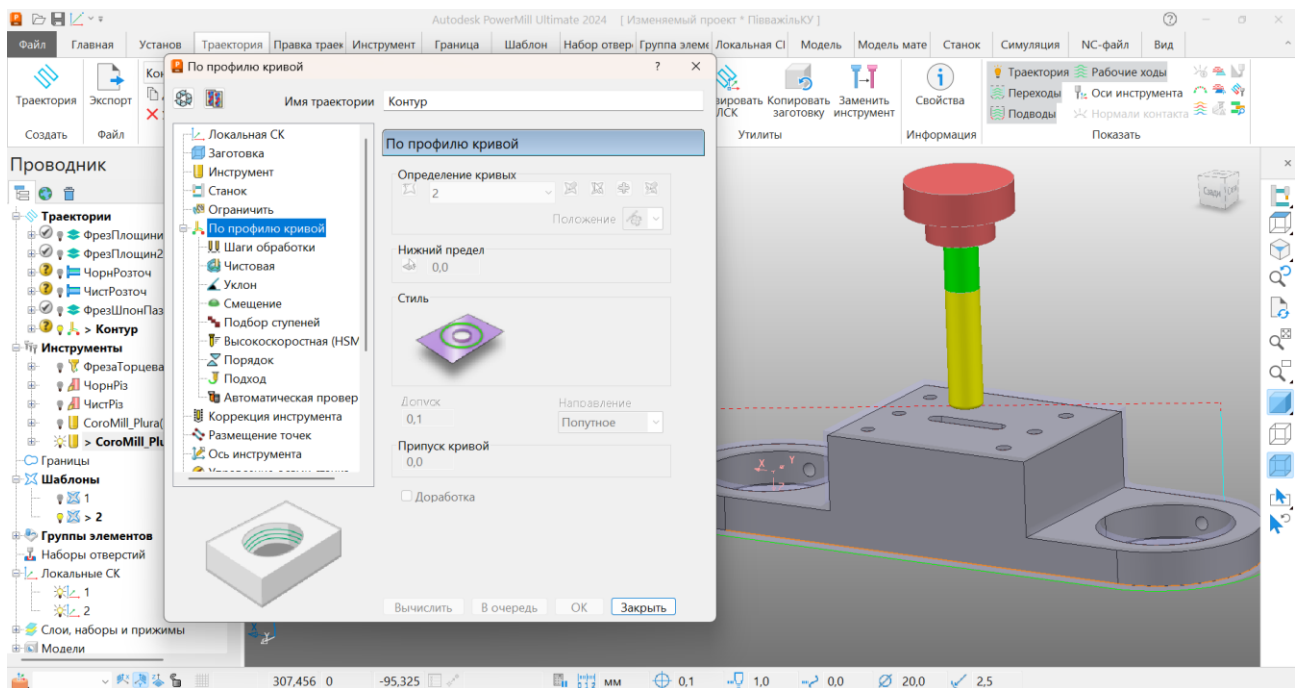


Рисунок 3.29 – Проектування фрезерування по контуру

| | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------------------------|------|
| | | | | | | БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | |

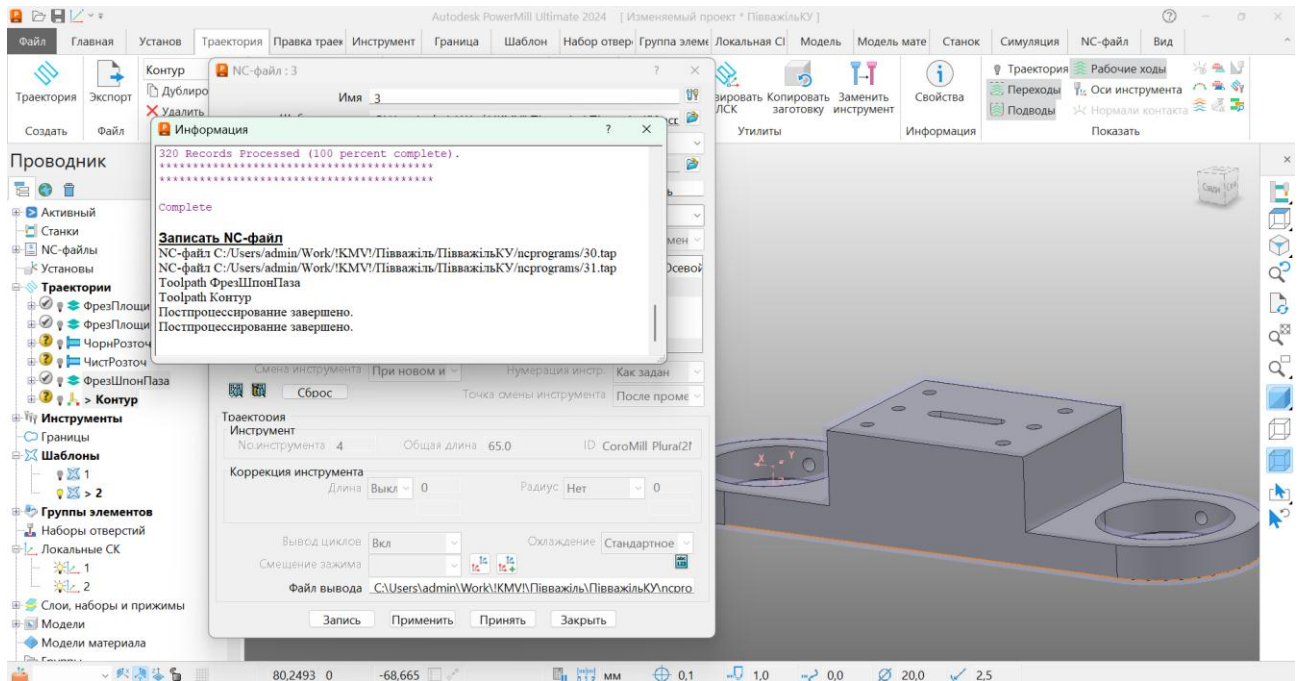


Рисунок 3.30 – Створення та запис NC-файлу

| | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|--|--|------|
| | | | | | БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | | | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |

Висновки

В даній бакалаврській роботі розроблена сукупність технологічних і конструкторських розробок, потрібних для підготовки і виконання процесу виготовлення деталі. Зокрема, в роботі визначено програму випуску $N = 1400$ штук і розмір партії деталей $n = 35$ штук, проведено аналіз конструкції та функціонування деталі, а також аналіз технологічності її конструкції. Виконано аналіз базової технології і розроблено проектний маршрут обробки. Обґрунтовано вибрану заготовку (запропонована гаряче штампування на машинах ГKM), розраховано і вибрано припуски на механічну обробку; вибрано і спроектовано засоби технологічного оснащення; розраховано режими механічної обробки та технічні норми часу операцій механічної обробки; обґрунтовано застосування верстатів з ЧПК та розроблено для них програму керування; оформлено комплект технологічних документів.

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

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Список використаних джерел

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

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-046.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

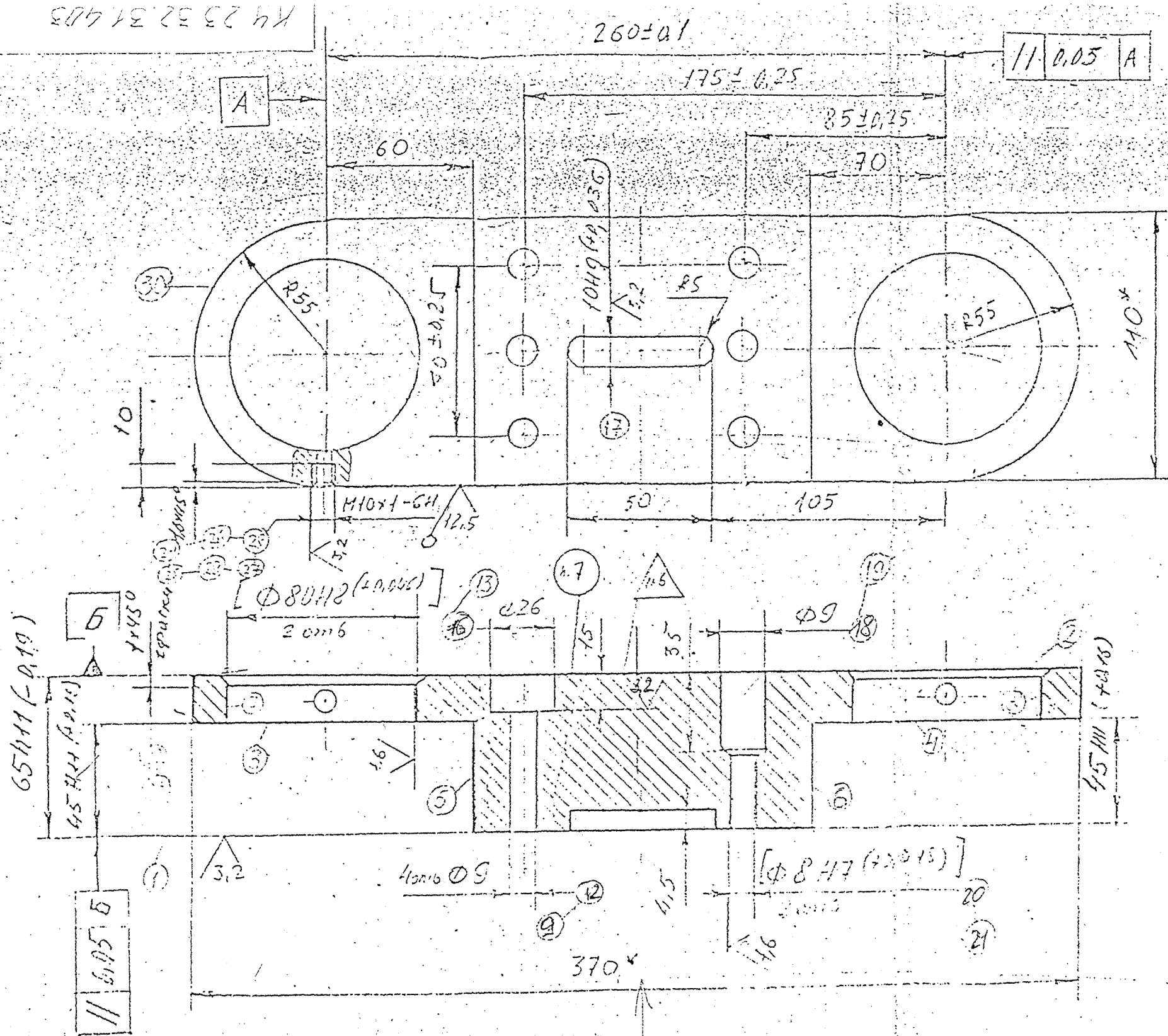
Додатки

- А - Креслення деталі;
- Б - Керуюча програма ЧПК;
- В - Технічна документація;
- Г - Специфікація пристрою.

КУ 23.32.31.403

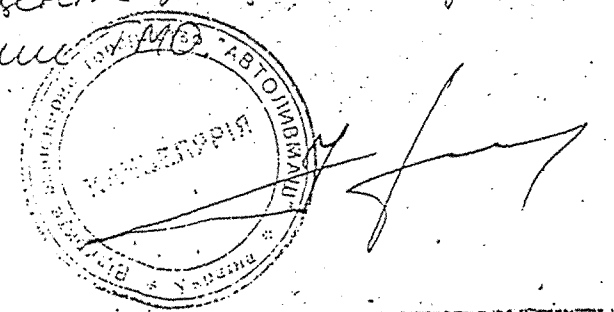
260 ± 0.1

11 0.05 A



1. 220...260 НВ
2. * Розміри для довідок.
3. Обробку по розмірах в квадратних дужках виконати сумісно на скріпленних двох деталях.
4. Деталі застосовувати комплексно.
5. H16; H14; ± 1/2
6. Клеїти на клеїно БТК
7. Маркувати позначення

1. Підвищення жорсткості $\phi 80H8$ методами ППА (вибрати)
2. Підвищення міцності деталі методами



| | | | | | |
|----|-----|---|------|-----------------------|-------|
| | | | | КУ 23.32.31.403 | |
| Зм | Фрх | № | Дата | Підпис | Стор. |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | Підвищення | |
| | | | | Сталь 45 ГОСТ 1550-88 | |

ДОДАТОК Б

```
100 ; -----
101 ; NO.| ID          | DIA. | TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 1|ФрезаТорцеваR365-063Q22-S15H|69.7095| 0.0 | 85.0
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 10 MM
105 ; PROGRAM NAME : 10
106 ; PART NAME : Півважіль
107 ; PROGRAM DATE : 2025-06-12 - 16:03:29
108 ; PROGRAMMED BY : ADMIN
109 ; POWERMILL CB : 2024019.0
110 ; POST VER : 2024.0.0.5142
111 ; OPTION FILE : HEIDENHAINMOD
112 ; OUTPUT WORKPLANE : 2
113 ;
114 ; -----
115 ; NO.| ID          | DIA. | TIP RAD| LENGTH
116 ; -----
117 ; 1|ФрезаТорцеваR365-063Q22-S15H|69.7095| 0.0 | 85.0
118 ; -----
119 ;
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 6 MIN 2 SEC
122 ;
123 BLK FORM 0.1 Z X-316.5 Y-56.5 Z-47.9999
124 BLK FORM 0.2 X56.5 Y56.5 Z22.5001
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
    Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : ФрезПлощини1
130 ; -----
131 ; PARAMETRIC FEEDRATE DEFINITION
132 Q1=500; PLUNGE FEED RATE
133 Q2=1000; CUTTING FEED RATE
134 Q3=3000; SKIM FEED RATE
135 ; FMAX USED FOR RAPID
136 ;
137 ; TOOL NO. :1
138 ; TOOL TYPE : FORM
139 ; TOOL ID : ФрезаТорцеваR365-063Q22-S15H
140 ; TOOL DIA : 69.7095 LENGTH 85.0
141 ;
142 TOOL CALL 1 Z S1500 DL+0.0 DR+0.0
143 M03
144 L X-130.0 Y0.0 FMAX
145 L Z95.0001 FMAX
146 M08
147 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
148 CYCL DEF 32.1 T0.1
149 CYCL DEF 32.2 HSC-MODE:1 TA2
150 L X-258.4061 Y-1.307 R0 FQ3
```

151 L Z90.0001
152 L Z20.0001 FQ1
153 L X-256.8274 Y-2.3945 FQ2
154 CC X-258.4374 Y-4.7359
155 C X-255.6433 Y-4.2186 DR-
156 L X-255.6424 Y-4.2235
157 CC X-254.4824 Y-4.0098
158 C X-253.5111 Y-4.679 DR+
159 L X-253.1475 Y-4.1512
160 L X-252.9633 Y-3.8527
161 L X-252.8101 Y-3.5372
162 L X-252.4425 Y-2.6723
163 L X-252.3275 Y-2.3612
164 L X-252.2425 Y-2.0406
165 L X-252.0745 Y-1.2577
166 L X-252.0226 Y-0.9489
167 L X-251.9986 Y-0.6366
168 L X-251.9752 Y0.1027
169 L X-251.9833 Y0.4762
170 L X-252.0315 Y0.8467
171 L X-252.2427 Y1.9891
172 L X-252.3325 Y2.3599
173 L X-252.4622 Y2.7188
174 L X-252.8101 Y3.5372
175 L X-252.9633 Y3.8527
176 L X-253.1475 Y4.1512
177 L X-253.6778 Y4.9211
178 L X-253.8878 Y5.1956
179 L X-254.1239 Y5.448
180 L X-254.8031 Y6.1055
181 L X-255.0007 Y6.2828
182 L X-255.2113 Y6.4445
183 L X-255.822 Y6.8776
184 L X-256.5143 Y7.2343
185 L X-256.7605 Y7.3493
186 L X-257.0149 Y7.4448
187 L X-257.9304 Y7.7481
188 L X-258.2406 Y7.8352
189 L X-258.5576 Y7.8933
190 L X-259.3386 Y7.9994
191 L X-259.6558 Y8.0278
192 L X-259.9742 Y8.0271
193 L X-260.7768 Y7.9887
194 L X-261.0853 Y7.9602
195 L X-261.3899 Y7.9044
196 L X-262.1517 Y7.7295
197 L X-262.4522 Y7.6463
198 L X-262.7441 Y7.5365
199 L X-263.5137 Y7.2069
200 L X-263.8016 Y7.0677
201 L X-264.0755 Y6.9027
202 L X-265.0589 Y6.2469
203 L X-265.5671 Y5.7852
204 L X-265.7663 Y5.5891

205 L X-265.9491 Y5.3776
206 L X-266.5345 Y4.643
207 L X-266.7187 Y4.3892
208 L X-266.8793 Y4.12
209 L X-267.2537 Y3.4228
210 L X-267.3819 Y3.1579
211 L X-267.4873 Y2.8831
212 L X-267.7314 Y2.156
213 L X-267.8159 Y1.8624
214 L X-267.8743 Y1.5626
215 L X-267.9901 Y0.7887
216 L X-268.0226 Y0.4763
217 L X-268.0268 Y0.1622
218 L X-267.9915 Y-0.9506
219 L X-267.8292 Y-1.8656
220 L X-267.5701 Y-2.736
221 L X-267.315 Y-3.3222
222 L X-267.1862 Y-3.5869
223 L X-267.0356 Y-3.8398
224 L X-266.3925 Y-4.8226
225 L X-266.1723 Y-5.1228
226 L X-265.9213 Y-5.3978
227 L X-265.2948 Y-6.0146
228 L X-265.0488 Y-6.2348
229 L X-264.7831 Y-6.4308
230 L X-264.0728 Y-6.9045
231 L X-263.8013 Y-7.0682
232 L X-263.516 Y-7.2065
233 L X-262.7492 Y-7.5362
234 L X-262.4521 Y-7.6483
235 L X-262.146 Y-7.7328
236 L X-261.3867 Y-7.9056
237 L X-261.0849 Y-7.9605
238 L X-260.7795 Y-7.9886
239 L X-259.655 Y-8.0424
240 L X-258.7254 Y-7.9507
241 L X-258.0098 Y-7.7844
242 L X-257.7468 Y-7.7123
243 L X-257.4903 Y-7.6199
244 L X-256.5977 Y-7.2583
245 L X-256.2956 Y-7.1188
246 L X-256.0082 Y-6.9511
247 L X-255.2312 Y-6.4467
248 L X-255.0012 Y-6.2837
249 L X-254.7851 Y-6.1027
250 L X-254.2284 Y-5.5968
251 L X-253.8747 Y-5.2067
252 L X-253.5111 Y-4.679
253 L Z32.5001 FQ3
254 L X-1.9721 Y0.2635
255 L Z27.5001
256 L Z20.0001 FQ1
257 L X-3.8888 Y0.2258 FQ2
258 CC X-3.9486 Y3.1452

259 C X-5.9706 Y1.0386 DR-
260 L X-5.9742 Y1.042
261 CC X-6.8142 Y0.1683
262 C X-8.0259 Y0.1445 DR+
263 L X-8.0254 Y0.1236
264 L X-8.0248 Y0.1026
265 L X-8.0014 Y-0.6366
266 L X-7.9774 Y-0.9489
267 L X-7.9255 Y-1.2578
268 L X-7.7575 Y-2.0406
269 L X-7.6723 Y-2.3618
270 L X-7.5569 Y-2.6735
271 L X-7.1871 Y-3.5426
272 L X-7.0335 Y-3.8584
273 L X-6.849 Y-4.1571
274 L X-6.3184 Y-4.9263
275 L X-6.1097 Y-5.199
276 L X-5.8753 Y-5.4498
277 L X-5.2002 Y-6.1043
278 L X-4.9991 Y-6.2847
279 L X-4.7846 Y-6.4489
280 L X-4.1713 Y-6.882
281 L X-3.4782 Y-7.2381
282 L X-3.2334 Y-7.3521
283 L X-2.9804 Y-7.4468
284 L X-2.0681 Y-7.7486
285 L X-1.7585 Y-7.8355
286 L X-1.4422 Y-7.8934
287 L X-0.6614 Y-7.9994
288 L X-0.3444 Y-8.0278
289 L X-0.026 Y-8.0271
290 L X0.7795 Y-7.9886
291 L X1.0849 Y-7.9605
292 L X1.3867 Y-7.9056
293 L X2.1461 Y-7.7328
294 L X2.4521 Y-7.6483
295 L X2.7491 Y-7.5363
296 L X3.5152 Y-7.207
297 L X3.8002 Y-7.0688
298 L X4.0715 Y-6.9053
299 L X4.8357 Y-6.396
300 L X5.0507 Y-6.2405
301 L X5.2533 Y-6.0692
302 L X5.57 Y-5.7799
303 L X5.7628 Y-5.5895
304 L X5.9403 Y-5.3847
305 L X6.5291 Y-4.6493
306 L X6.7154 Y-4.3936
307 L X6.8778 Y-4.122
308 L X7.2507 Y-3.4288
309 L X7.3802 Y-3.1613
310 L X7.4864 Y-2.8838
311 L X7.8271 Y-1.8656
312 L X7.9915 Y-0.9506

313 L X8.0267 Y0.1606
314 L X8.0223 Y0.4769
315 L X7.9893 Y0.7914
316 L X7.8271 Y1.8656
317 L X7.5706 Y2.7344
318 L X7.3173 Y3.3174
319 L X7.1885 Y3.5826
320 L X7.0378 Y3.8359
321 L X6.3931 Y4.8219
322 L X6.1722 Y5.1233
323 L X5.9202 Y5.3992
324 L X5.293 Y6.0163
325 L X5.0472 Y6.2362
326 L X4.7817 Y6.4319
327 L X4.0742 Y6.9035
328 L X3.8005 Y7.0683
329 L X3.5129 Y7.2074
330 L X2.744 Y7.5365
331 L X2.4522 Y7.6463
332 L X2.1519 Y7.7295
333 L X1.3899 Y7.9044
334 L X1.0853 Y7.9602
335 L X0.7768 Y7.9887
336 L X-0.3448 Y8.0424
337 L X-1.2746 Y7.9507
338 L X-1.9919 Y7.7838
339 L X-2.2557 Y7.7114
340 L X-2.513 Y7.6186
341 L X-3.4078 Y7.2554
342 L X-3.7113 Y7.1149
343 L X-3.9998 Y6.946
344 L X-4.7255 Y6.4732
345 L X-4.9958 Y6.278
346 L X-5.2462 Y6.058
347 L X-5.8738 Y5.4508
348 L X-6.1096 Y5.1989
349 L X-6.3194 Y4.9249
350 L X-6.849 Y4.1571
351 L X-7.0335 Y3.8584
352 L X-7.1871 Y3.5426
353 L X-7.5371 Y2.7199
354 L X-7.6673 Y2.3606
355 L X-7.7573 Y1.9891
356 L X-7.9685 Y0.8468
357 L X-8.015 Y0.4971
358 L X-8.0259 Y0.1445
359 L Z32.5001 FQ3
360 L X-117.2819 Y-2.5872
361 L Z27.5001
362 L Z21.0001 FQ1
363 L X-117.264 Y-2.4609 FQ2
364 L X-117.2587 Y-2.3334
365 L X-117.2706 Y0.0014
366 L X-117.2494 Y2.3343

367 CC X-118.5441 Y2.3486
368 C X-118.5441 Y3.6434 DR+
369 L X-141.4426 Y3.6435
370 CC X-141.4426 Y2.3424
371 C X-142.7436 Y2.3334 DR+
372 L X-142.7321 Y0.0023
373 L X-142.7539 Y-2.3344
374 CC X-141.4595 Y-2.349
375 C X-141.4595 Y-3.6434 DR+
376 L X-118.5595
377 CC X-118.5595 Y-2.3426
378 C X-117.2819 Y-2.5872 DR+
379 CC X-110.2936 Y-3.9255
380 C X-114.6327 Y1.7136 DR-
381 CC X-118.327 Y6.5147
382 C X-112.2782 Y6.1826 DR+
383 L X-112.2265 Y7.1236
384 CC X-113.481 Y7.1925
385 C X-113.481 Y8.4488 DR+
386 L X-146.5094 Y8.4489
387 CC X-146.5094 Y7.2132
388 C X-147.7434 Y7.1506 DR+
389 L X-147.6745 Y5.7935
390 L X-147.539 Y1.3091
391 L X-147.5875 Y-3.177
392 L X-147.6197 Y-4.1126
393 L X-147.7774 Y-7.1225
394 CC X-146.5188 Y-7.1885
395 C X-146.5188 Y-8.4488 DR+
396 L X-113.4923
397 CC X-113.4923 Y-7.2133
398 C X-112.2584 Y-7.1506 DR+
399 L X-112.3275 Y-5.7902
400 CC X-2.9128 Y-0.2273
401 C X-112.3939 Y3.825 DR-
402 L X-112.3593 Y4.7049
403 L X-112.2782 Y6.1826
404 L X-112.1582 Y6.6525
405 L X-111.8684 Y7.0413
406 L X-107.4051 Y11.077
407 CC X-108.2435 Y12.0042
408 C X-108.2435 Y13.2542 DR+
409 L X-151.816
410 CC X-151.816 Y12.0839
411 C X-152.9806 Y11.9688 DR+
412 L X-152.8487 Y10.6341
413 CC X-258.149 Y0.2272
414 C X-152.4142 Y-3.8482 DR-
415 L X-152.4323 Y-4.3185
416 L X-152.6051 Y-7.54
417 L X-152.8747 Y-10.7548
418 L X-152.9949 Y-11.9675
419 CC X-151.8294 Y-12.083
420 C X-151.8294 Y-13.2542 DR+

421 L X-108.1854
422 CC X-108.1854 Y-12.084
423 C X-107.0209 Y-11.9688 DR+
424 L X-107.153 Y-10.6325
425 CC X-1.745 Y-0.2105
426 C X-107.5651 Y4.4346 DR-
427 L X-107.5451 Y4.8901
428 L X-107.3759 Y7.8253
429 L X-107.1262 Y10.7548
430 L X-107.006 Y11.9675
431 CC X-108.1715 Y12.083
432 C X-108.1715 Y13.2542 DR+
433 L X-108.2435
434 CC X-108.2435 Y19.2609
435 C X-113.0488 Y15.6569 DR-
436 CC X-117.8542 Y12.0529
437 C X-117.8542 Y18.0595 DR+
438 L X-157.3991
439 CC X-157.3991 Y16.9548
440 C X-158.4913 Y16.7886 DR+
441 L X-158.2938 Y15.4914
442 CC X-258.7437 Y0.2039
443 C X-157.2299 Y-4.1362 DR-
444 L X-157.2482 Y-4.5633
445 CC X-259.5021 Y-0.1916
446 C X-158.3244 Y-15.6204 DR-
447 L X-158.5023 Y-16.7872
448 CC X-157.4093 Y-16.9538
449 C X-157.4093 Y-18.0595 DR+
450 L X-102.6021
451 CC X-102.6021 Y-16.9548
452 C X-101.51 Y-16.7886 DR+
453 L X-101.7076 Y-15.4904
454 CC X-1.1887 Y-0.1903
455 C X-102.7472 Y4.7096 DR-
456 L X-102.7273 Y5.1233
457 CC X-0.4974 Y0.191
458 C X-101.6765 Y15.6204 DR-
459 L X-101.4985 Y16.7872
460 CC X-102.5916 Y16.9539
461 C X-102.5916 Y18.0595 DR+
462 L X-117.8542
463 CC X-117.8542 Y24.0662
464 C X-122.6594 Y20.4622 DR-
465 CC X-127.4647 Y16.8582
466 C X-127.4647 Y22.8648 DR+
467 L X-163.3066
468 CC X-163.3066 Y21.826
469 C X-164.3228 Y21.6102 DR+
470 L X-164.0575 Y20.361
471 CC X-259.0691 Y0.1833
472 C X-162.0475 Y-4.4164 DR-
473 L X-162.0662 Y-4.8109
474 CC X-259.5021 Y-0.1916

475 C X-164.0929 Y-20.4934 DR-
476 L X-164.3302 Y-21.6087
477 CC X-163.3133 Y-21.8251
478 C X-163.3133 Y-22.8648 DR+
479 L X-96.6946
480 CC X-96.6946 Y-21.826
481 C X-95.6784 Y-21.6102 DR+
482 L X-95.9438 Y-20.3603
483 CC X-0.8794 Y-0.1715
484 C X-97.9274 Y4.9774 DR-
485 L X-97.9072 Y5.3592
486 CC X-0.4974 Y0.191
487 C X-95.908 Y20.4934 DR-
488 L X-95.6707 Y21.6088
489 CC X-96.6876 Y21.8251
490 C X-96.6876 Y22.8648 DR+
491 L X-127.4647
492 CC X-127.4647 Y28.8714
493 C X-132.27 Y25.2675 DR-
494 CC X-137.0752 Y21.6635
495 C X-137.0752 Y27.6701 DR+
496 L X-169.6024
497 CC X-169.6024 Y26.6977
498 C X-170.5384 Y26.4342 DR+
499 L X-170.2029 Y25.2427
500 CC X-259.2646 Y0.1656
501 C X-166.8668 Y-4.6818 DR-
502 L X-166.8862 Y-5.0505
503 CC X-259.5023 Y-0.1916
504 C X-170.2435 Y-25.3755 DR-
505 L X-170.5418 Y-26.4327
506 CC X-169.6053 Y-26.697
507 C X-169.6053 Y-27.6701 DR+
508 L X-90.3989 Y-27.67
509 CC X-90.3989 Y-26.6977
510 C X-89.4629 Y-26.4342 DR+
511 L X-89.7985 Y-25.2421
512 CC X-0.6913 Y-0.1551
513 C X-93.1058 Y5.231 DR-
514 L X-93.0851 Y5.5872
515 CC X-0.4977 Y0.1911
516 C X-89.7573 Y25.3755 DR-
517 L X-89.459 Y26.4328
518 CC X-90.3955 Y26.697
519 C X-90.3955 Y27.6701 DR+
520 L X-137.0752
521 CC X-137.0752 Y33.6766
522 C X-141.8804 Y30.0727 DR-
523 CC X-146.6856 Y26.4688
524 C X-146.6856 Y32.4753 DR+
525 L X-176.3747
526 CC X-176.3747 Y31.5702
527 C X-177.2254 Y31.2612 DR+
528 L X-176.8174 Y30.1378

529 CC X-259.3899 Y0.1505
530 C X-171.6876 Y-4.9259 DR-
531 L X-171.7077 Y-5.2733
532 CC X-259.5024 Y-0.1916
533 C X-176.8641 Y-30.2689 DR-
534 L X-177.2248 Y-31.2598
535 CC X-176.3737 Y-31.5696
536 C X-176.3737 Y-32.4753 DR+
537 L X-83.627 Y-32.4752
538 CC X-83.627 Y-31.5701
539 C X-82.7762 Y-31.2612 DR+
540 L X-83.1843 Y-30.1373
541 CC X-0.5701 Y-0.1408
542 C X-88.2826 Y5.4636 DR-
543 L X-88.2612 Y5.7987
544 CC X-0.4975 Y0.191
545 C X-83.1367 Y30.2689 DR-
546 L X-82.776 Y31.2598
547 CC X-83.6271 Y31.5696
548 C X-83.6271 Y32.4753 DR+
549 L X-146.6856
550 CC X-146.6856 Y38.4817
551 C X-151.4907 Y34.8778 DR-
552 CC X-156.2959 Y31.274
553 C X-156.2959 Y37.2804 DR+
554 L X-183.7512
555 CC X-183.7512 Y36.4437
556 C X-184.5106 Y36.0923 DR+
557 L X-184.028 Y35.0494
558 CC X-259.4728 Y0.1375
559 C X-176.5097 Y-5.1425 DR-
560 L X-176.5307 Y-5.4721
561 CC X-259.5023 Y-0.1916
562 C X-184.082 Y-35.1767 DR-
563 L X-184.5061 Y-36.0909
564 CC X-183.7467 Y-36.4432
565 C X-183.7467 Y-37.2804 DR+
566 L X-76.2512
567 CC X-76.2512 Y-36.4436
568 C X-75.4917 Y-36.0922 DR+
569 L X-75.9743 Y-35.0489
570 CC X-0.4894 Y-0.1284
571 C X-83.4581 Y5.6687 DR-
572 L X-83.436 Y5.986
573 CC X-0.4978 Y0.1911
574 C X-75.9188 Y35.1767 DR-
575 L X-75.4947 Y36.0909
576 CC X-76.2541 Y36.4432
577 C X-76.2541 Y37.2804 DR+
578 L X-156.2959
579 CC X-156.2959 Y43.2867
580 C X-161.1009 Y39.6829 DR-
581 CC X-165.906 Y36.0791
582 C X-165.906 Y42.0855 DR+

583 L X-191.93
584 CC X-191.93 Y41.3187
585 C X-192.5903 Y40.9288 DR+
586 L X-192.0299 Y39.9797
587 CC X-259.5293 Y0.1264
588 C X-181.3326 Y-5.3256 DR-
589 L X-181.3545 Y-5.6402
590 CC X-259.5024 Y-0.1916
591 C X-192.0945 Y-40.1035 DR-
592 L X-192.5825 Y-40.9276
593 CC X-191.9224 Y-41.3184
594 C X-191.9224 Y-42.0854 DR+
595 L X-68.079
596 CC X-68.079 Y-41.3123
597 C X-67.4154 Y-40.9158 DR+
598 L X-67.7554 Y-40.3467
599 CC X-0.4341 Y-0.1177
600 C X-78.6328 Y5.8403 DR-
601 L X-78.6098 Y6.1425
602 CC X-0.4978 Y0.1911
603 C X-67.9063 Y40.1035 DR-
604 L X-67.4183 Y40.9276
605 CC X-68.0783 Y41.3184
606 C X-68.0783 Y42.0854 DR+
607 L X-165.906 Y42.0855
608 CC X-165.906 Y48.0917
609 C X-170.7109 Y44.4879 DR-
610 CC X-175.5159 Y40.8842
611 C X-175.5159 Y46.8904 DR+
612 L X-201.2066
613 CC X-201.2066 Y46.1958
614 C X-201.7579 Y45.7731 DR+
615 L X-201.1666 Y45.002
616 L X-199.2035 Y42.3084
617 L X-197.3739 Y39.5225
618 L X-197.0616 Y39.0207
619 CC X-259.5685 Y0.1168
620 C X-186.1558 Y-5.4699 DR-
621 L X-186.1788 Y-5.7715
622 CC X-259.5024 Y-0.1916
623 C X-201.3201 Y-45.1617 DR-
624 L X-201.7914 Y-45.7714
625 CC X-201.242 Y-46.196
626 C X-201.242 Y-46.8904 DR+
627 L X-58.8156
628 CC X-58.8156 Y-46.1944
629 C X-58.2624 Y-45.7721 DR+
630 L X-58.8599 Y-44.9893
631 CC X-3.1619 Y-2.4732
632 C X-63.1408 Y-38.7005 DR-
633 L X-63.4542 Y-38.1817
634 CC X-0.4341 Y-0.1177
635 C X-73.8447 Y5.4755 DR-
636 L X-73.8217 Y5.7777

637 CC X-0.4977 Y0.191
638 C X-58.6806 Y45.1617 DR-
639 L X-58.2094 Y45.7714
640 CC X-58.7588 Y46.196
641 C X-58.7588 Y46.8904 DR+
642 L X-175.5159
643 CC X-175.5159 Y52.8965
644 C X-180.3208 Y49.2929 DR-
645 CC X-185.1256 Y45.6892
646 C X-185.1256 Y51.6953 DR+
647 L X-212.4177
648 CC X-212.4177 Y51.0823
649 C X-212.8364 Y50.6345 DR+
650 L X-212.1426 Y49.986
651 CC X-256.2342 Y2.8197
652 C X-201.3066 Y36.7561 DR-
653 L X-201.019 Y36.2907
654 CC X-259.5685 Y0.1168
655 C X-190.9734 Y-5.4782 DR-
656 L X-190.9988 Y-5.7899
657 CC X-259.4685 Y-0.2052
658 C X-206.8885 Y-44.4164 DR-
659 L X-207.3818 Y-45.0031
660 L X-209.7156 Y-47.6307
661 L X-212.1883 Y-50.128
662 L X-212.7113 Y-50.6283
663 CC X-212.2831 Y-51.0759
664 C X-212.2831 Y-51.6953 DR+
665 L X-47.7059
666 CC X-47.7059 Y-51.0711
667 C X-47.2744 Y-50.62 DR+
668 L X-48.1773 Y-49.7563
669 CC X-2.4975 Y-2.0089
670 C X-59.1701 Y-35.9894 DR-
671 L X-59.4585 Y-35.5083
672 CC X-0.4342 Y-0.1177
673 C X-69.0272 Y5.4826 DR-
674 L X-69.0017 Y5.795
675 CC X-0.5318 Y0.2047
676 C X-53.1017 Y44.429 DR-
677 L X-52.6096 Y45.0139
678 L X-50.28 Y47.6359
679 L X-47.812 Y50.128
680 L X-47.289 Y50.6283
681 CC X-47.7171 Y51.0759
682 C X-47.7172 Y51.6953 DR+
683 L X-185.1256
684 L Z32.5001 FQ3
685 L X-68.4704 Y10.3889
686 L Z27.5001
687 L Z21.0001 FQ1
688 CC X-52.9458 Y-3.6289
689 C X-64.8345 Y13.5808 DR- FQ2
690 CC X-68.8694 Y19.4215

691 C X-62.0292 Y17.5226 DR+
692 CC X-4.3652 Y1.5146
693 C X-54.5195 Y34.1633 DR-
694 L X-53.2931 Y36.0473
695 CC X-3.1386 Y3.3984
696 C X-34.9803 Y54.0692 DR-
697 L X-33.5359 Y54.9769
698 L X-32.2682 Y55.7517
699 L X-30.9816 Y56.4949
700 L Z32.5001 FQ3
701 L X31.0546
702 L Z27.5001
703 L Z21.0001 FQ1
704 CC X2.33 Y3.9944
705 C X45.1838 Y45.7671 DR- FQ2
706 L X46.9042 Y44.0022
707 CC X4.0501 Y2.2292
708 C X56.4949 Y31.0562 DR-
709 L Z32.5001 FQ3
710 L Y-31.0572
711 L Z27.5001
712 L Z21.0001 FQ1
713 CC X4.0498 Y-2.2304
714 C X46.9285 Y-43.9783 DR- FQ2
715 L X45.197 Y-45.7567
716 CC X2.3188 Y-4.0094
717 C X31.0705 Y-56.4949 DR-
718 L Z32.5001 FQ3
719 L X-30.9528
720 L Z27.5001
721 L Z21.0001 FQ1
722 CC X-2.8423 Y-3.6631
723 C X-45.4252 Y-45.7118 DR- FQ2
724 L X-46.2683 Y-44.858
725 CC X-3.6853 Y-2.8092
726 C X-58.6485 Y-26.4832 DR-
727 L X-59.5167 Y-24.4676
728 CC X-4.5535 Y-0.7936
729 C X-64.1999 Y4.0761 DR-
730 L X-64.0115 Y6.3841
731 CC X-4.3641 Y1.5144
732 C X-62.0292 Y17.5226 DR-
733 L Z32.5001 FQ3
734 L X-192.3256 Y14.7794
735 L Z27.5001
736 L Z21.0001 FQ1
737 CC X-211.5409 Y22.3957
738 C X-194.5895 Y10.5685 DR- FQ2
739 CC X-188.8365 Y6.5545
740 C X-195.8253 Y5.95 DR+
741 CC X-255.4482 Y0.793
742 C X-195.8008 Y-4.0719 DR-
743 L X-195.989 Y-6.3794
744 CC X-255.6358 Y-1.5146

745 C X-205.4804 Y-34.1618 DR-
746 L X-206.7073 Y-36.0468
747 CC X-256.8628 Y-3.3996
748 C X-225.0199 Y-54.0695 DR-
749 L X-226.5132 Y-55.0079
750 L X-227.7536 Y-55.7666
751 L X-229.0121 Y-56.4949
752 L Z32.5001 FQ3
753 L X-290.8321
754 L Z27.5001
755 L Z21.0001 FQ1
756 CC X-262.9828 Y-3.5248
757 C X-312.4004 Y-37.2786 DR- FQ2
758 L X-313.7799 Y-35.2589
759 L X-315.1843 Y-33.1048
760 L X-316.4949 Y-30.8923
761 L Z32.5001 FQ3
762 L Y30.8733
763 L Z27.5001
764 L Z21.0001 FQ1
765 CC X-263.5611 Y2.9548
766 C X-302.558 Y48.3494 DR- FQ2
767 L X-301.3731 Y49.3673
768 CC X-262.3758 Y3.9722
769 C X-291.0616 Y56.4949 DR-
770 L Z32.5001 FQ3
771 L X-228.9421
772 L Z27.5001
773 L Z21.0001 FQ1
774 CC X-257.9243 Y4.1363
775 C X-219.4396 Y49.9655 DR- FQ2
776 L X-217.8151 Y48.6013
777 CC X-256.3 Y2.7719
778 C X-201.3364 Y26.4452 DR-
779 L X-200.4841 Y24.4663
780 CC X-255.4476 Y0.793
781 C X-195.8253 Y5.95 DR-
782 L Z32.5001 FQ3
783 L X-186.2159 Y51.6953
784 L Z27.5001
785 L Z21.0001 FQ1
786 CC X-175.7715 Y72.5896
787 C X-190.737 Y54.6539 DR- FQ2
788 L X-190.7409 Y54.6571
789 CC X-195.8253 Y48.5649
790 C X-195.8253 Y56.5 DR+
791 L X-313.0145
792 CC X-313.0145 Y53.0145
793 C X-316.5 Y53.0145 DR+
794 L Y26.9824
795 L Y-53.0145
796 CC X-313.0145 Y-53.0145
797 C X-313.0145 Y-56.5 DR+
798 L X-150.311

799 L X53.0145
800 CC X53.0145 Y-53.0145
801 C X56.5 Y-53.0145 DR+
802 L Y36.3533
803 L Y53.0145
804 CC X53.0145 Y53.0145
805 C X53.0145 Y56.5 DR+
806 L X-195.8253
807 L Z32.5001 FQ3
808 L X44.7046 Y46.2531
809 L Z27.5001
810 L Z21.0001 FQ1
811 CC X42.3014 Y48.6425
812 C X45.6902 Y48.6523 DR+ FQ2
813 CC X47.0939 Y48.6564
814 C X48.0836 Y49.6518 DR-
815 L X48.7287 Y49.0105
816 L X50.6122 Y47.0672
817 CC X51.0651 Y47.5053
818 C X51.6953 Y47.5054 DR+
819 L X51.6946 Y50.3525
820 CC X50.3522 Y50.3522
821 C X50.3525 Y51.6946 DR+
822 L X47.55 Y51.6953
823 CC X47.5498 Y51.0676
824 C X47.1094 Y50.6204 DR+
825 L X48.0836 Y49.6518
826 L Z32.5001 FQ3
827 L X56.5 Y-47.516
828 L Z27.5001
829 L Z21.0001 FQ1
830 CC X56.5 Y-50.913
831 C X54.0976 Y-48.5112 DR+ FQ2
832 CC X53.1025 Y-47.5163
833 C X51.6953 Y-47.516 DR-
834 CC X51.0732 Y-47.5158
835 C X50.6245 Y-47.0851 DR+
836 L X49.9286 Y-47.81
837 L X48.8924 Y-48.8722
838 L X47.8392 Y-49.9176
839 L X47.1185 Y-50.6215
840 CC X47.5559 Y-51.0693
841 C X47.5561 Y-51.6953 DR+
842 L X50.3525 Y-51.6946
843 CC X50.3522 Y-50.3522
844 C X51.6946 Y-50.3525 DR+
845 L X51.6953 Y-47.516
846 L Z32.5001 FQ3
847 L X-306.4594 Y-44.649
848 L Z27.5001
849 L Z21.0001 FQ1
850 CC X-304.1231 Y-47.1063
851 C X-307.5128 Y-47.0254 DR+ FQ2
852 CC X-308.918 Y-46.9919

853 C X-309.9393 Y-47.9575 DR-
854 L X-309.9814 Y-47.913
855 L X-310.0235 Y-47.8684
856 L X-310.6323 Y-47.2219
857 CC X-311.0801 Y-47.6436
858 C X-311.6953 Y-47.6437 DR+
859 L X-311.6946 Y-50.3526
860 CC X-310.3522 Y-50.3522
861 C X-310.3526 Y-51.6946 DR+
862 L X-307.6995 Y-51.6953
863 CC X-307.6993 Y-51.0746
864 C X-307.2682 Y-50.6281 DR+
865 L X-307.9096 Y-50.0087
866 L X-308.9362 Y-48.9947
867 L X-309.9393 Y-47.9575
868 L Z32.5001 FQ3
869 L X-304.5764 Y46.5343
870 L Z27.5001
871 L Z21.0001 FQ1
872 CC X-307.0436 Y44.2232
873 C X-306.9333 Y47.6019 DR+ FQ2
874 CC X-306.8875 Y49.0015
875 C X-307.8448 Y50.0234 DR-
876 L X-307.2119 Y50.6162
877 CC X-307.6371 Y51.072
878 C X-307.6373 Y51.6953 DR+
879 L X-310.3526 Y51.6946
880 CC X-310.3522 Y50.3523
881 C X-311.6946 Y50.3526 DR+
882 L X-311.6953 Y47.7002
883 CC X-311.0655 Y47.7
884 C X-310.6112 Y47.2641 DR+
885 L X-308.9524 Y48.9859
886 L X-307.8448 Y50.0234
887 L Z95.0001 FQ3
888 L X-130.0 Y0.0
889 ; -----
890 ; END TOOLPATH : ФрезПлощини1
891 ; -----
892 M09
893 M05
894 L M140 MBMAX FMAX
895 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
896 CYCL DEF 32.1
897 CYCL DEF 32.2
898 M30
899 END PGM 10 MM

100 ; -----
101 ; NO.| ID | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 2|ЧорнРіз| | 0.0 |
104 ; -----

```
0.00 BEGIN PGM 20 MM
105 ; PROGRAM NAME : 20
106 ; PART NAME : Півважіль
107 ; PROGRAM DATE : 2025-06-12 - 16:04:57
108 ; PROGRAMMED BY : ADMIN
109 ; POWERMILL CB : 2024019.0
110 ; POST VER : 2024.0.0.5142
111 ; OPTION FILE : HEIDENHAINMOD
112 ; OUTPUT WORKPLANE : 2
113 ;
114 ; -----
115 ; NO.| ID | DIA.| TIP RAD| LENGTH
116 ; -----
117 ; 2|ЧорнРіз| | 0.0 |
118 ; -----
119 ;
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 0 MIN 51 SEC
122 ;
123 BLK FORM 0.1 Z X-316.5 Y-56.5 Z-2.5
124 BLK FORM 0.2 X56.5 Y56.5 Z68.0
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
    Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : ЧорнРозточ
130 ; -----
131 ; PARAMETRIC FEEDRATE DEFINITION
132 Q1=500; PLUNGE FEED RATE
133 Q2=1000; CUTTING FEED RATE
134 Q3=3000; SKIM FEED RATE
135 ; FMAX USED FOR RAPID
136 ;
137 ; TOOL NO. :2
138 ; TOOL TYPE :
139 ; TOOL ID : ЧорнРіз
140 ; TOOL DIA : 0.0 LENGTH 0.0
141 ;
142 TOOL CALL 2 Z S1000 DL+0.0 DR+0.0
143 M03
144 L X0.0 Y0.0 FMAX
145 L Z80.0 FMAX
146 M08
147 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
148 CYCL DEF 32.1 T0.1
149 CYCL DEF 32.2 HSC-MODE:1 TA2
150 L X-4.5 Z23.1306 R0 FQ3
151 L X3.3434 F0.2
152 L Z0.0006
153 L X-0.5
154 L X-3.3284 Z1.4148
155 L Z23.1306 FQ3
156 L X-1.1566
```

157 L X7.1868 F0.2
158 L Z0.0006
159 L X3.3434
160 L X0.515 Z1.4148
161 L Z23.1306 FQ3
162 L X2.6868
163 L X11.0302 F0.2
164 L Z0.0006
165 L X7.1868
166 L X4.3584 Z1.4148
167 L Z23.1306 FQ3
168 L X6.5302
169 L X14.8736 F0.2
170 L Z0.0006
171 L X11.0302
172 L X8.2018 Z1.4148
173 L Z23.1306 FQ3
174 L X10.3736
175 L X18.717 F0.2
176 L Z0.0006
177 L X14.8736
178 L X12.0452 Z1.4148
179 L Z23.1306 FQ3
180 L X14.217
181 L X22.5604 F0.2
182 L Z0.0006
183 L X18.717
184 L X15.8885 Z1.4148
185 L Z23.1306 FQ3
186 L X18.0604
187 L X26.4038 F0.2
188 L Z0.0006
189 L X22.5604
190 L X19.7319 Z1.4148
191 L Z23.1306 FQ3
192 L X21.9038
193 L X30.2472 F0.2
194 L Z0.0006
195 L X26.4038
196 L X23.5753 Z1.4148
197 L Z23.1306 FQ3
198 L X25.7472
199 L X34.0906 F0.2
200 L Z0.0006
201 L X30.2472
202 L X27.4187 Z1.4148
203 L Z23.1306 FQ3
204 L X29.5906
205 L X37.934 F0.2
206 L Z0.0006
207 L X34.0906
208 L X31.2621 Z1.4148
209 L Z23.1306 FQ3
210 L X33.434

211 L X41.7773 F0.2
212 L Z0.0006
213 L X37.934
214 L X35.1055 Z1.4148
215 L Z23.1306 FQ3
216 L X37.2773
217 L X45.6207 F0.2
218 L Z0.0006
219 L X41.7773
220 L X38.9489 Z1.4148
221 L Z23.1306 FQ3
222 L X41.1207
223 L X49.4641 F0.2
224 L Z0.0006
225 L X45.6207
226 L X42.7923 Z1.4148
227 L Z23.1306 FQ3
228 L X44.9641
229 L X53.3075 F0.2
230 L Z0.0006
231 L X49.4641
232 L X46.6357 Z1.4148
233 L Z23.1306 FQ3
234 L X48.8075
235 L X57.1509 F0.2
236 L Z0.0006
237 L X53.3075
238 L X50.4791 Z1.4148
239 L Z23.1306 FQ3
240 L X52.6509
241 L X60.9943 F0.2
242 L Z0.0006
243 L X57.1509
244 L X54.3225 Z1.4148
245 L Z23.1306 FQ3
246 L X56.4943
247 L X64.8377 F0.2
248 L Z0.0006
249 L X60.9943
250 L X58.1659 Z1.4148
251 L Z23.1306 FQ3
252 L X60.3377
253 L X68.6811 F0.2
254 L Z0.0006
255 L X64.8377
256 L X62.0093 Z1.4148
257 L Z23.1306 FQ3
258 L X64.1811
259 L X72.5245 F0.2
260 L Z0.0006
261 L X68.6811
262 L X65.8527 Z1.4148
263 L Z23.1306 FQ3
264 L X68.0245

265 L X76.3679 F0.2
266 L Z0.0006
267 L X72.5245
268 L X69.6961 Z1.4148
269 L Z23.1306 FQ3
270 L X71.8679
271 L X80.2113 F0.2
272 L Z20.8806
273 L X78.2256 Z19.8802
274 L X77.6887 Z19.4761
275 L X77.5 Z19.0002
276 L X77.4855 Z0.0006
277 L X76.3679
278 L X73.5395 Z1.4148
279 L X0.0 Z80.0 FQ3
280 ; -----
281 ; END TOOLPATH : ЧорнРозточ
282 ; -----
283 M09
284 M05
285 L M140 MBMAX FMAX
286 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
287 CYCL DEF 32.1
288 CYCL DEF 32.2
289 M30
290 END PGM 20 MM

100 ; -----
101 ; NO.| ID | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 3|ЧистРіз| | 0.0 |
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 21 MM
105 ; PROGRAM NAME : 21
106 ; PART NAME : Півважіль
107 ; PROGRAM DATE : 2025-06-12 - 16:05:00
108 ; PROGRAMMED BY : ADMIN
109 ; POWERMILL CB : 2024019.0
110 ; POST VER : 2024.0.0.5142
111 ; OPTION FILE : HEIDENHAINMOD
112 ; OUTPUT WORKPLANE : 2
113 ;
114 ; -----
115 ; NO.| ID | DIA.| TIP RAD| LENGTH
116 ; -----
117 ; 3|ЧистРіз| | 0.0 |
118 ; -----
119 ;
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 0 MIN 4 SEC
122 ;
123 BLK FORM 0.1 Z X-316.5 Y-56.5 Z-2.5
124 BLK FORM 0.2 X56.5 Y56.5 Z68.0

```

125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
    Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : ЧистРозточ
130 ; -----
131 ; PARAMETRIC FEEDRATE DEFINITION
132   Q1=500; PLUNGE FEED RATE
133   Q2=1000; CUTTING FEED RATE
134   Q3=3000; SKIM FEED RATE
135 ; FMAX USED FOR RAPID
136 ;
137 ; TOOL NO.   :3
138 ; TOOL TYPE :
139 ; TOOL ID   : ЧистРіз
140 ; TOOL DIA  : 0.0 LENGTH 0.0
141 ;
142 TOOL CALL 3 Z S1000 DL+0.0 DR+0.0
143 M03
144 L X0.0 Y0.0 FMAX
145 L Z80.0 FMAX
146 M08
147 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
148 CYCL DEF 32.1 T0.1
149 CYCL DEF 32.2 HSC-MODE:1 TA2
150 L X84.4486 Z21.5958 R0 FQ3
151 L X81.6308 Z20.1762 F0.2
152 L X79.6451 Z19.1758
153 L X79.5377 Z19.095
154 L X79.5 Z18.9998
155 L X79.4855 Z0.0002
156 L X78.4487 Z-1.9315
157 L X0.0 Z80.0 FQ3
158 ; -----
159 ; END TOOLPATH : ЧистРозточ
160 ; -----
161 M09
162 M05
163 L M140 MBMAX FMAX
164 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
165 CYCL DEF 32.1
166 CYCL DEF 32.2
167 M30
168 END PGM 21 MM

100 ; -----
101 ; NO.| ID                | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 4|COROMILL_PLURA(2N342-0600-PC_1730)| 6.0 | 0.1 | 65.0
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 30 MM
105 ; PROGRAM NAME : 30

```

106 ; PART NAME : Півважіль
107 ; PROGRAM DATE : 2025-06-12 - 22:33:35
108 ; PROGRAMMED BY : ADMIN
109 ; POWERMILL CB : 2024019.0
110 ; POST VER : 2024.0.0.5142
111 ; OPTION FILE : HEIDENHAINMOD
112 ; OUTPUT WORKPLANE : Глобальная СК
113 ;
114 ; -----
115 ; NO.| ID | DIA.| TIP RAD| LENGTH
116 ; -----
117 ; 4|COROMILL_PLURA(2N342-0600-PC_1730)| 6.0 | 0.1 | 65.0
118 ; -----
119 ;
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 0 MIN 18 SEC
122 ;
123 BLK FORM 0.1 Z X-186.5 Y-56.5 Z-2.5
124 BLK FORM 0.2 X186.5 Y56.5 Z68.0
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : ФрезШпонПаза
130 ; -----
131 ; PARAMETRIC FEEDRATE DEFINITION
132 Q1=500; PLUNGE FEED RATE
133 Q2=1000; CUTTING FEED RATE
134 Q3=3000; SKIM FEED RATE
135 ; FMAX USED FOR RAPID
136 ;
137 ; TOOL NO. :4
138 ; TOOL TYPE : TIPRADIUSED
139 ; TOOL ID : COROMILL_PLURA(2N342-0600-PC_1730)
140 ; TOOL DIA : 6.0 LENGTH 65.0
141 ;
142 TOOL CALL 4 Z S1500 DL+0.0 DR+0.0
143 M03
144 L X0.0 Y0.0 FMAX
145 L Z75.0 FMAX
146 M08
147 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
148 CYCL DEF 32.1 T0.1
149 CYCL DEF 32.2 HSC-MODE:1 TA2
150 L Y1.0003 R0 FQ3
151 L Z70.0
152 L Z64.75 FQ1
153 L X-19.0097 FQ2
154 L X-20.2004 Y0.9202
155 L X-20.2846 Y0.9022
156 L X-20.3602 Y0.861
157 L X-20.7101 Y0.5987
158 L X-20.7729 Y0.5349

159 L X-20.8141 Y0.4555
160 L X-20.9364 Y0.0968
161 L X-20.9524 Y0.0
162 L X-20.9364 Y-0.0968
163 L X-20.814 Y-0.4555
164 L X-20.7728 Y-0.5349
165 L X-20.71 Y-0.5987
166 L X-20.3602 Y-0.8609
167 L X-20.2846 Y-0.9022
168 L X-20.2003 Y-0.9202
169 L X-19.0097 Y-1.0001
170 L X19.0097
171 L X20.2004 Y-0.9202
172 L X20.2846 Y-0.9022
173 L X20.3602 Y-0.861
174 L X20.7103 Y-0.5987
175 L X20.7732 Y-0.5349
176 L X20.8144 Y-0.4553
177 L X20.9365 Y-0.0968
178 L X20.9525 Y0.0
179 L X20.9364 Y0.0967
180 L X20.8141 Y0.4555
181 L X20.7729 Y0.5349
182 L X20.7101 Y0.5987
183 L X20.3601 Y0.861
184 L X20.2845 Y0.9022
185 L X20.2003 Y0.9203
186 L X19.0097 Y1.0003
187 L X0.0
188 L Z74.75 FQ3
189 L Y0.9998
190 L Z69.75
191 L Z61.6 FQ1
192 L X-19.0097 FQ2
193 L X-20.2002 Y0.9202
194 L X-20.2845 Y0.9022
195 L X-20.3602 Y0.8609
196 L X-20.7098 Y0.5986
197 L X-20.7725 Y0.535
198 L X-20.8137 Y0.4557
199 L X-20.9362 Y0.097
200 L X-20.9524 Y0.0
201 L X-20.9362 Y-0.097
202 L X-20.8136 Y-0.4557
203 L X-20.7724 Y-0.535
204 L X-20.7098 Y-0.5986
205 L X-20.3602 Y-0.8609
206 L X-20.2845 Y-0.9022
207 L X-20.2002 Y-0.9202
208 L X-19.0097 Y-0.9998
209 L X19.0097
210 L X20.2003 Y-0.9202
211 L X20.2846 Y-0.9022
212 L X20.3603 Y-0.8609

213 L X20.71 Y-0.5987
214 L X20.7728 Y-0.5349
215 L X20.814 Y-0.4555
216 L X20.9363 Y-0.097
217 L X20.9524 Y0.0
218 L X20.9363 Y0.097
219 L X20.8136 Y0.4557
220 L X20.7725 Y0.535
221 L X20.7098 Y0.5986
222 L X20.3602 Y0.8609
223 L X20.2845 Y0.9022
224 L X20.2001 Y0.9203
225 L X19.0097 Y0.9998
226 L X0.0
227 L Z71.6 FQ3
228 L Y0.9999
229 L Z66.6
230 L Z61.5 FQ1
231 L X-19.0097 FQ2
232 L X-20.2002 Y0.9203
233 L X-20.2846 Y0.9022
234 L X-20.3603 Y0.8609
235 L X-20.7099 Y0.5986
236 L X-20.7726 Y0.535
237 L X-20.8137 Y0.4557
238 L X-20.9363 Y0.0971
239 L X-20.9524 Y0.0
240 L X-20.9363 Y-0.0971
241 L X-20.8136 Y-0.4557
242 L X-20.7725 Y-0.535
243 L X-20.7098 Y-0.5986
244 L X-20.3603 Y-0.8609
245 L X-20.2845 Y-0.9022
246 L X-20.2002 Y-0.9203
247 L X-19.0097 Y-0.9998
248 L X19.0097
249 L X20.2003 Y-0.9203
250 L X20.2846 Y-0.9022
251 L X20.3603 Y-0.8609
252 L X20.71 Y-0.5987
253 L X20.7728 Y-0.535
254 L X20.814 Y-0.4555
255 L X20.9364 Y-0.097
256 L X20.9524 Y0.0
257 L X20.9363 Y0.097
258 L X20.8137 Y0.4557
259 L X20.7725 Y0.535
260 L X20.7098 Y0.5986
261 L X20.3602 Y0.8609
262 L X20.2845 Y0.9022
263 L X20.2001 Y0.9203
264 L X19.0097 Y0.9999
265 L X0.0
266 L Z75.0 FQ3

267 L Y0.0
268 ; -----
269 ; END TOOLPATH : ФрезШпонПаза
270 ; -----
271 M09
272 M05
273 L M140 MBMAX FMAX
274 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
275 CYCL DEF 32.1
276 CYCL DEF 32.2
277 M30
278 END PGM 30 MM

100 ; -----
101 ; NO.| ID | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 3|COROMILL_PLURA(2S344-2000-250CTD)|20.0 | 2.5 | 135.0
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 31 MM
105 ; PROGRAM NAME : 31
106 ; PART NAME : Півважіль
107 ; PROGRAM DATE : 2025-06-12 - 22:33:38
108 ; PROGRAMMED BY : ADMIN
109 ; POWERMILL CB : 2024019.0
110 ; POST VER : 2024.0.0.5142
111 ; OPTION FILE : HEIDENHAINMOD
112 ; OUTPUT WORKPLANE : Глобальная СК
113 ;
114 ; -----
115 ; NO.| ID | DIA.| TIP RAD| LENGTH
116 ; -----
117 ; 3|COROMILL_PLURA(2S344-2000-250CTD)|20.0 | 2.5 | 135.0
118 ; -----
119 ;
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 0 MIN 43 SEC
122 ;
123 BLK FORM 0.1 Z X-186.5 Y-56.5 Z-2.5
124 BLK FORM 0.2 X186.5 Y56.5 Z68.0
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : Контур
130 ; -----
131 ; PARAMETRIC FEEDRATE DEFINITION
132 Q1=500; PLUNGE FEED RATE
133 Q2=1000; CUTTING FEED RATE
134 Q3=3000; SKIM FEED RATE
135 ; FMAX USED FOR RAPID
136 ;
137 ; TOOL NO. :3

138 ; TOOL TYPE : TIPRADIUSED
139 ; TOOL ID : COROMILL_PLURA(2S344-2000-250CTD)
140 ; TOOL DIA : 20.0 LENGTH 135.0
141 ;
142 TOOL CALL 3 Z S1500 DL+0.0 DR+0.0
143 M03
144 L X0.0 Y0.0 FMAX
145 L Z75.0 FMAX
146 M08
147 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
148 CYCL DEF 32.1 T0.1
149 CYCL DEF 32.2 HSC-MODE:1 TA2
150 L X-130.1595 Y-64.9987 R0 FQ3
151 L Z70.0
152 L Z0.0 FQ1
153 CC X-129.9843 Y0.0251
154 C X-184.9492 Y-34.7167 DR- FQ2
155 CC X-129.9686 Y0.0082
156 C X-194.8263 Y4.7145 DR-
157 CC X-129.9944 Y-0.0101
158 C X-182.0294 Y38.9496 DR-
159 CC X-130.0215 Y0.0355
160 C X-147.2921 Y62.6523 DR-
161 CC X-130.0032 Y0.1674
162 C X-130.0 Y65.0 DR-
163 L X130.0
164 L Z75.0 FQ3
165 L X0.0 Y0.0
166 ; -----
167 ; END TOOLPATH : Контур
168 ; -----
169 M09
170 M05
171 L M140 MBMAX FMAX
172 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
173 CYCL DEF 32.1
174 CYCL DEF 32.2
175 M30
176 END PGM 31 MM

| | | | |
|---------|--|--|--|
| Дубл. | | | |
| Взамін. | | | |
| Підпис | | | |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|

| | | | | |
|-----|------|--------|--------|------|
| | | | | |
| Зм. | Арк. | № док. | Підпис | Дата |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | | | |
|--|--|--|--|--|

| | | |
|----------------------|------------------------|--------------------|
| <i>І Ф Н Т У Н Г</i> | <i>КУ 23.32.31.403</i> | <i>01140.00001</i> |
| <i>Півважіль</i> | | <i>Н</i> |

«Затверджую»

*Зав. кафедрою КМВ
проф. Панчук В.Г.*

**КОМПЛЕКТ
технологічної
документації**

Технологічний процес
механічної обробки деталі

Розробив: Парцей І.В.

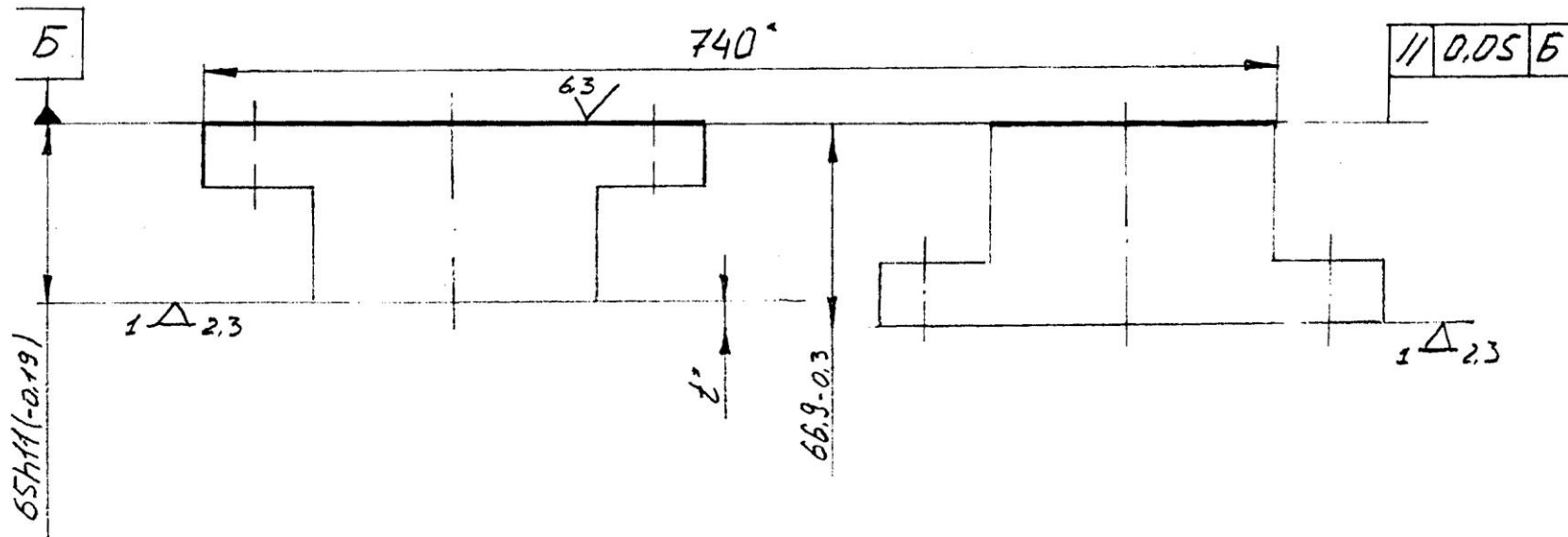
Перевірює: Шуляр І.О.

Акт № _____ від “ ____ ” _____ 2025 р.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|--------------------------------|----|-----|-----------------------------------|---------------------------|-------|------|-----------|------------------------|---------|---|----|--------------------|---------------|--------|--------|------|--------|------|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Взамін. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Підпис | | | | | | | | | | | | | Зм | Ар | Недок. | Підпис | Дата | | |
| Розробив | Парцей | | | | І Ф Н Т У Н Г | | | | КУ 23.32.31.403 | | | | 10140.00001 | | | | | | |
| Перевірів | Шуляр | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Н. контр. | Шуляр | | | | | | | | Півважіль | | | | Н | | | | | | |
| M01 | Сталь 45 ДСТУ 7809:2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Код | | ОВ | МД | ОМ | Н.роз | КВМ | код.загот | Профіль і розміри | | | КД | МЗ | НВ 260 | | | | | |
| M02 | - | | Кз | 10,3 | 1 | 12,7 | 0,81 | поковка | 374x113,5x70,5 | | | 1 | 11,6 | | | | | | |
| А | Цех | Уч | Рм | Опер | Код найменування операції | | | | Позначення документу | | | | | | | | | | |
| Б | Код найменування обладнання | | | | | | | | См | Проф. | Р | Уп | Кр | Ковд | Он | Оп | Кшт | Тп.з | Т.шт |
| Р | | | | | | | | | ПІ | D або B | | L | t | i | S | | n | v | |
| A01 | | | 005 | 3908 Фрезерна | | | | | | | | | | | | | | | |
| B02 | | | | Вертикально-фрезерний 6P13 | | | | 2 | 18632 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 35 | 2 | 37,0 | 1,996 | |
| 03 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A04 | | | 010 | 4221 Розточна | | | | | | | | | | | | | | | |
| B05 | | | | Горизонтально-розточний 2620В | | | | 2 | 18235 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 35 | 1 | 30 | 1,468 | |
| 06 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A07 | | | 015 | 4261 Фрезерна з ЧПК | | | | | | | | | | | | | | | |
| B08 | | | | Вертикально-фрезерний 6P13Ф3 | | | | 2 | 18632 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 35 | 2 | 43,8 | 6,965 | |
| 09 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A10 | | | 020 | 5012 Свердлильна з ЧПК | | | | | | | | | | | | | | | |
| B11 | | | | Вертикально-свердлильний 2P135Ф2 | | | | 2 | 17335 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 35 | 2 | 33,0 | 10,404 | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A13 | | | 030 | 5012 Свердлильна з ЧПК | | | | | | | | | | | | | | | |
| B14 | | | | Вертикально-свердлильний 2P135Ф2 | | | | 2 | 17335 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 35 | 4 | 30,3 | 5,761 | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A16 | | | 035 | 4221 Розточна | | | | | | | | | | | | | | | |
| B17 | | | | Горизонтально-розточний 2A620Ф2-1 | | | | 2 | 18235 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 35 | 4 | 45,2 | 2,022 | |
| МК | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|---|------------------|--|-------------------------|----|---------------|--------|-----------|-----------------|-----|------|-----|-------------------|----|--------|--------|------|------|--|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Взамін. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Підпис | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | Зм | Ар | Недок. | Підпис | Дата | | |
| | | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 | | | | |
| Розробив | Парцей | | | | | І Ф Н Т У Н Г | | | КУ 23.32.31.403 | | | | 60.140.00004 | | | | | | |
| Перевірів | Шуляр | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Н. контр. | Шуляр | | | | | Півважіль | | | | | | | Н | | | | | | |
| Назва операції | | | | Матеріал | | | | Твердість | | ОВ | МД | | Профіль і розміри | | | | МЗ | Конд | |
| Фрезерна | | | | Сталь 45 ДСТУ 7809:2015 | | | | НВ 260 | | кє | 10,3 | | 374x113,5x70,5 | | | | 11,6 | 1 | |
| Обладнання, пристрій ЧПК | | | | Позначення програми | | | | To | Тє | | Тп.з | | Тшт. | | МОР | | | | |
| Вертикально-фрезерний моделі 6P13 | | | | - | | | | 1,333 | 0,515 | | 37 | | 1,996 | | ----- | | | | |
| P | | | | | ПН | | Дабо В | | | L | | t | i | | s | | n | v | |
| O01 | 1 Встановити деталь в пристрій, закріпити | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T02 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| O03 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| O04 | 2 Фрезерувати поверхню 1-2 в р-р 65h11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T05 | Фреза 2214-0007 ГОСТ 24359-80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| O06 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P07 | | | | | | | 110 | | | 370 | | 2,8 | 1 | | 1,2 | | 250 | 157 | |
| O08 | Пристрій фрезерний спеціальний | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| O09 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| O10 | 3 Зняти деталь | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| O11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| O12 | Поставити клеймо виконавця | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| O13 | Молоток 7850-0103 Ц15хр ГОСТ 2310-77 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| O14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| O15 | Покласти деталь в тару | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| O16 | Технологічна тара | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| O17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OK | | Обробка різанням | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|--------|--|--|--|--|--|--|--|--|----|----|-------|--------|------|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | |
| Взамін. | | | | | | | | | | | | | | |
| Підпис | | | | | | | | | | Зм | Ар | №док. | Підпис | Дата |
| Розробив | Парцей | | | | | | | | | | | | | |
| Перевірів | Шуляр | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Н. контр. | Шуляр | | | | | | | | | | | | Н | 010 |



KE

Обробка різанням

| Формат | Зона | Поз. | Позначення | Назва | Кільк. | Примітка |
|--------|------|------|------------------------|---------------------------|--------|----------|
| | | | | <u>Документація</u> | | |
| | | | БР.ПМ-046.02.00.000 СК | Складальне креслення | | |
| | | | | <u>Складальні одиниці</u> | | |
| | | 1 | БР.ПМ-046.02.00.001 | Плита | 1 | |
| | | | | <u>Деталі</u> | | |
| | | 2 | БР.ПМ-046.02.00.002 | Кришка | 1 | |
| | | 3 | БР.ПМ-046.02.00.003 | Палець | 2 | |
| | | 4 | БР.ПМ-046.02.00.004 | Гвинт | 4 | |
| | | 5 | БР.ПМ-046.02.00.005 | Втулка | 1 | |
| | | 6 | БР.ПМ-046.02.00.006 | Палець | 2 | |
| | | 7 | БР.ПМ-046.02.00.007 | Прихват | 1 | |
| | | 8 | БР.ПМ-046.02.00.008 | Прихват | 2 | |
| | | 9 | БР.ПМ-046.02.00.009 | Втулка | 2 | |
| | | 10 | БР.ПМ-046.02.00.010 | Плита | 1 | |
| | | 11 | БР.ПМ-046.02.00.011 | Важіль | 1 | |
| | | 12 | БР.ПМ-046.02.00.012 | Колонка | 1 | |
| | | 13 | БР.ПМ-046.02.00.013 | Гвинт | 1 | |
| | | 14 | БР.ПМ-046.02.00.014 | Гвинт | 6 | |
| | | 15 | БР.ПМ-046.02.00.015 | Втулка | 6 | |
| | | 16 | БР.ПМ-046.02.00.016 | Поршень | 1 | |
| | | 17 | БР.ПМ-046.02.00.017 | Шток | 1 | |
| | | 18 | БР.ПМ-046.02.00.018 | Корпус | 1 | |

БР.ПМ-046.02.00.000 ПЗ

| Зм. | Арк | Недокум | Підпис | Дата | Літ. | Арк | Аркушів |
|------------------------------|-----|---------|--------|------|--------------------|-----|---------|
| Розробив | | Парцей | | | | | |
| Перевір. | | Шуляр | | | ІФНТУНГ ПМ-21-1 | | |
| Ре ценз. | | | | | | | |
| Н.контр. | | Шуляр | | | | | |
| Затв. | | Панчук | | | | | |
| Пристрій свердлильний | | | | | | | |

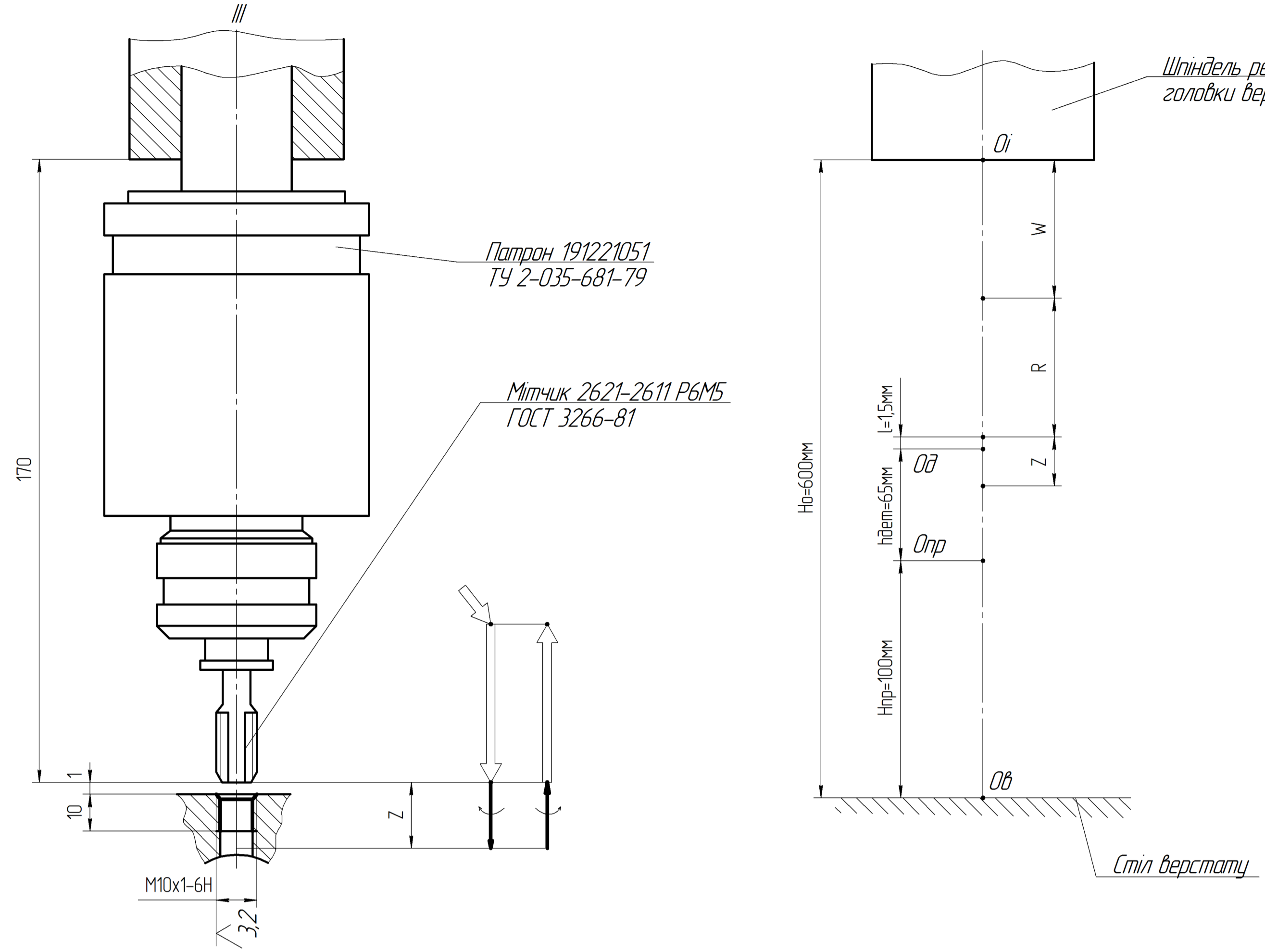
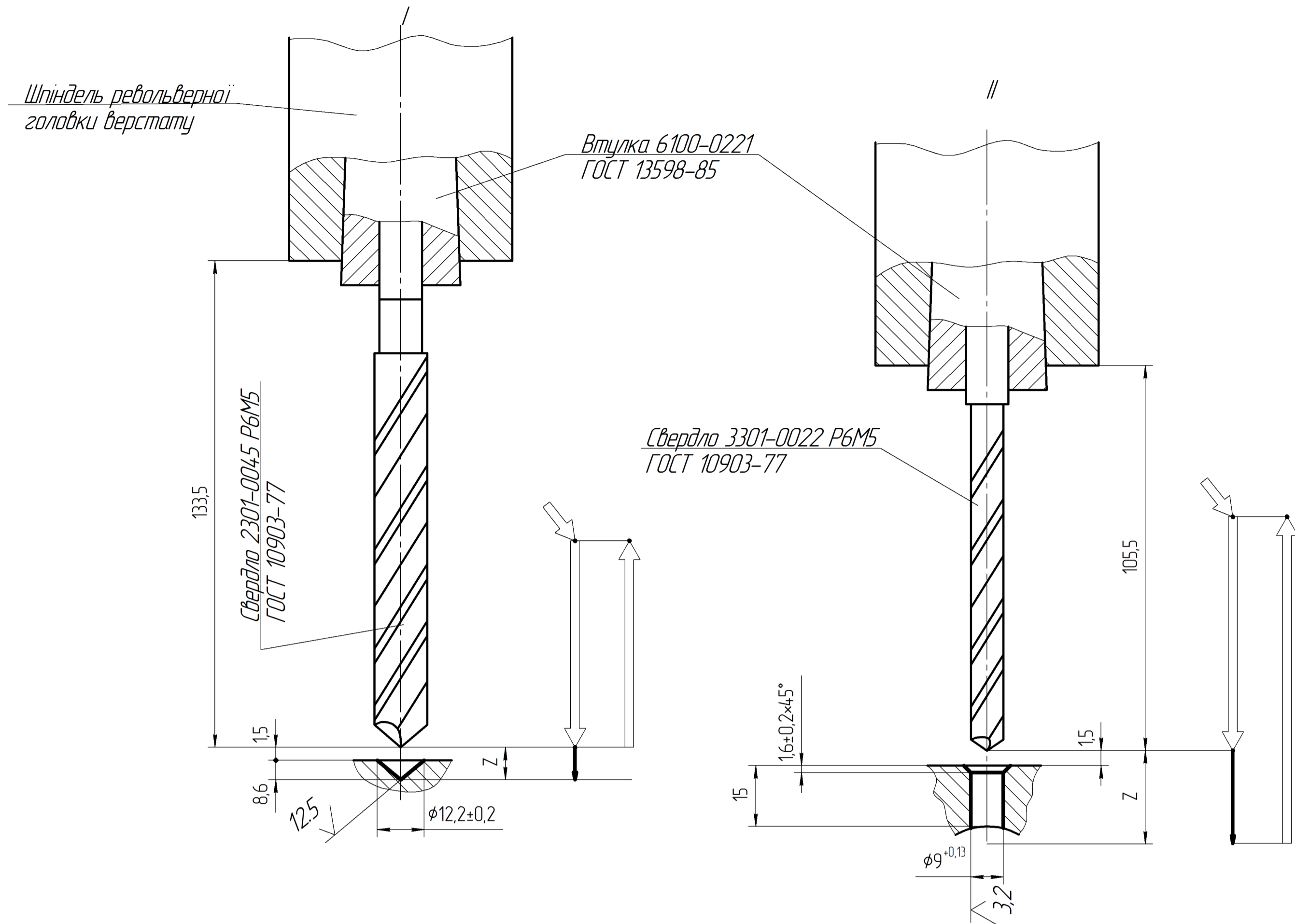


Схема установки детали на операции

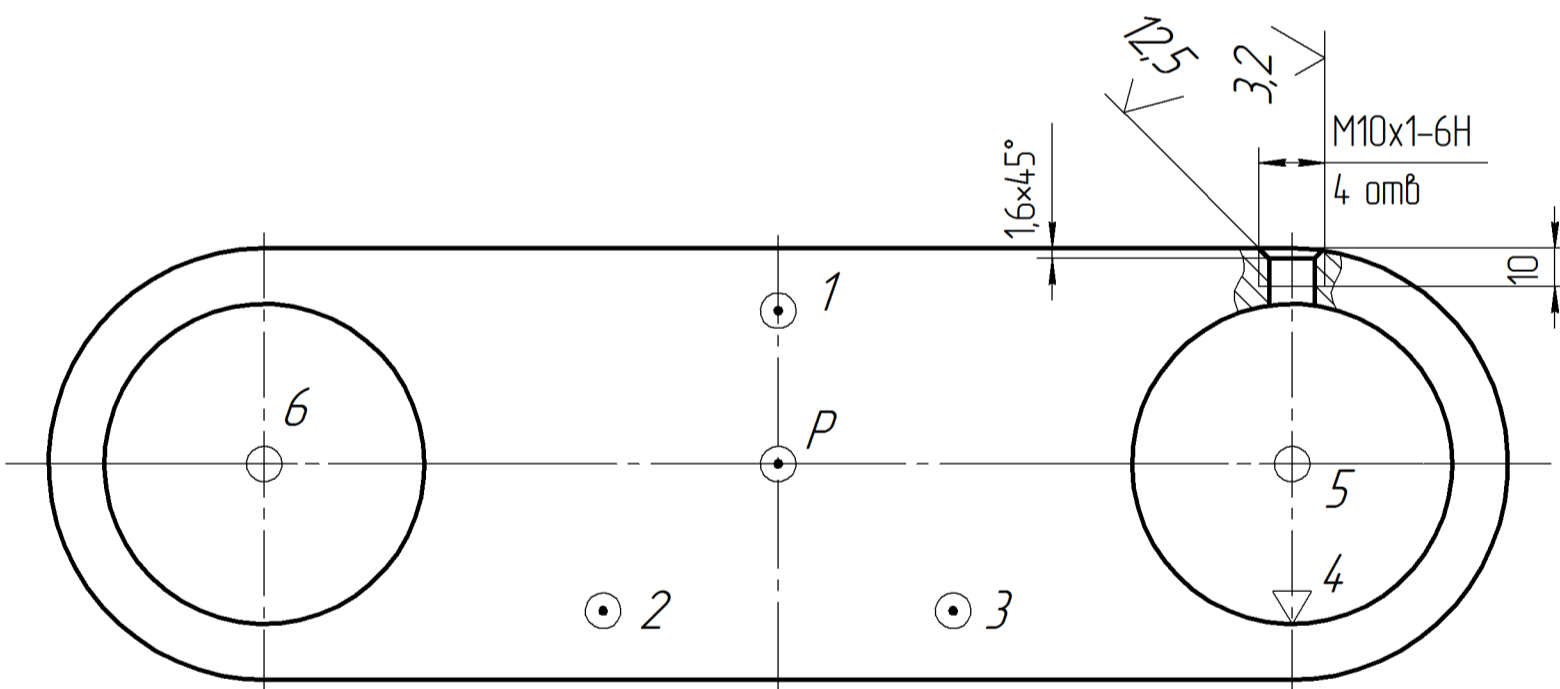
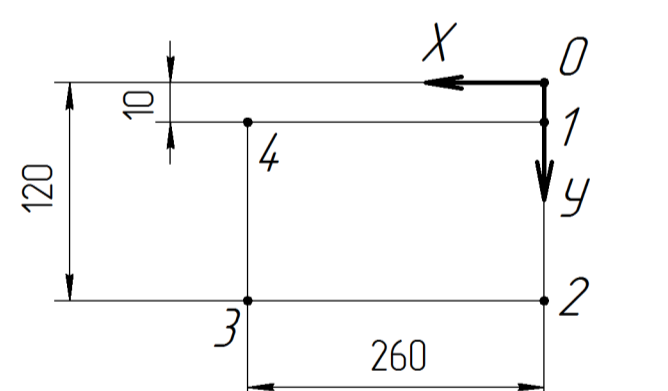


Схема розміщення опорних точок



Координати опорних точок

| № опорної точки | Координати | |
|-----------------|------------|-----|
| | X | Y |
| 1 | 0 | 10 |
| 2 | 0 | 120 |
| 3 | 260 | 120 |
| 4 | 260 | 10 |

Умовні позначення до циклограми та схем

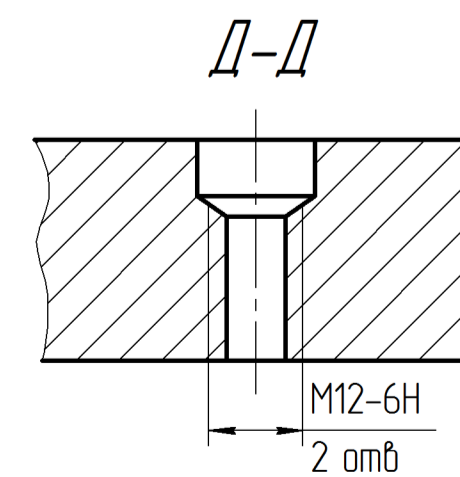
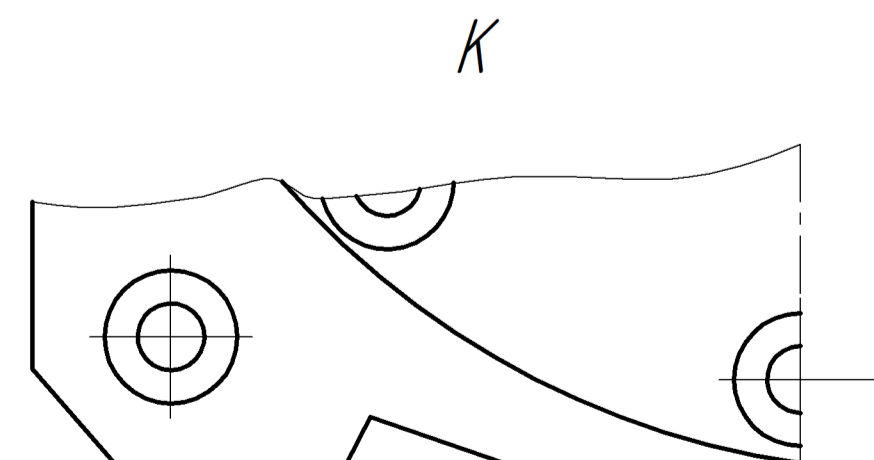
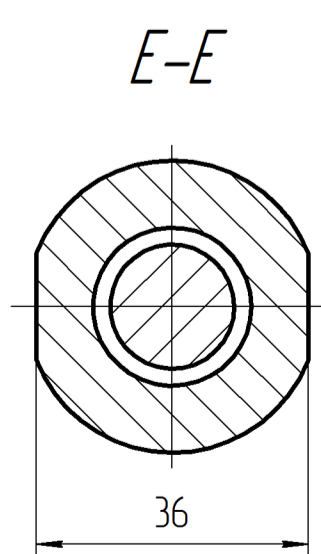
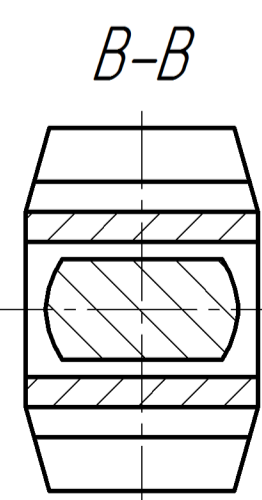
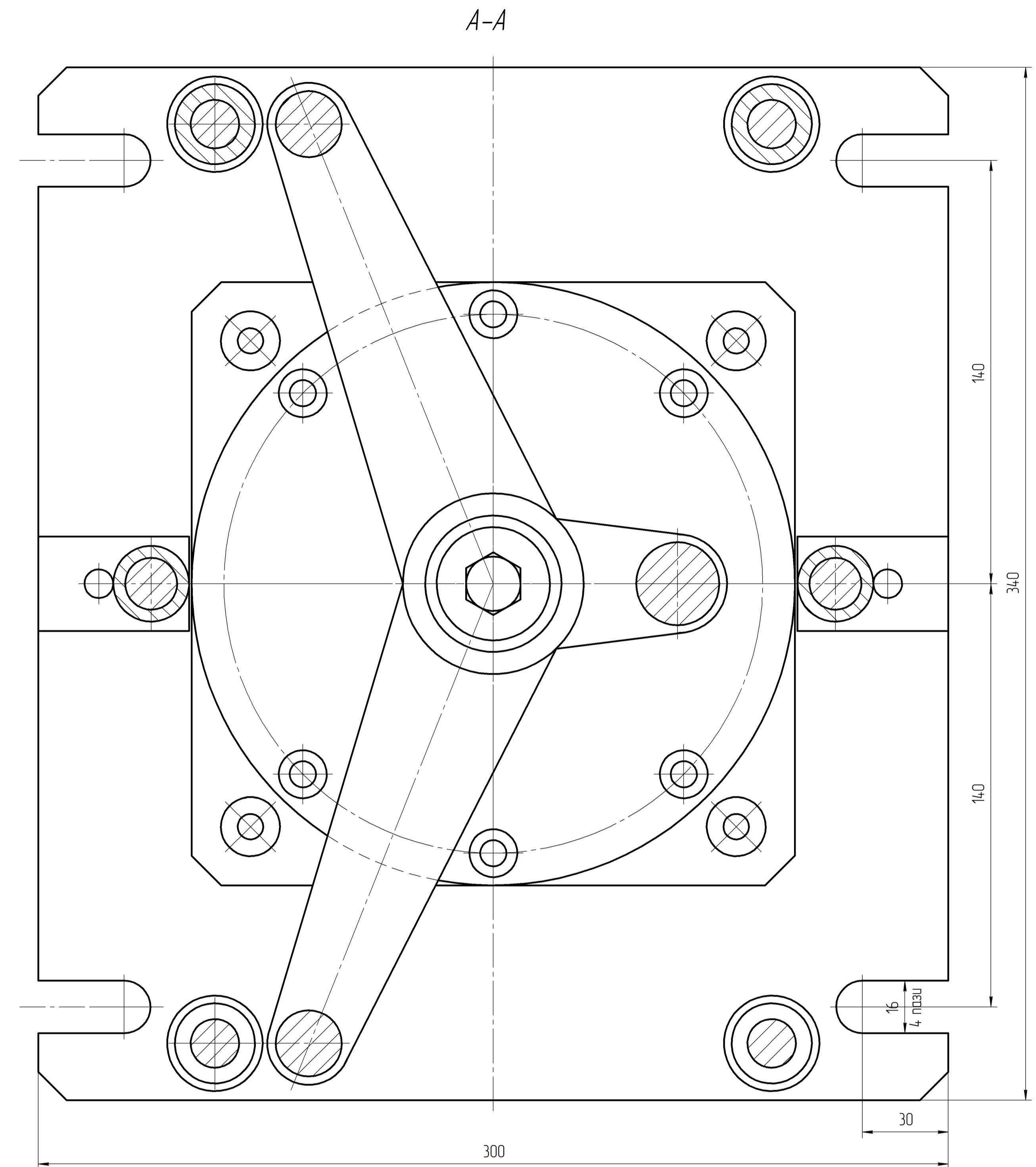
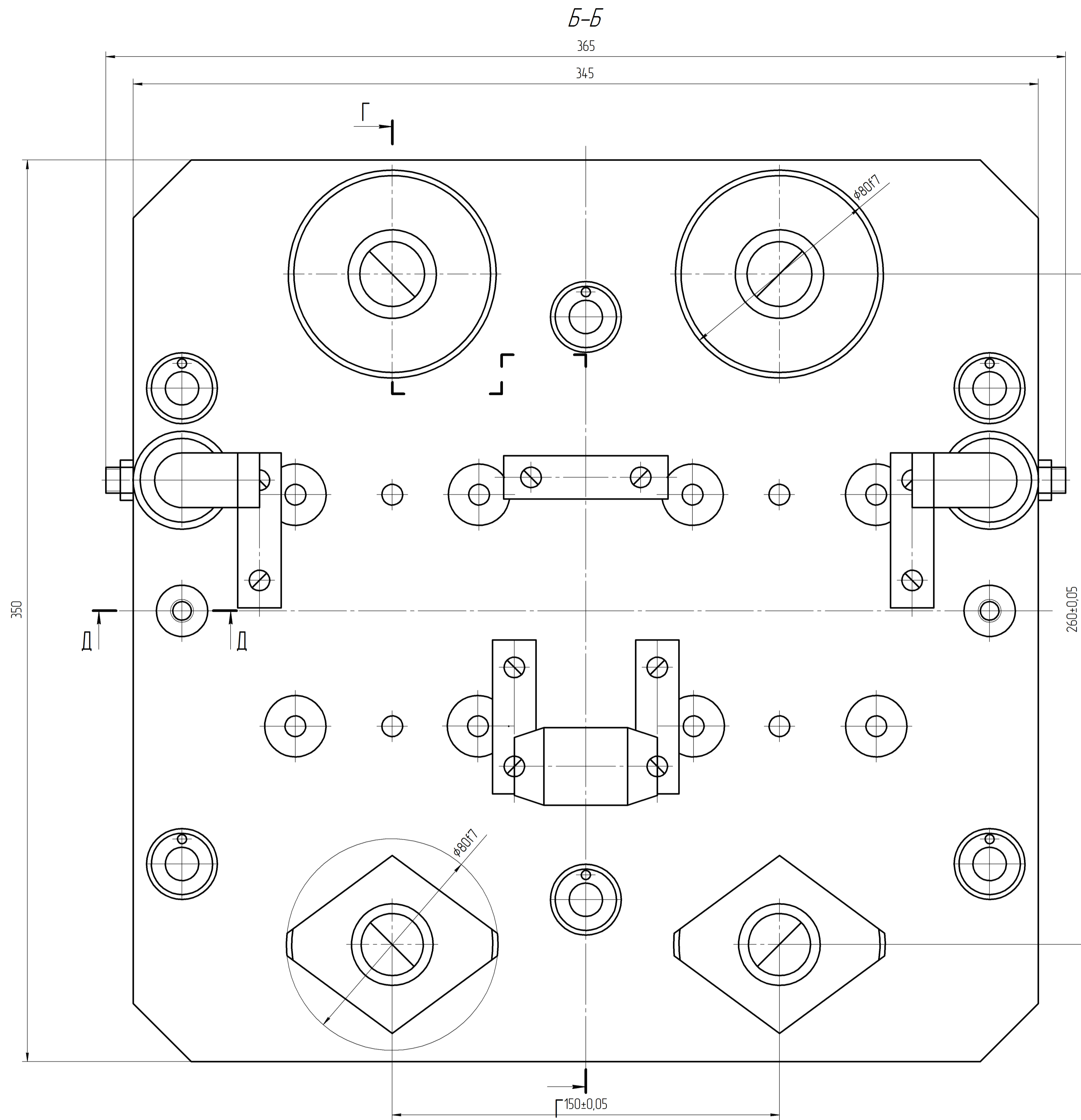
- швидкі переміщення стола в осях X-Y
- швидкі переміщення і їх напрям на осі Z
- робочий хід
- Z - величина робочого ходу револьверної головки по осі Z
- Hв - найбільша віддаль від поверхні стола верстату до торця шпінделя револьверної головки, мм
- Hпр - висота опорних поверхень пристрою (центри пальців) над поверхнею стола, мм
- hдет - висота оброблюваної поверхні деталі (центрів базових отворів) над опорними поверхнями пристрою, мм
- W - координата опорної точки інструменту (кінця ріжучого леза) в системі координат інструменту, мм
- R - величина швидких переміщень револьверної головки верстату по осі Z

Розрахунково-технологічна карта

| Деталь | Операція | Верстат | Система ЧПК | | | | | | | |
|------------------------|----------------------------|---------|-------------------------|-----|-------|----------|----------|---------|----------|---------|
| підважіль | 045 вертикально-свердільна | 2P135Ф2 | 2П323 | | | | | | | |
| Геометрична інформація | | | Технологічна інформація | | | | | | | |
| Опорна точка | X, мм | Y, мм | Z, мм | R | t, мм | S, мм/об | S, мм/хв | V, м/хв | l, об/хв | № інстр |
| 1 | 0 | 10 | 8.6 | 310 | | | | | | |
| 2 | 0 | 120 | 8.6 | 0 | 5.6 | 0.1 | 50 | 210 | 500 | 1 |
| 3 | 260 | 120 | 8.6 | 0 | | | | | | |
| 4 | 260 | 10 | 8.6 | 0 | | | | | | |
| 1 | 0 | 10 | 20 | 0 | | | | | | |
| 2 | 0 | 120 | 20 | 0 | 4.5 | 0.07 | 50 | 20.1 | 710 | 2 |
| 3 | 260 | 120 | 20 | 0 | | | | | | |
| 4 | 260 | 10 | 20 | 0 | | | | | | |
| 1 | 0 | 10 | 16 | 274 | | | | | | |
| 2 | 0 | 120 | 16 | 0 | 0.5 | 10 | 250 | 7.85 | 250 | 3 |
| 3 | 260 | 120 | 16 | 0 | | | | | | |
| 4 | 260 | 10 | 16 | 0 | | | | | | |

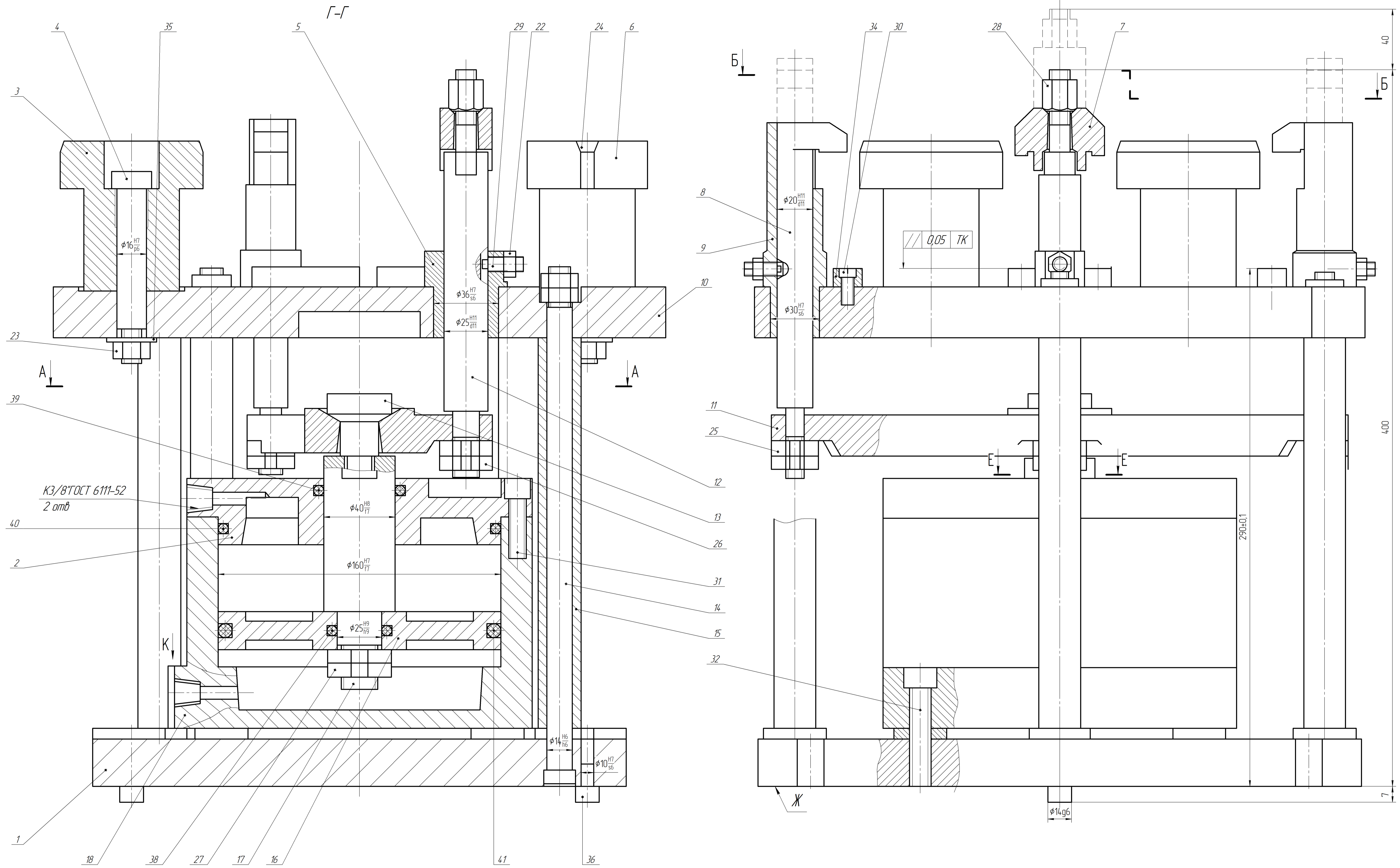
БР.ПМ-046.0100.000 СХ

| Зм. | Арх. | № Док. | Підп. | Дата | Лит. | Маса | Масштаб |
|----------|--------|--------|-------|------|---------|------|---------|
| Розроб. | Ланчук | | | | Н | | |
| Перев. | Шилляр | | | | Архив | | |
| Т.контр. | Шилляр | | | | Архив | | |
| Н.контр. | Шилляр | | | | ІФНТУНГ | | |
| Затв. | Ланчук | | | | ПМ-21-1 | | |

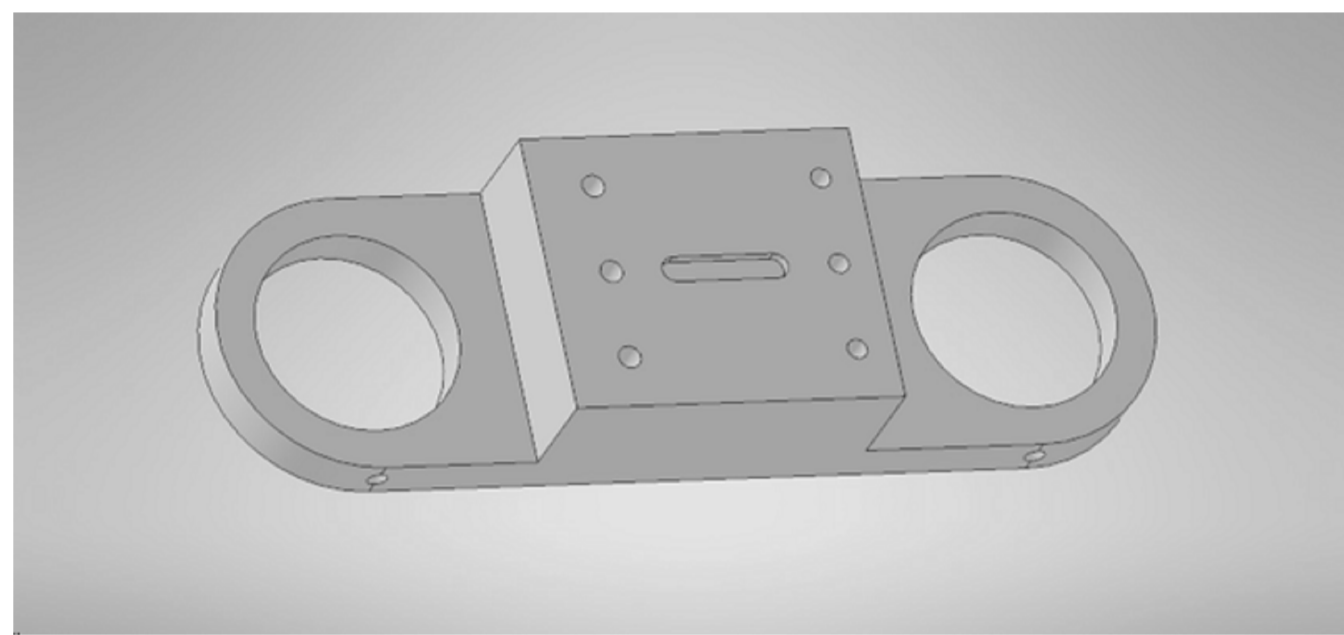


- Технічна характеристика
- 1 Тип привода – пневматичний. Тиск стиснутого повітря в мережі 0,63 МПа.
 - 2 Зусилля на штоці пневмоциліндра 10682,3 Н.
 - 3 Зусилля затиску 9338,5 Н.
 - 4 Хід поршня пневмоциліндра 50 мм.

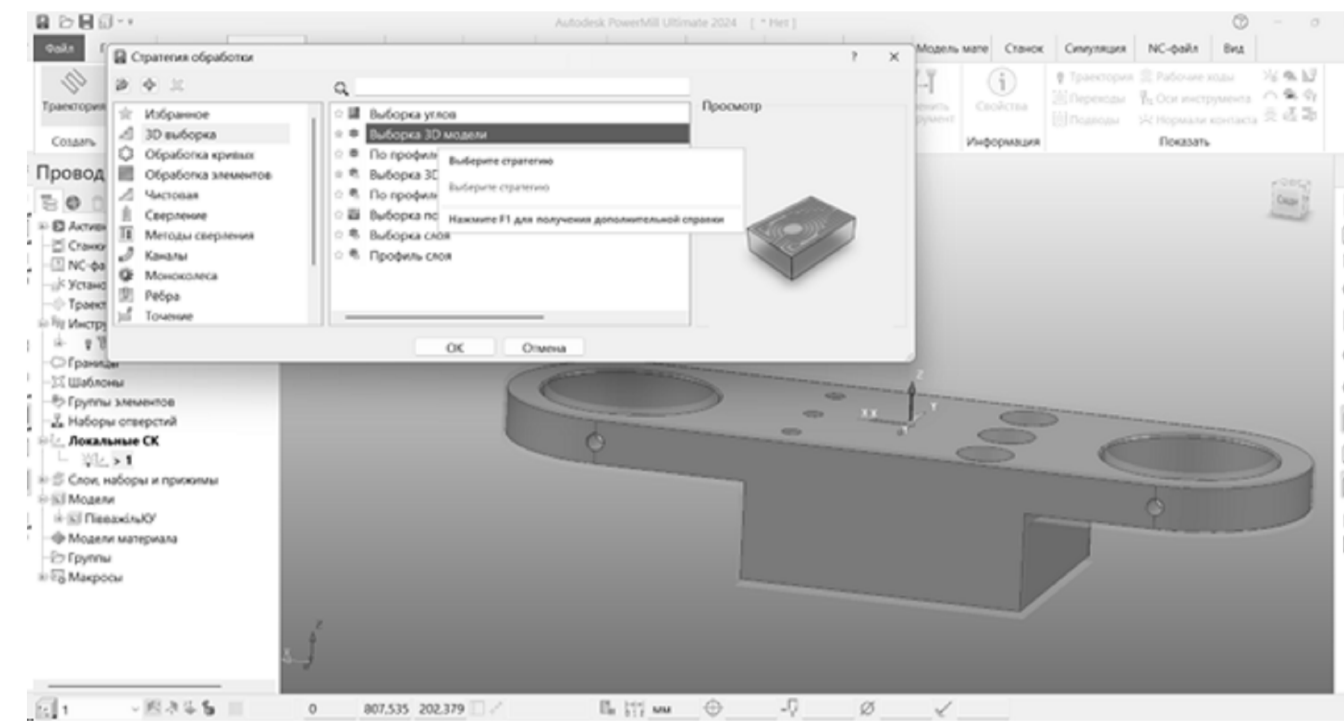
| | | | | | БР.ПМ-046.02.00.000 СК | | |
|----------|--------|---------|-------|------|------------------------|------|---------|
| Зм. | Арк. | № Докм. | Підп. | Дата | Лист | Маса | Масштаб |
| Разроб. | Щуляр | | | | | | 1:1 |
| Перев. | Щуляр | | | | | | |
| Т.контр. | Щуляр | | | | | | |
| Н.контр. | Щуляр | | | | | | |
| Затв. | Ланчик | | | | | | |
| | | | | | Пристрій свердильний | | |
| | | | | | Аркш. | 1 | Аркшів |
| | | | | | | | 2 |
| | | | | | ІФНТЧНГ | | |
| | | | | | ПМ-21-1 | | |



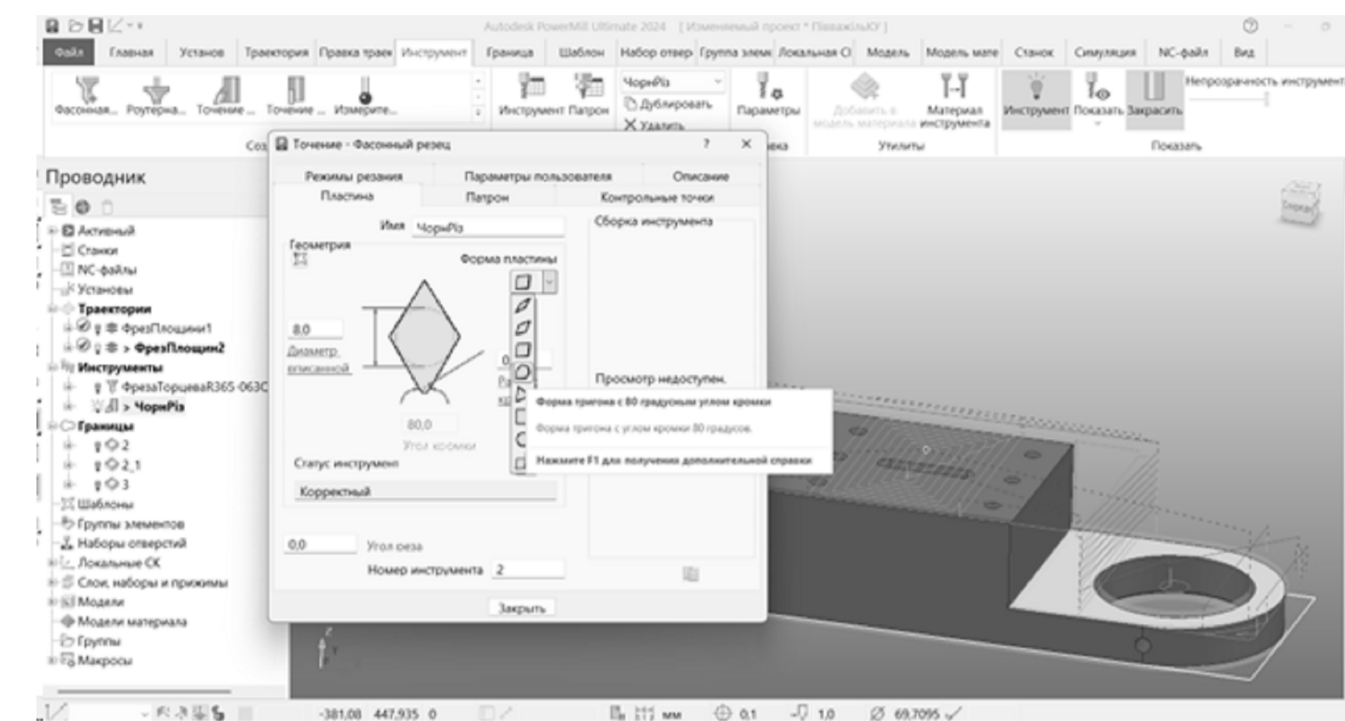
| | | | | | | |
|----------|----------|-------|------|------------------------|------|---------|
| | | | | БР.ПМ-046.02.00.000 СК | | |
| Эк. Арх. | № Док.м. | Подп. | Дата | Пристрій свердильний | | |
| Разраб. | Парчей | | | | | |
| Перев. | Шляяр | | | Лит. | Маса | Масштаб |
| Т.контр. | Шляяр | | | Н | | 1:1 |
| Н.контр. | Шляяр | | | Архив | | 2 |
| Замб. | Панчик | | | ІФНТЧНГ ПМ-21-1 | | |



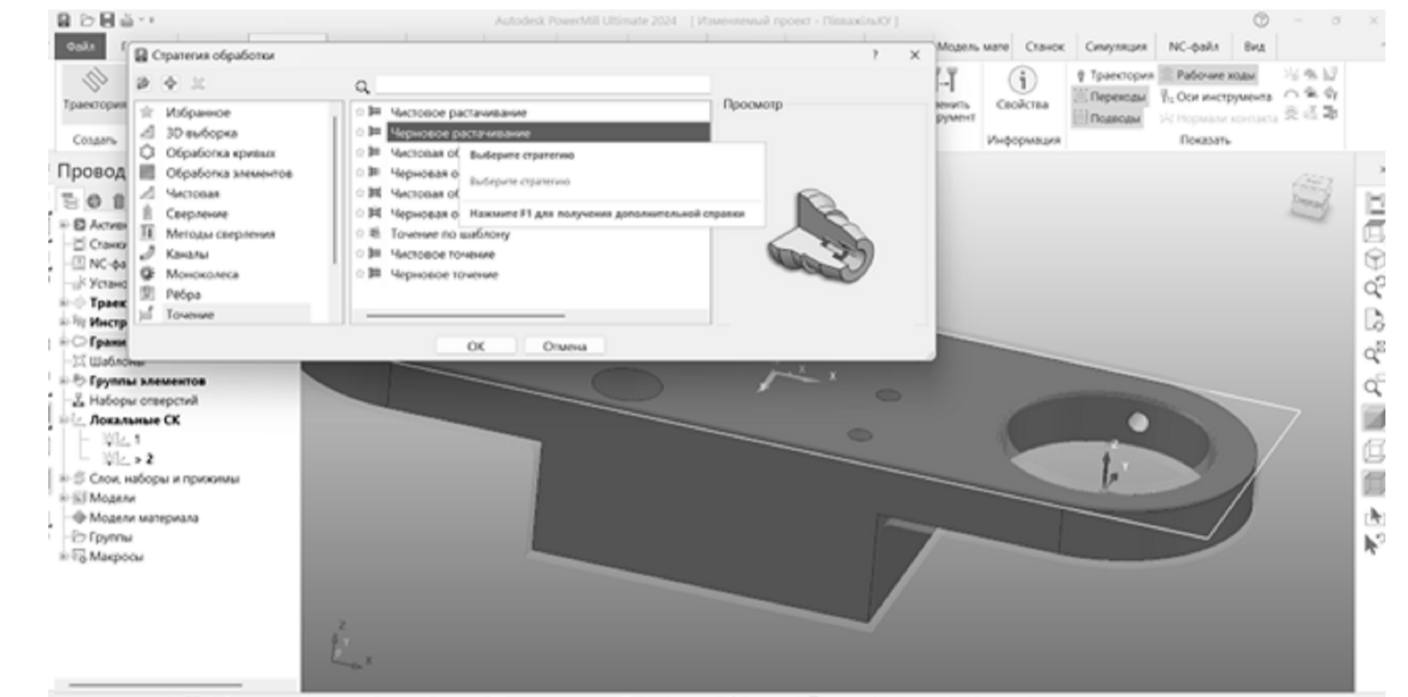
3D-модель деталі



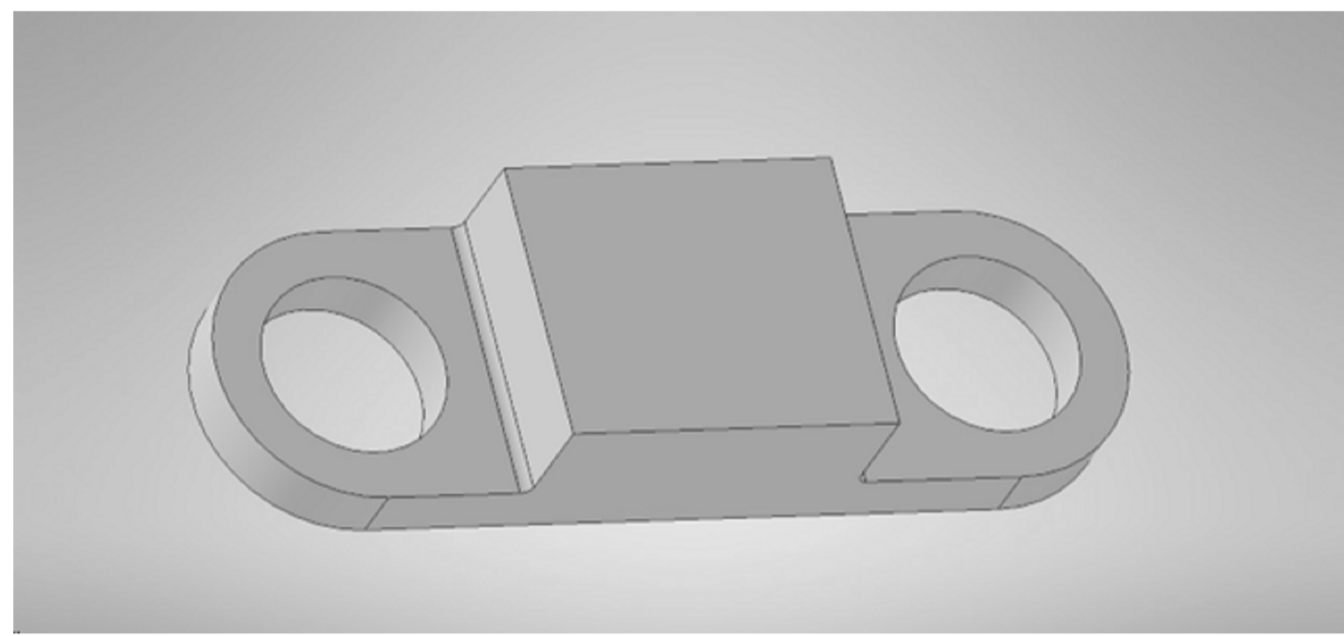
Вибір стратегії обробки



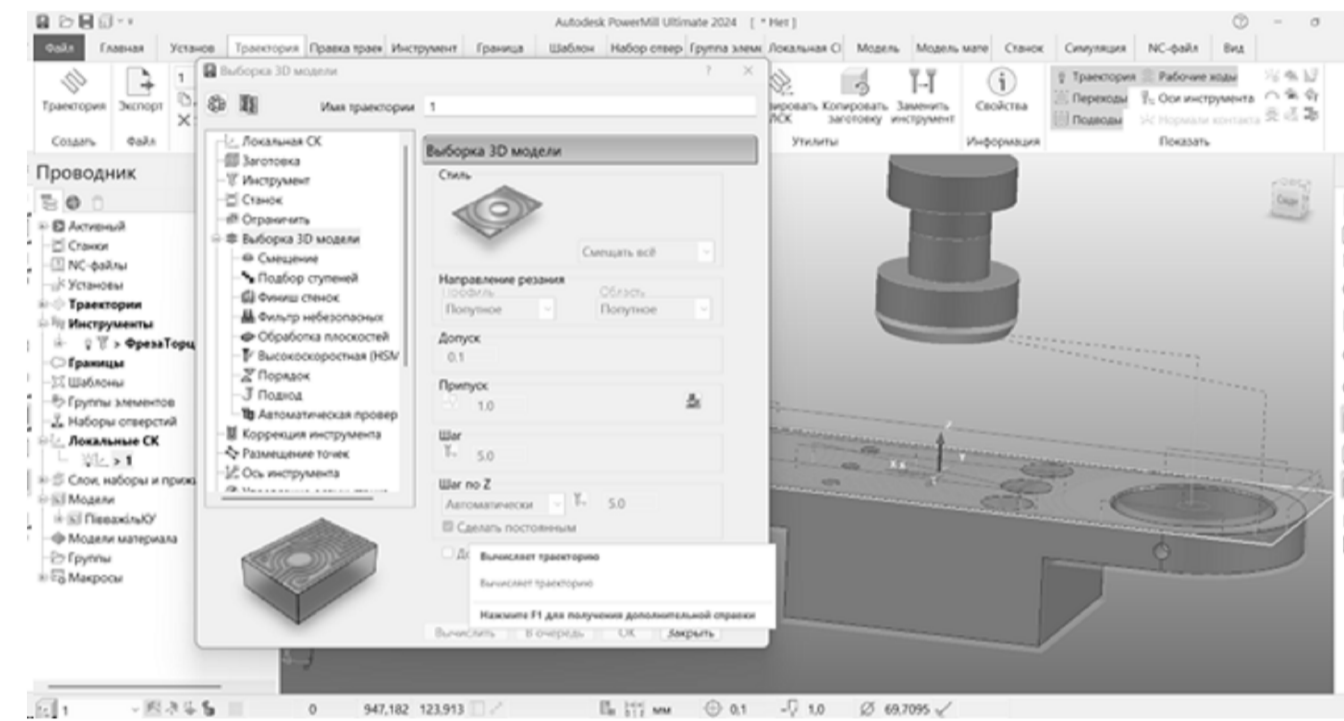
Створення моделі чорнового різця



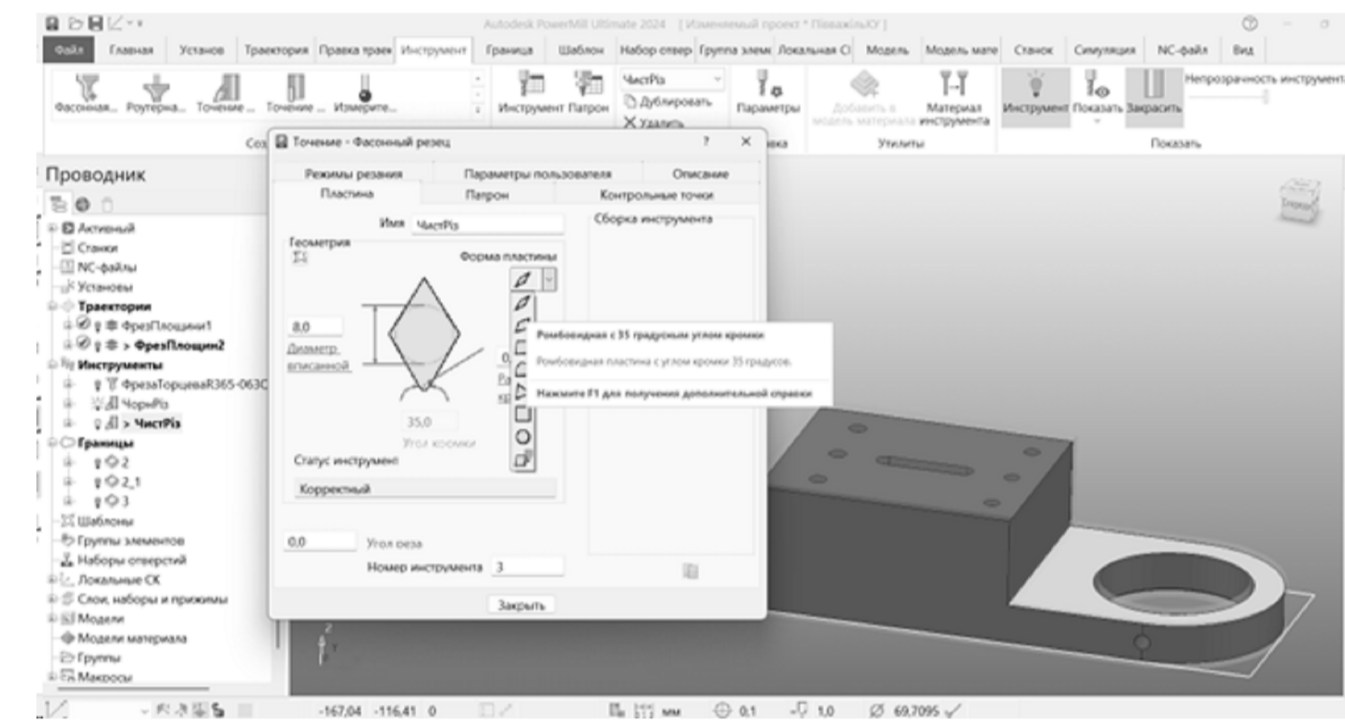
Вибір стратегії обробки



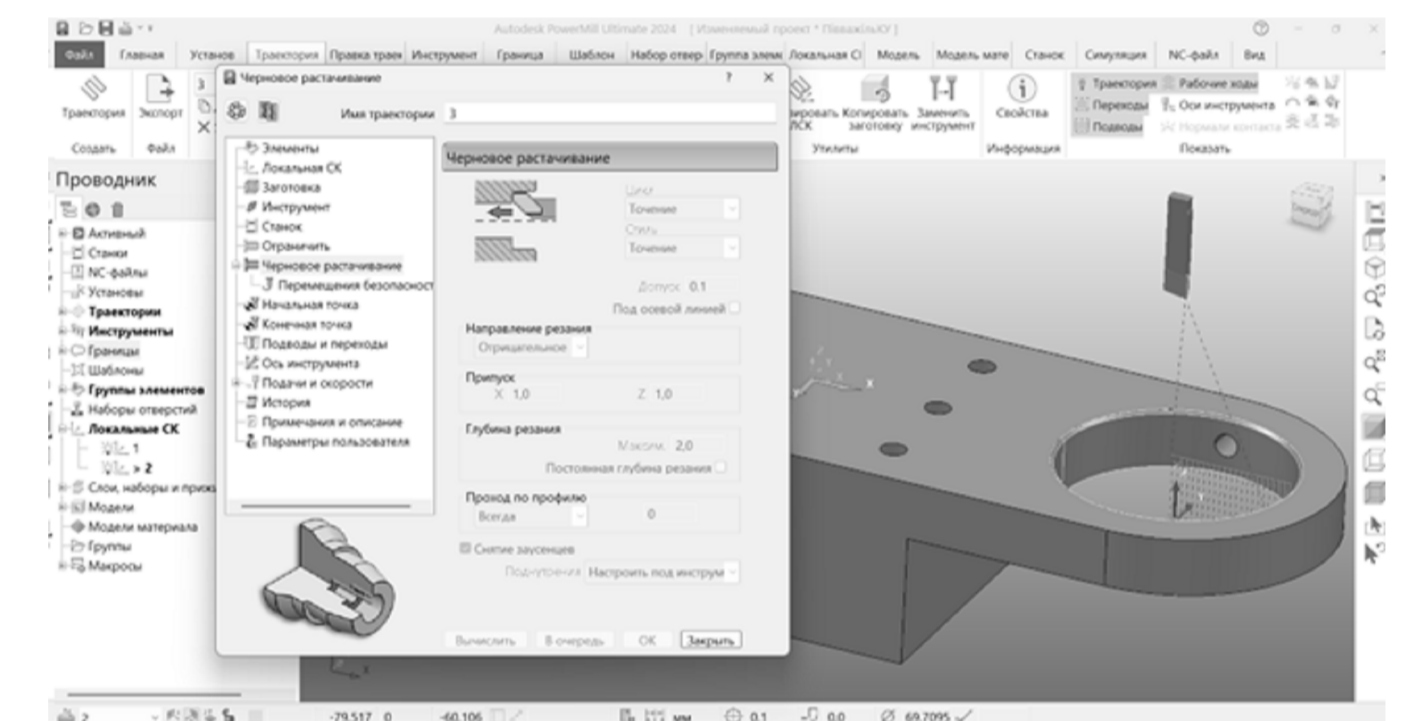
3D-модель заготовки



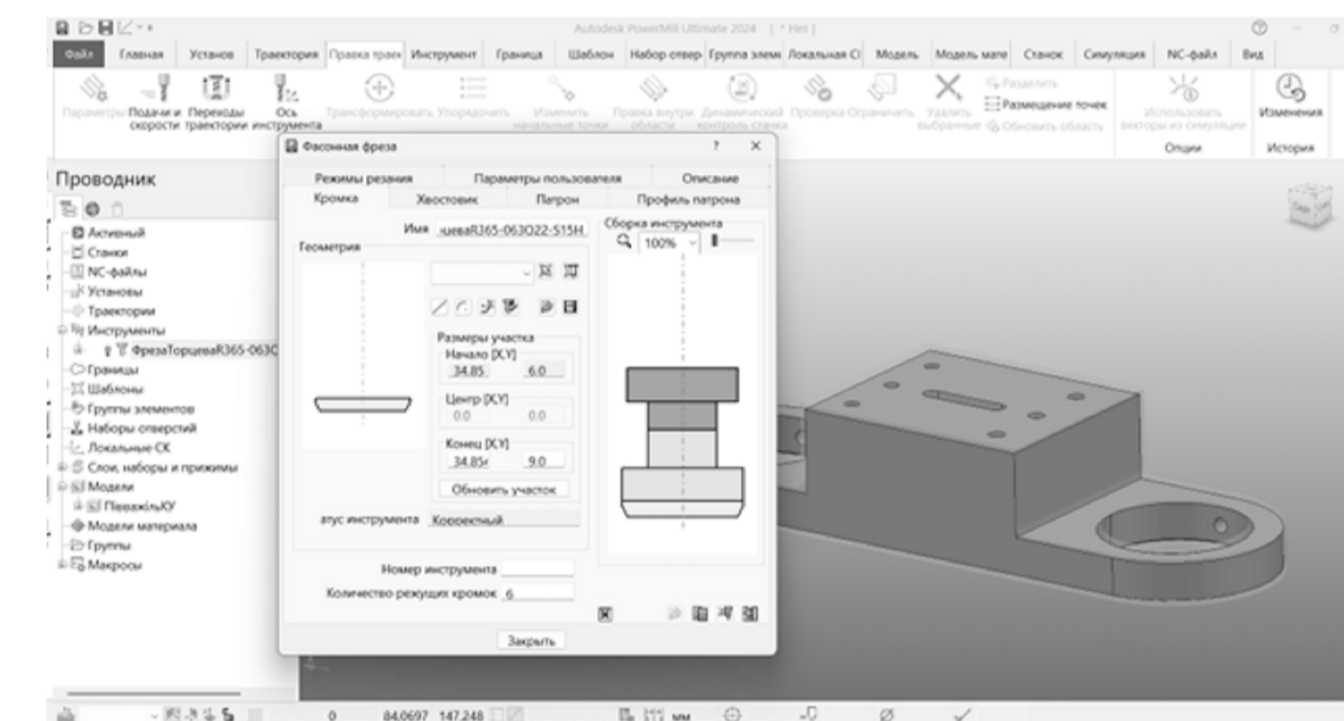
Проектування фрезерування площин



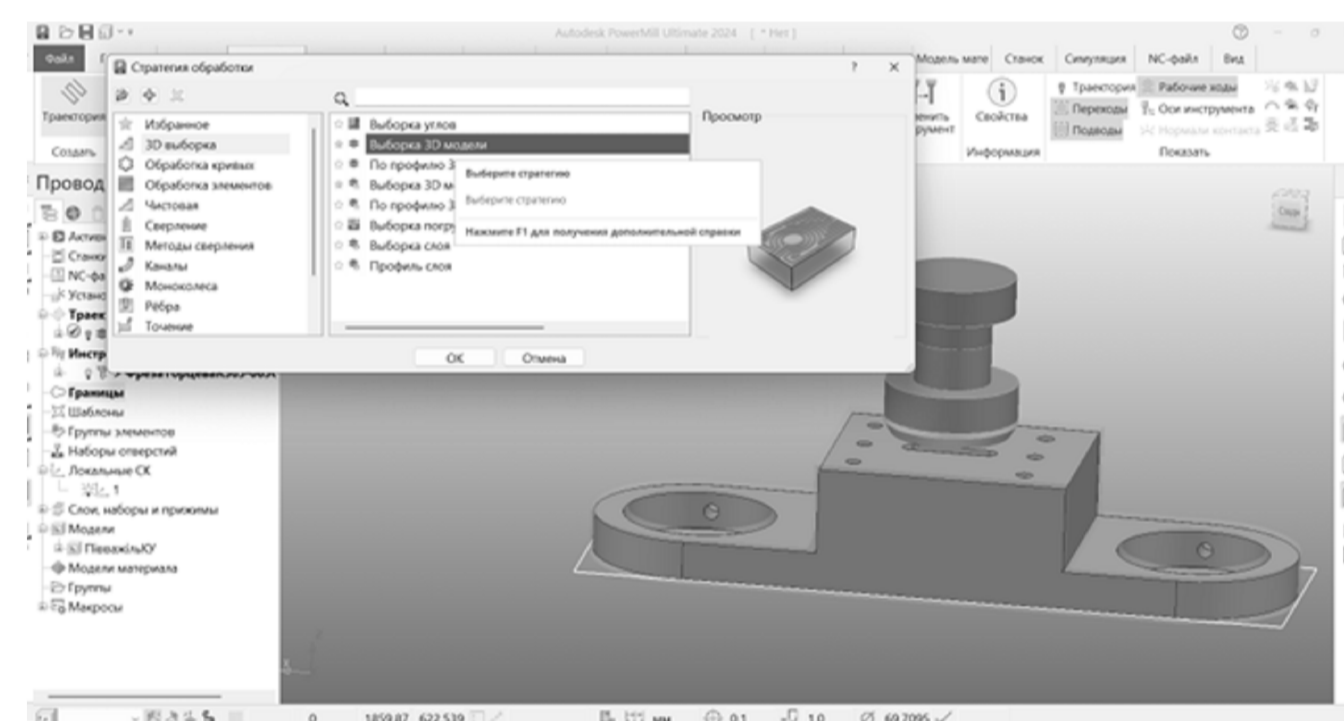
Створення моделі чистового різця



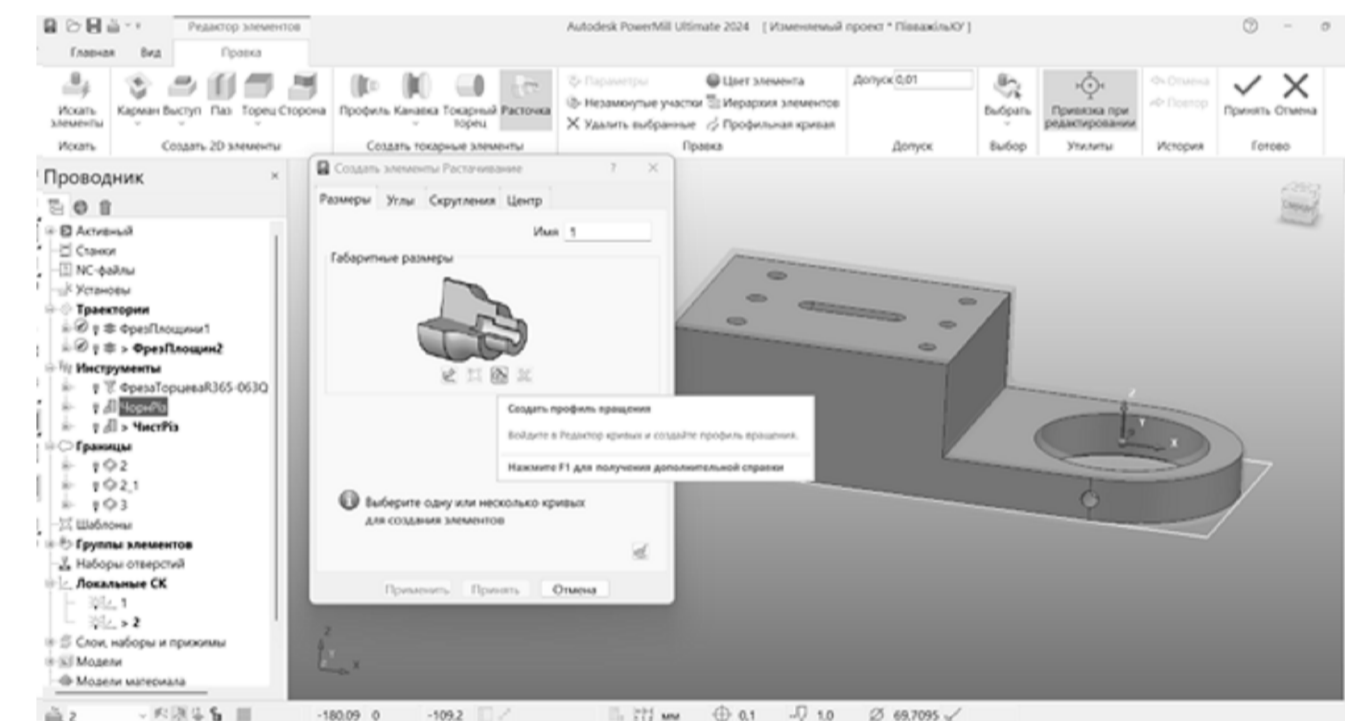
Проектування чорнового розточування



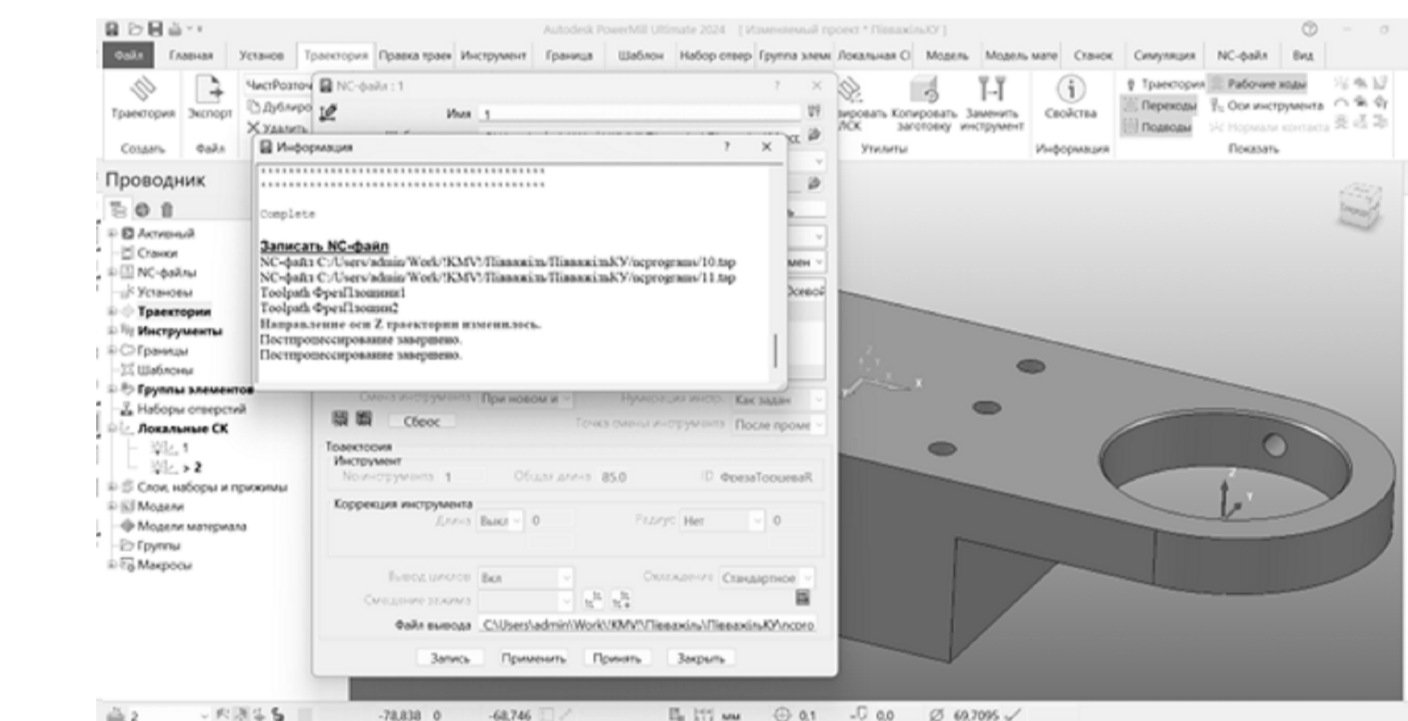
Створення моделі торцевої фрези



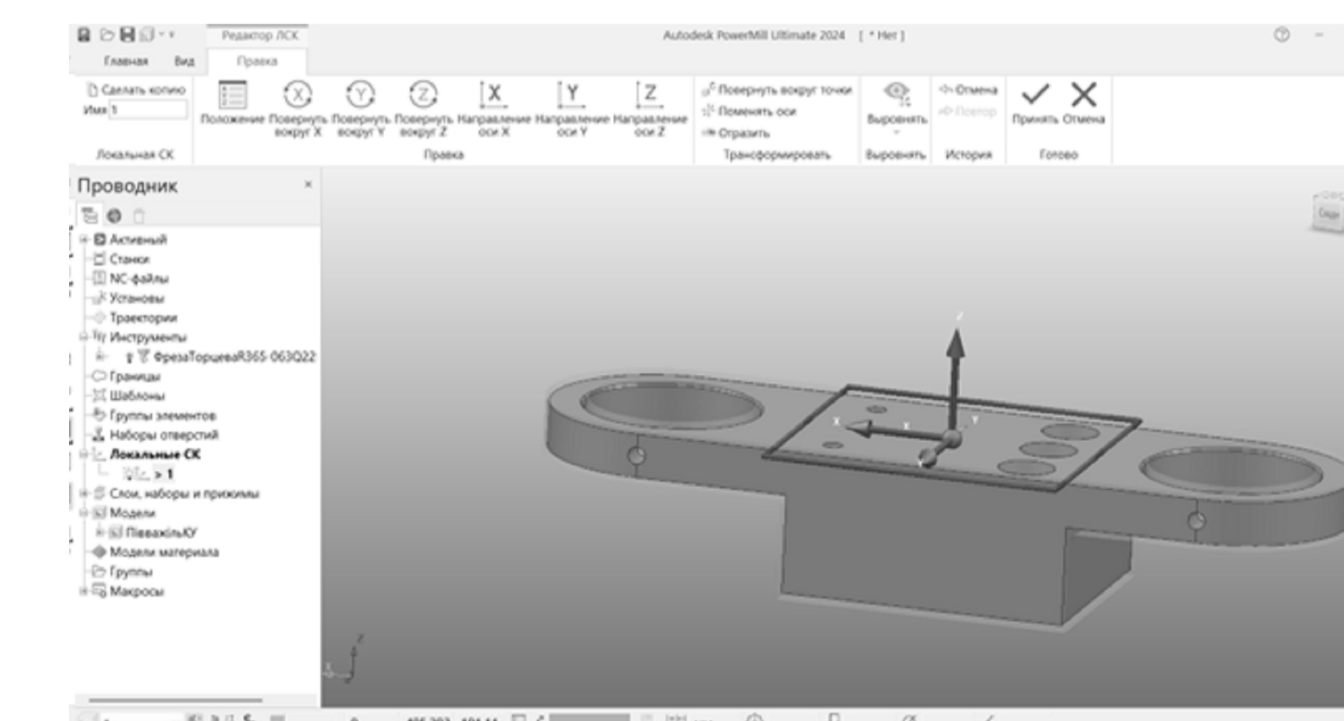
Вибір стратегії обробки



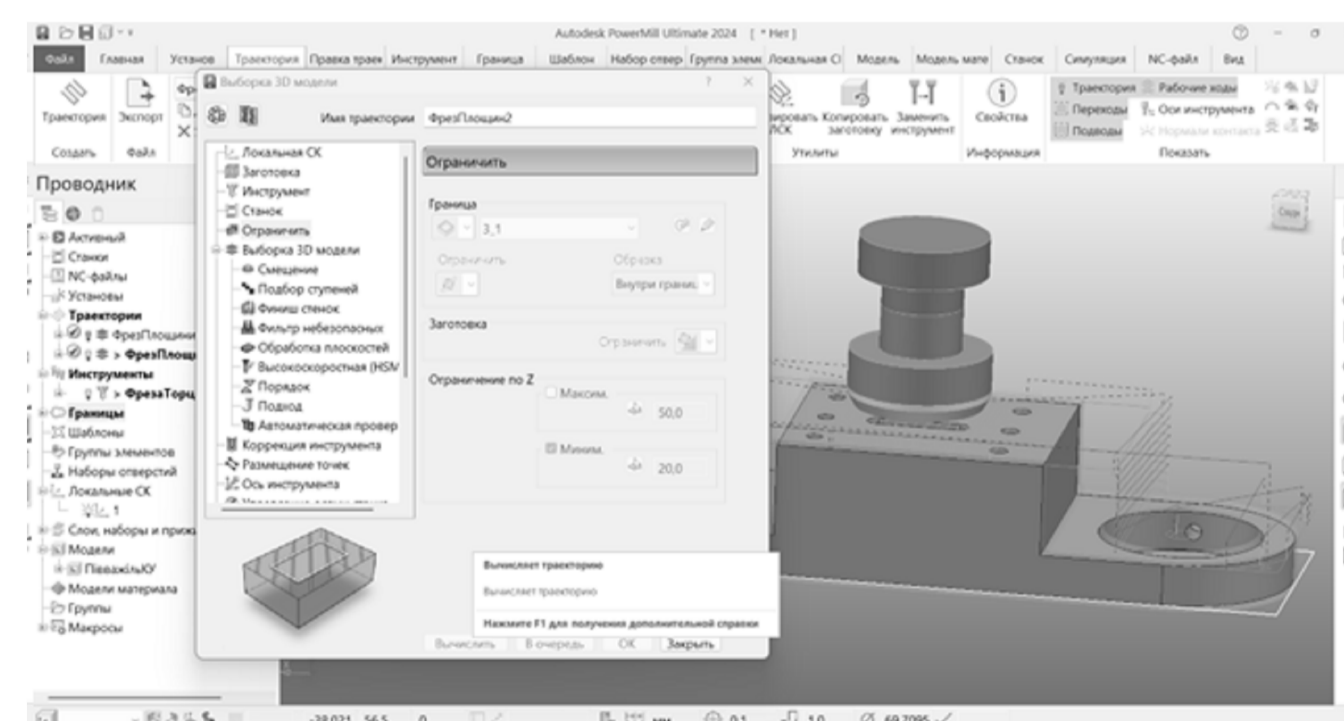
Створення елемента "Розточування"



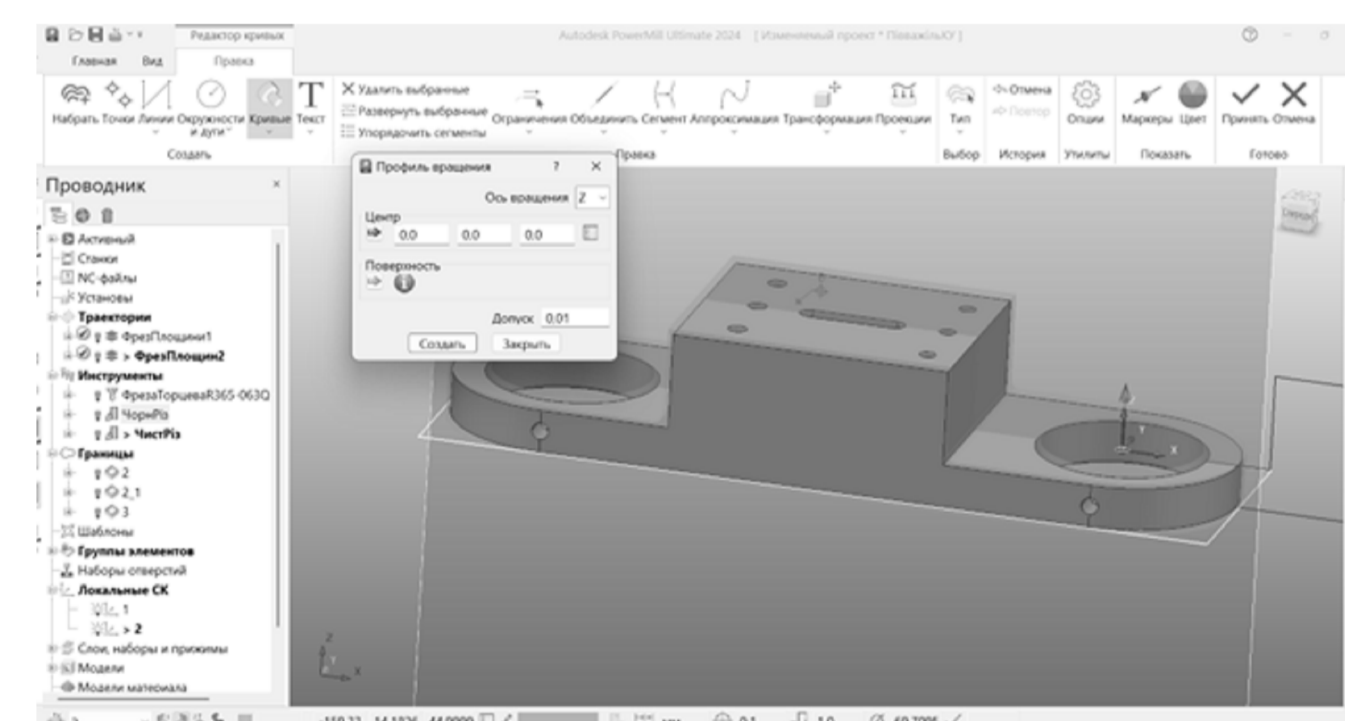
Запис NC-файлу



Створення локальної системи координат

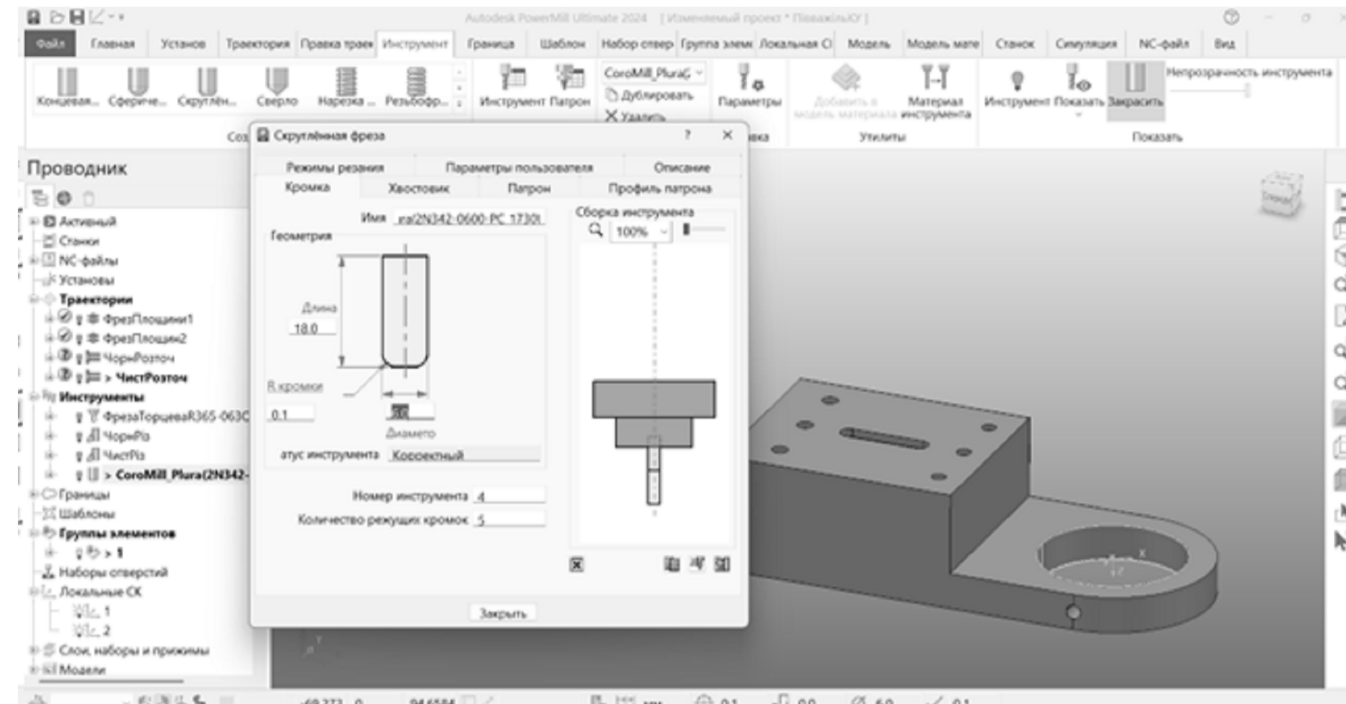


Проектування фрезерування площин

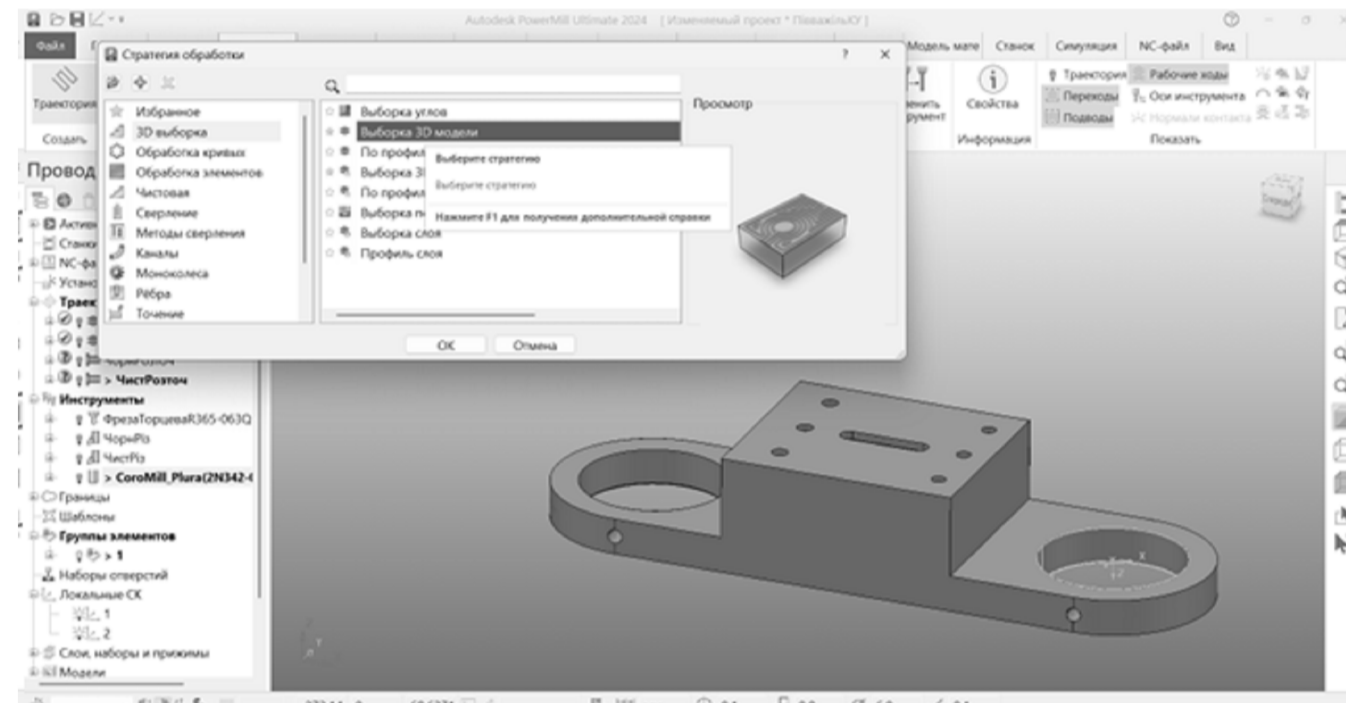


Створення профілю обертання

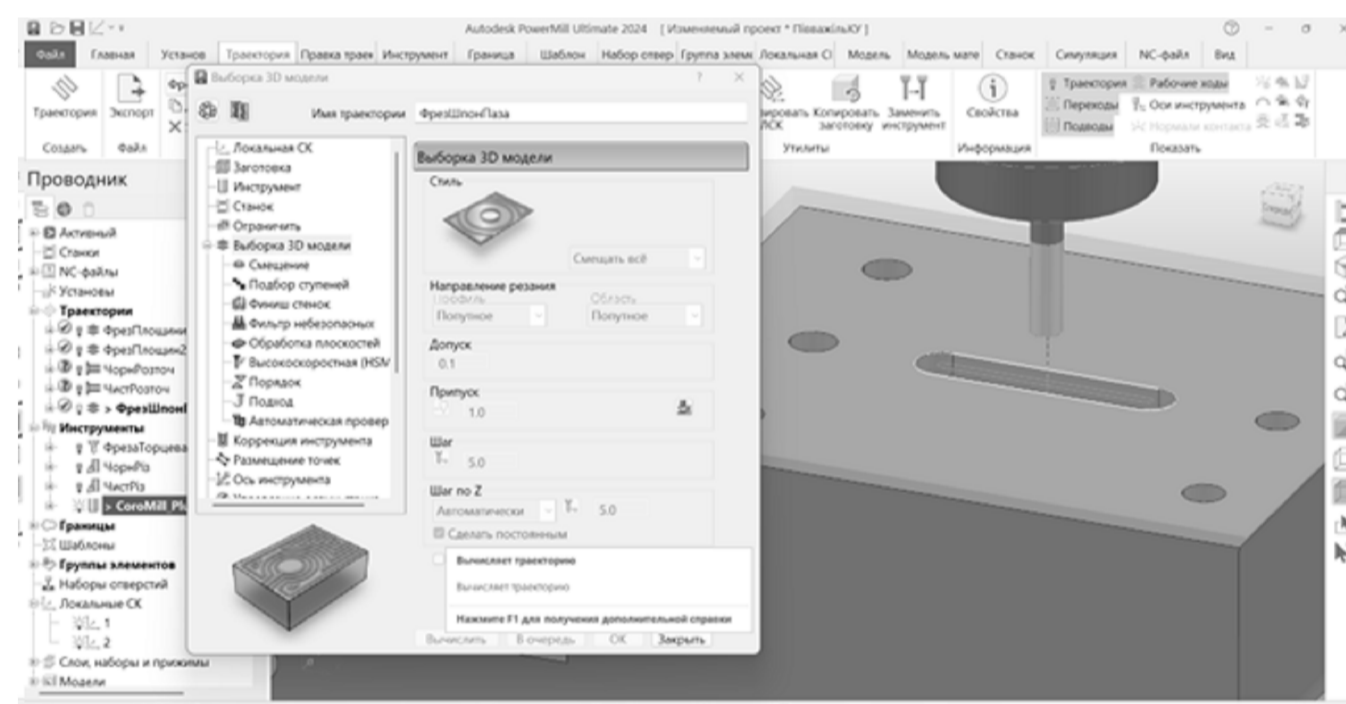
| | | | | | | |
|----------|---------|--------|-------|------------------------|----------------------------------|---------|
| | | | | БР.ПМ-046.03.00.000 СХ | | |
| Зм. | Арх. | № Док. | Підп. | Дата | Схеми до керуючої програми з ЧПК | Лист |
| Разр. | Ларев | Шляр | Шляр | | | Маса |
| Т.контр. | Шляр | | | | | Макс.шв |
| Н.контр. | Шляр | | | | | Аркши |
| Затв. | Ляничук | | | | | Аркши |
| | | | | | | 1 |
| | | | | | | ІФНТУНГ |
| | | | | | | ПМ-21-1 |



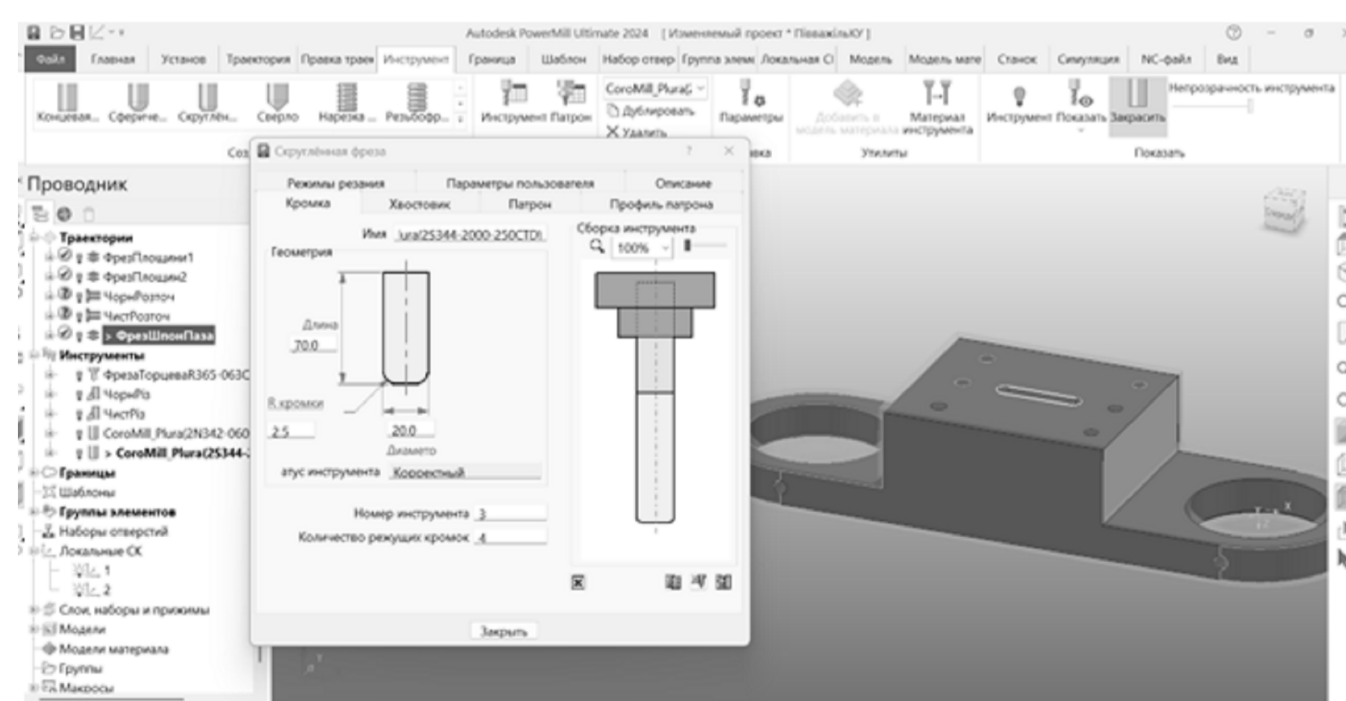
Створення моделі кінцевої фрези



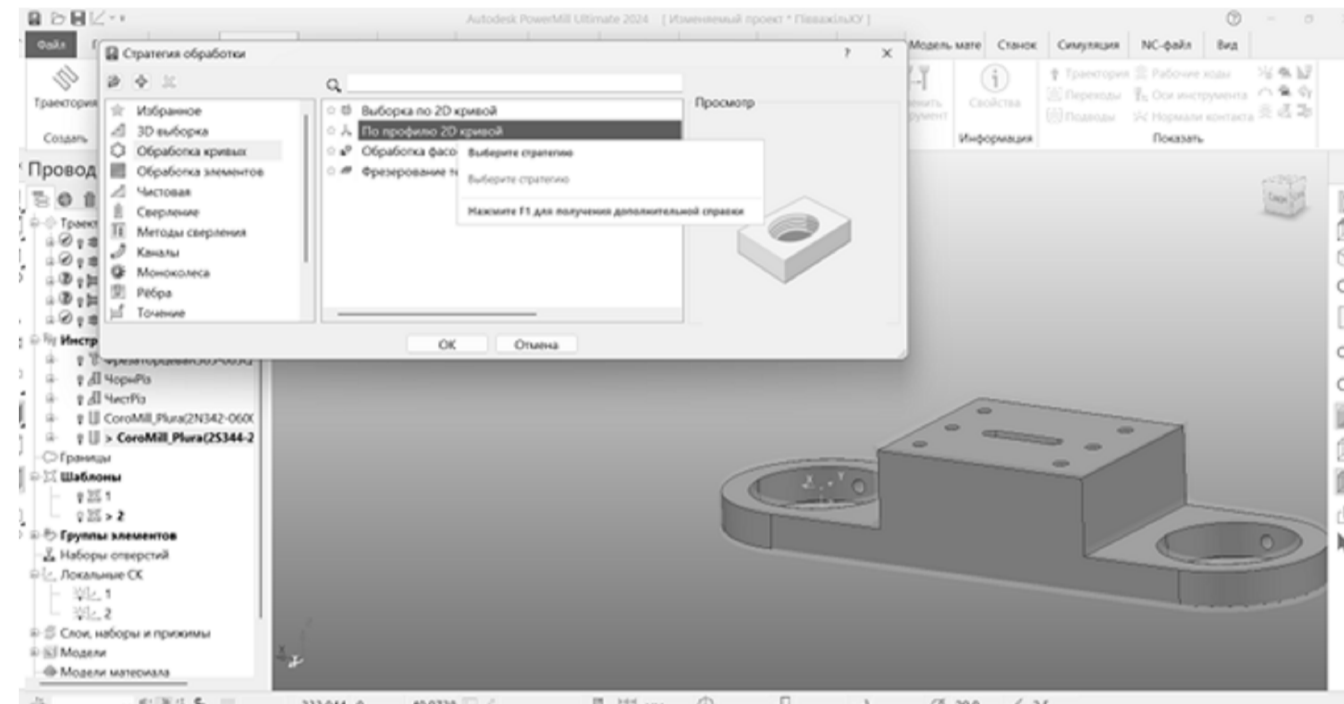
Вибір стратегії обробки



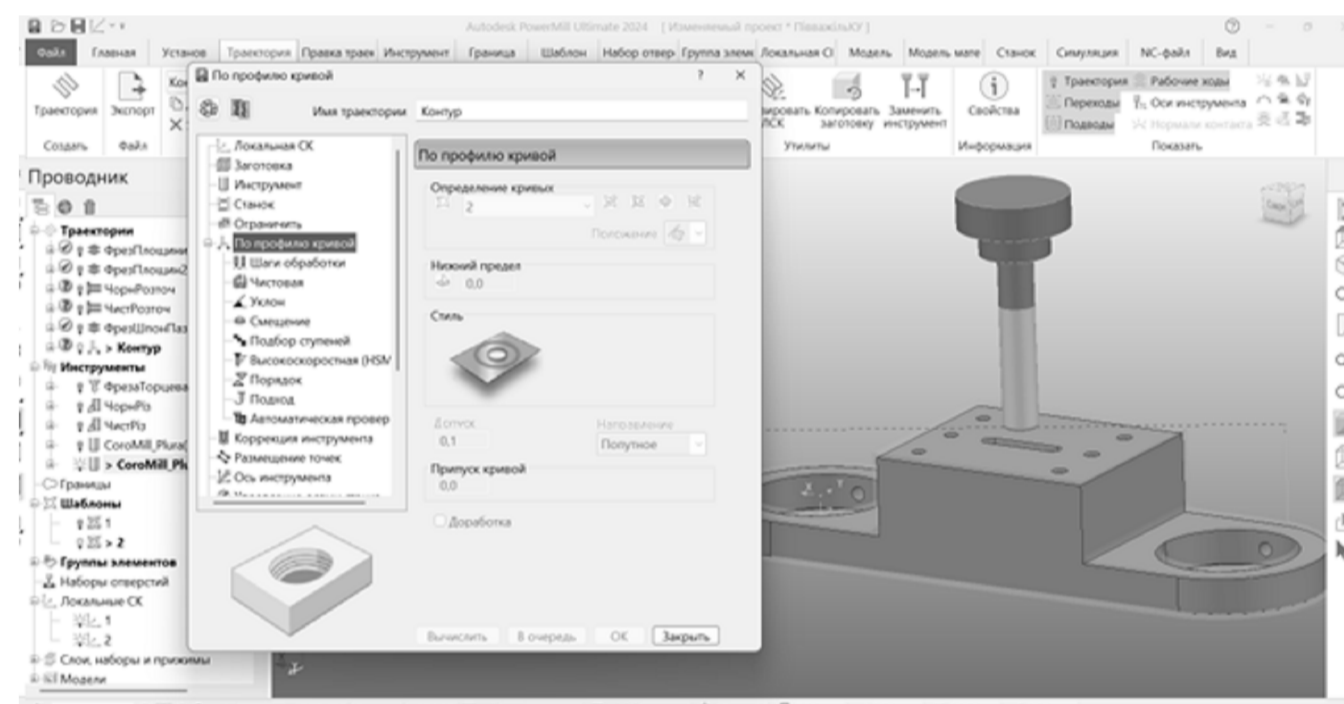
Проектування фрезерування пазу



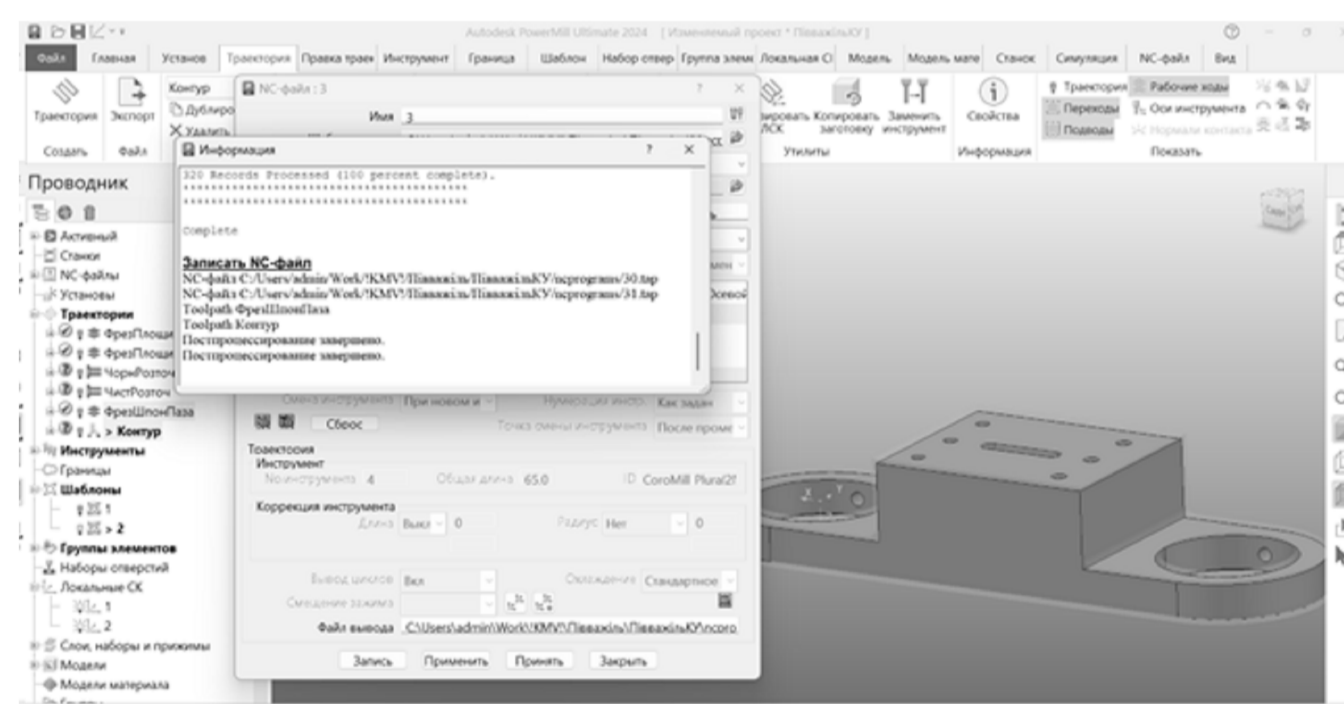
Створення моделі кінцевої фрези



Вибір стратегії обробки



Проектування фрезерування по контуру



Створення та запис NC-файлу

```

100 ; -----
101 ; NO.| ID | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 3|ЧистРіз| | 0.0 |
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 21 MM
105 ; PROGRAM NAME : 21
106 ; PART NAME : Півважіль
107 ; PROGRAM DATE : 2025-06-12 - 16:05:00
108 ; PROGRAMMED BY : ADMIN
109 ; POWERMILL CB : 2024019.0
110 ; POST VER : 2024.0.0.5142
111 ; OPTION FILE : HEIDENHAINMOD
112 ; OUTPUT WORKPLANE : 2
113 ; -----
114 ; -----
115 ; NO.| ID | DIA.| TIP RAD| LENGTH
116 ; -----
117 ; 3|ЧистРіз| | 0.0 |
118 ; -----
119 ; -----
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 H 0 M 4 S
122 ; -----
123 BLK FORM 0.1 Z X-316.5 Y-56.5 Z-2.5
124 BLK FORM 0.2 X56.5 Y56.5 Z68.0
125 ; -----
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : ЧистРозточ
130 ; -----
131 ; PARAMETRIC FEEDRATE DEFINITION
132 Q1=500; PLUNGE FEED RATE
133 Q2=1000; CUTTING FEED RATE
134 Q3=3000; SKIM FEED RATE
135 ; FMAX USED FOR RAPID
136 ; -----
137 ; TOOL NO. :3
138 ; TOOL TYPE : TIPADIUSED
139 ; TOOL ID : ЧистРіз
140 ; TOOL DIA : 0.0 LENGTH 0.0
141 ; -----
142 TOOL CALL 3 Z S1000 DL+0.0 DR+0.0
143 M03
144 L X0.0 Y0.0 FMAX
145 L Z80.0 FMAX
146 M08
147 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
148 CYCL DEF 32.1 T0.1
149 CYCL DEF 32.2 HSC-MODE:1 TA2
150 L X84.4486 Z21.5958 R0 FQ3
151 L X81.6308 Z20.1762 F0.2
152 L X79.6451 Z19.1758
153 L X79.5377 Z19.095
154 L X79.5 Z18.9998
155 L X79.4855 Z0.0002
156 L X78.4487 Z-1.9315
157 L X0.0 Z80.0 FQ3
158 ; -----
159 ; END TOOLPATH : ЧистРозточ
160 ; -----
161 M09
162 M05
163 L M140 MBMAX FMAX
164 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
165 CYCL DEF 32.1
166 CYCL DEF 32.2
167 M30
168 END PGM 21 MM

```

```

100 ; -----
101 ; NO.| ID | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 3|COROMILL_PLURA(2S344-2000-250CTD)|20.0| 2.5 |135.0
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 31 MM
105 ; PROGRAM NAME : 31
106 ; PART NAME : Півважіль
107 ; PROGRAM DATE : 2025-06-12 - 22:33:38
108 ; PROGRAMMED BY : ADMIN
109 ; POWERMILL CB : 2024019.0
110 ; POST VER : 2024.0.0.5142
111 ; OPTION FILE : HEIDENHAINMOD
112 ; OUTPUT WORKPLANE : Глобальная СК
113 ; -----
114 ; -----
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 H 0 M 43 S
122 ; -----
123 BLK FORM 0.1 Z X-186.5 Y-56.5 Z-2.5
124 BLK FORM 0.2 X186.5 Y56.5 Z68.0
125 ; -----
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : Контур
130 ; -----
131 ; PARAMETRIC FEEDRATE DEFINITION
132 Q1=500; PLUNGE FEED RATE
133 Q2=1000; CUTTING FEED RATE
134 Q3=3000; SKIM FEED RATE
135 ; FMAX USED FOR RAPID
136 ; -----
137 ; TOOL NO. :3
138 ; TOOL TYPE : TIPADIUSED
139 ; TOOL ID : COROMILL_PLURA(2S344-2000-250CTD)
140 ; TOOL DIA : 20.0 LENGTH 135.0
141 ; -----
142 TOOL CALL 3 Z S1500 DL+0.0 DR+0.0
143 M03
144 L X0.0 Y0.0 FMAX
145 L Z75.0 FMAX
146 M08
147 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
148 CYCL DEF 32.1 T0.1
149 CYCL DEF 32.2 HSC-MODE:1 TA2
150 L X-130.1595 Y-64.9987 R0 FQ3
151 L Z0.0
152 L Z70.0 FQ1
153 CC X-129.9843 Y0.0251
154 C X-184.9492 Y-34.7167 DR- FQ2
155 CC X-129.9686 Y0.0082
156 C X-194.8263 Y4.7145 DR-
157 CC X-129.9944 Y-0.0101
158 C X-182.0294 Y38.9496 DR-
159 CC X-130.0215 Y0.0355
160 C X-147.2921 Y62.6523 DR-
161 CC X-130.0032 Y0.1674
162 C X-130.0 Y65.0 DR-
163 L X130.0
164 L Z75.0 FQ3
165 L X0.0 Y0.0
166 ; END TOOLPATH : Контур
167 ; -----
168 M09
169 M05
170 M05
171 L M140 MBMAX FMAX
172 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
173 CYCL DEF 32.1
174 CYCL DEF 32.2
175 M30
176 END PGM 31 MM

```

| | | | | БР.ПМ-046.03.00.000 СХ | | | | |
|----------|--------|--------|-------|------------------------|----------------------------------|-----------------|-------|---------|
| Зм. | Арх. | № Док. | Підп. | Дата | Схеми до керуючої програми з ЧПК | Лит | Маса | Масштаб |
| Розроб. | Ланцюг | | | | | Н | | - |
| Перев. | Шляр | | | | | Архив | Архив | 1 |
| Т.контр. | Шляр | | | | | ІФНТУНГ ПМ-21-1 | | |
| Н.контр. | Шляр | | | | | | | |
| Затв. | Ланцюг | | | | | | | |