

**Івано-Франківський національний технічний університет
нафти і газу**

Інститут інженерної механіки та робототехніки
Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

ВИСОЧАН Юрій Володимирович
(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК621.91
(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Тема роботи: «Розроблення технологічного процесу виготовлення деталі
«Вал ПМ-77.00.005»»

(назва роботи)

бакалавр

(назва освітньої програми)

131- Прикладна механіка
(шифр і назва спеціальності)

Ю.В. ВИСОЧАН

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Керівник: Лоліта Дмитрівна ПІТУЛЕЙ 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
проф. Віталій ПАНЧУК

«_____» _____ 2025 року

З А В Д А Н Н Я **НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ**

ВИСОЧАНУ ЮрЮ Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. **Тема роботи:** «Розроблення технологічного процесу виготовлення деталі
«Вал ПМ-77.00.005»»

Керівник: ПТУЛЕЙ Лоліта Дмитрівна к.т.н.доцент кафедри КМВ

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від "06" травня 2025 року № 332/7

2. Строк подання студентом роботи 18 червня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: креслення деталі,тех.процесмех.обробки деталі, тип виробництва середньосерійний

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

1.Конструкторсько-технологічний аналіз 2.Проектування технології виготовлення деталі 3. Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК

4.Конструювання та розробка пристрою 5.Конструювання та розрахунок ріжучого інструменту

5.Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)1.Креслення деталі і заготованки та іструмента 1арк.фор.А1.

2.Карта технологічних налагоджень-1арк. фор.А1

3.Складальне креслення пристроїв-1арк.фор.А1

4. Керуюча програма для верстата з ЧПК1-2арк.фор.А1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Пітулей Л. Д. _к.т.н. доцент кафедри КМВ	25. 02.2025	25. 02.2025

7. Дата видачі завдання 25.02.2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
	Конструкторсько-технологічний аналіз	20.03.2025	
	Проектування технології виготовлення деталі_	01.04.2025	
	Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК	21.04.2025	
	Проектування технологічної оснастки	19.05.2025	
	Оформлення графічного матеріалу	30.05.2025	
	Оформлення технічної документації	15.06.2025	

Студент _____ **ВИСОЧАН Ю.В.** _____
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ **ПІТУЛЕЙ Л.Д.** _____
 (підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Тема бакалаврської дипломної роботи: Тема: «Розроблення технологічного процесу виготовлення деталі «Вал ПМ-77.00.005»»

В бакалаврській роботі міститься: пояснювальна записка має 69 сторінках, включає 53.рисуноків, 11таблиць, 5.додаток і графічна частина (5 арк. фор. А1)

Мета бакалаврської дипломної роботи - полягає в тому щоб для певної деталі «Вал ПМ-77.00.005»» потрібно практично на основі типового технологічного процесу , розробити свій технологічний процес. При цьому користуватись нормативною технічною літературою

В технологічній частині проекту :

- описано призначення та особливості конструкції втулки ,а також аналіз технологічності її конструкції;
- проведено аналіз типового процесу її виготовлення і запропоновані напрями його поліпшення;
- вибрано спосіб формоутворення заготовки;
- вибрані засоби технологічного оснащення з аналізом технологічних можливостей;
- підібрані різальні, вимірювальні і допоміжні інструменти, верстатні пристосування все це обгрунтовано в даній бакалаврській роботі;
- оформлено комплекс технологічних документів виготовлення втулки з картами налагодження технологічних операцій і режими різання.

Досягнення поставленої мети здійснюється шляхом доцільного вибору заготовки, використання високопродуктивних верстатів з ЧПК, модернізованих засобів технологічного оснащення та різальних інструментів. Це дало змогу оптимізувати процес механічної обробки «Вал ПМ-77.00.005».

Для розроблення керуючої програми механічної обробки вала на верстаті з ЧПК використано систему PowerMill, для реалізації завдань графічної частини бакалаврської роботи - програмне середовище AutoDesk Inventor

Ключові слова: технологічний процес, верстат з ЧПК, пристрій, заготовка, механічна обробка, припуски, граничні відхилення, точність виконання розмірів, параметри шорсткості , операція, інструмент

ABSTRACT

Subject of the bachelor's thesis: Topic: "Development of a technological process for manufacturing a part "**Shaft PM-77.00.005**""

The bachelor's thesis contains: an explanatory note has 69 pages, includes 53. drawings, 11 tables, 5. appendix and a graphic part (5 sheets of A1)

The purpose of the bachelor's thesis is that for a certain part "**Shaft PM-77.00.005**" it is necessary to practically develop your own technological process based on a typical technological process. At the same time, use regulatory technical literature

In the technological part of the project:

- the purpose and features of the sleeve design are described, as well as an analysis of the manufacturability of its design;
- an analysis of the typical process of its manufacture is carried out and directions for its improvement are proposed;
- a method of forming the workpiece is selected;
- means of technological equipment are selected with an analysis of technological capabilities;
- selected cutting, measuring and auxiliary tools, machine tools, all this is justified in this bachelor's work;
- a set of technological documents for the manufacture of the bushing with charts for setting up technological operations and cutting modes is drawn up.

The goal is achieved through the appropriate choice of the workpiece, the use of high-performance CNC machines, modernized technological equipment and cutting tools. This made it possible to optimize the machining process "**Shaft PM-77.00.005**".

The PowerMill system was used to develop the control program for machining the shaft on a CNC machine, and the AutoDesk Inventor software environment was used to implement the tasks of the graphic part of the bachelor's work

Keywords: technological process, CNC machine, device, workpiece, machining, allowances, maximum deviations, dimensional accuracy, roughness parameters, operation, tool

Зміст

Вступ

1 Технологічна частина

1.1 Опис призначення та конструкції деталі

1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

1.2.1 Аналіз технічних вимог до деталі

1.3 Аналіз можливостей механічної обробки

1.4 Визначення річної програми випуску деталей і кількості деталей в партії

1.5 Вибір способу отримання заготовки. Розрахунок маси заготовки і визначення коефіцієнта використання матеріалу

1.6. Вибір технологічного обладнання.

1.7 Розробка маршруту обробки деталі

1.8 Розрахунок міжопераційних припусків на механічну обробку

1.9 Розрахунок режимів різання і основного часу

1.9.1 Розрахунок режимів різання

1.9.2 Розрахунок основного часу

1.10 Технічне нормування операцій

2 Розроблення керуючої програми для верстата з ЧПК

3. Конструкторська частина

3.1 Пристрій для механічної обробки

3.2 Опис конструкції і принципу роботи конструкції

3.3 Вимоги з техніки безпеки

3.4 Розрахунок та конструювання різального інструменту

3.5 Свердло центрувальне

Висновок

Список використаних джерел

Додатки:

-Керуюча програма для верстату з ЧПК

-Комплект технічної документації

-Специфікація

					БР.ПМ-077.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Височан Ю.В.				«Розроблення технологічного процесу виготовлення деталі «Вал ПМ-77.00.005»»	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	Пітулей Л.Д.							
Реценз.								
Н. Контр.	Пітулей Л.Д.							
Затв	Панчук В.Г.							
						ІФНТУНГ ПМ-23-1К		

ВСТУП

Технологія машинобудування – наука, що встановлює певні закономірності підвищення продуктивності і економічності технологічних процесів обробки заготовок і зборки деталей машин і механізмів. В машинобудуванні за основні напрямки вважається верстатобудування, інструментальна промисловість, с/г машинобудування, військово-промисловий комплекс, металургія та ракетобудування.

Основою народного господарства України є машинобудування. Саме в машинобудуванні в основному концентруються основні науково-технічні ідеї, створюються нові продукти праці, нові машини, які визначають прогрес в інших галузях народного господарства.

Перед машинобудівним комплексом поставлено завдання різко підвищити темпи та ефективність розвитку економіки на базі:

- прискорення науково-технічного прогресу;
- технічного переозброєння і реконструкції виробництва;
- інтенсивного використання створеного виробничого потенціалу;
- вдосконалення системи управління господарського механізму.

На ріст темпів технічного прогресу важливу роль відіграє комплексна автоматизація виробництва. На сучасному етапі розвитку визначені конкретні завдання по розробці та освоєнню комп'ютерної техніки, технологічної спеціалізації та кооперації виробництва, здійснення заходів по створенню машин, обладнання та пристроїв на основі блоку модульних базових конструкцій. Передбачається збільшити випуск конкурентоздатних довговічних і надійних видів техніки, більш повно використати можливості підвищення технічного рівня і якості машинобудівної промисловості за рахунок дальшого розвитку і прискорення в машинобудуванні прогресивних конструкції матеріалу із низьколегованих сталей, гнутих, фасонних тонких профілів, метало-порошків тощо. Ринок вимагає гнучкості виробництва. Для більш ефективної роботи ринкової економіки необхідні наступні основні умови:

					БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

- максимальна свобода господарської діяльності товаровиробникам, повна відповідальність господарських організацій за результати економічної діяльності, що опирається на рівноправність всіх видів власності.
- конкуренція виробників, як найважливіший фактор стимулювання господарської активності, збільшення випуску продукції і підвищення її якості, зниження витрат, стабілізація цін;
- відмова держави від втручання у господарську діяльність недержавних підприємств.

Одним із основних напрямків в машинобудуванні є вибір економічних форм заготованок, які дають найменші технологічні відходи. Безперервне підвищення точності заготованок і наближення їх форм до форм готових деталей різко скорочує область використання різних методів обробки різанням, обмежуючи їх в ряді випадків кінцевими операціями і тим самим скорочує відходи металу в стружку.

В серійному виробництві повинні широко застосовуватись верстати з ЧПК, прогресивне оснащення та різальні інструменти.

Основні задачі технології машинобудування – вивчення технологічних процесів механічної обробки процесів перетворення заготованок в готові деталі машин, узагальнення теоретичних і практичних відомостей.

Використання верстатів з ЧПК дає змогу збільшувати продуктивність в 1,5-5 разів у порівнянні з верстатами з ручним керуванням, а також скорочується час циклу виготовлення деталі. Верстатні пристрої, що використовуються при виготовленні деталі, також зменшують час і деталь оброблюється з досить високою точністю. Взаємне розташування поверхонь та конфігурація деталі «Вал ПМ-77.00.005» дає змогу використовувати стандартні різальні та вимірювальні інструменти.

					БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

1.ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1Опис призначення та конструкції деталі

Розробка технологічного процесу виготовлення деталі Вал ПМ-77.00.005 починається з детального вивчення його службового призначення в машині, вузлі чи агрегаті та аналізу технічних вимог, яким він має відповідати.

Для цього необхідно вивчити складальні креслення вузла, машини чи агрегату, де розміщений вал як складальна одиниця, норми точності та вимоги щодо технології складання. Встановити взаємозв'язок вала з іншими деталями, правильно проставити розміри та допуски, скласти план послідовності механічної обробки окремих поверхонь деталі, розрахувати міжопераційні розміри та допуски, допомагають схеми розмірних ланцюгів складального креслення.

Наприклад службове призначення синхронного генератора описується рядом технічних умов та вимог до складання (збереження незмінності положення) Вала ротора в осьовому напрямку під час роботи генератора. З цією метою в конструкції передбачається без люфтове з'єднання лівої підшипникової опори Вала ротора.

З метою попередження можливого прогину Вала в результаті температурного розширення, що може спонукати до заклинювання Вала у підшипниках або до зміни величини люфту між стартером та ротором, а також до зміни електричних характеристик генератора, підшипник правої опори для компенсації температурної деформації передбачається плаваючим.

Крім того, однією з умов технічних вимог є обмеження певними допустимими значеннями зміщення осі симетрії щітки відносно осі симетрії колекторного кільця, яке має бути спряженим з Валом ротора.

Розміри Вала з допустимими відхиленнями можна правильно визначити тільки керуючись службовим призначенням деталі та технічними вимогами.

Вали в основному виготовляються з конструкційних і легованих сталей, до яких ставляться вимоги високої міцності, хорошої оброблюваності, малої чутливості до концентрації напружень, а також здатності до термообробки (з

					БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

метою підвищення зносостійкості). Таким вимогам найкраще відповідають сталі наступних марок: 35; 40; 45; 40Г; 50Г; 40Х та ін.

Згідно завдання, матеріал деталі «Вал» – Сталь 40Х – конструкційна легована сталь ДСТУ 7806:2016.

Деталь «Вал ПМ-77.00.005» виготовляється із матеріалу Сталь 40Х ДСТУ 7806:2016. Із даної сталі виготовляють осі, вали, вал – шестірні, плунжери, штоки, кільця, шпинделі, оправки, рейки, втулки та інші покращені деталі, підвищеної міцності.

Дана сталь відповідає технічним вимогам на виготовлення деталі “Вал ПМ-77.00.005”, оскільки фізико-механічні властивості матеріалу забезпечують умови експлуатації даної деталі та її оброблюваності під час виготовлення.

Таблиця 1.2 Хімічний склад Сталі 40Х ДСТУ 7806:2016.

Склад елементів в %							
Вуглець С	Кремній Si	Залізо Fe	Сірка S	Фосфор P	Мідь Cu	Нікель Ni	Хром Cr
0,36 – 0,44	0,17- 0,37	~ 0,97	0,035	0,035	0,3	0,3	0,8- 0,1

Таблиця 1.3 Механічні властивості сталі 40Х ДСТУ 7806:2016

Гранична міцність σ_b , МПа	Гранична плинність σ_T , МПа	Відносне видовження δ , %	Відносне звуження ψ , %	Твердість НВ
610	355	16	40	174-217

Запропонована марка сталі найкраще підходить для виробництва даної деталі (вала) , оскільки вона має високі механічні властивості, які забезпечують надійність і довговічність експлуатації даної деталі. Обробка Сталі40Х після термічної обробки лезовим інструментом не викликає труднощів

					БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

Технологічність деталі – Вал ПМ-77.00.005 важлива технічна основа, яка забезпечує використання конструкторських та технологічних резервів для виконання задач по підвищенню техніко-економічних показників виготовлення та якості виробів. Робота по покращенню технологічності повинна проводитись на всіх етапах проектування та впровадження у виробництво деталей, які підлягають механічній обробці.

Технологічність конструкції деталі обумовлюється:

- раціональним вибором матеріалу;
- раціональним вибором способу отримання заготовки;
- технологічністю форми деталі;
- обґрунтованим проставленням розмірів;
- призначенням оптимальної точності розмірів; форми та взаємного розміщення поверхонь, параметрів шорсткості та технічних вимог.

Технологічність деталі Вал ПМ-77.00.005 залежить від типу виробництва; вибраного технологічного процесу, обладнання, оснащення та інструменту; організації виробництва, а також від умов роботи деталі у виробі.

Деталь Вал ПМ-77.00.005 належить до класу «круглі стержні», ознаками технологічності конструкції даної деталі є можливість у ступінчатих валів доступу різального інструменту для всіх оброблюваних поверхонь; розміщення зовнішніх циліндричних поверхонь 2; 4; 6; 8 із зменшенням діаметрів від середини деталі до обох торців (пов.1; 9); відсутність отворів; шпонкових канавок і шліців; лисок та різьб, що дає можливість застосовувати для виготовлення такої деталі заготовку, яка за формою та розмірами буде максимально наближена до форм та розмірів готової деталі.

Нетехнологічними елементами конструкції даної деталі є значні перепади діаметрів ступенів (до прикладу: $\varnothing 75/\varnothing 50$; $\varnothing 75/\varnothing 45$; $\varnothing 45/\varnothing 30$ при загальній довжині вала $L = 430$), а також доволі значна ступінь жолоблення

$$(L/d = 430/50 = 8,6).$$

					БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

1.2.1 Аналіз технічних вимог до деталі

Розмірна характеристика деталі: Вал ПМ-77.00.005

- найбільший зовнішній діаметр 75 мм;
- довжина $L_1 + L_4 = 345 + 85 = 430$ мм.

За габаритними розмірами деталі вибирають верстатне обладнання, на якому доцільно обробляти заготовку цієї деталі.

Згідно ескізу деталі Вал ПМ-77.00.005 (рис.1.1) 4 зовнішні циліндричні поверхні (2; 4; 6; 8) підлягають механічній обробці відповідно за 6, 11, 6 та 9 квалітетами; торці – за 11; виступи – за 11.

Найбільш чисто оброблені поверхні (2; 6) з шорсткістю $Ra\ 1,25$. В подальшому для зручності посилань та розрахунків змінимо службові символи індексів вихідних позначень, використавши індекси поверхонь:

$$- d_2 = 50h6;$$

$$- d_4 = 75h11;$$

$$- d_6 = 45m6;$$

$$- d_8 = 30f9.$$

Вагова характеристика деталі: $m_g = 7,96$ кг.

Слід зазначити характер нанесення лінійних розмірів згідно виданого завдання: всі вони задаються від торця виступу (пов.3) між ступенями поверхонь 2 та 4. Такий характер нанесення розмірів вплине на порядок обробки торцевих поверхонь. Із двох торців (пов.3 та 7) в першу чергу треба обробити базовий торець (пов.3) і від нього вести відлік і контроль лінійних розмірів при обробці решти виступів заготовки (пов.5; 7) та торця (пов.9).

Дані технічних вимог точності розмірів та якості поверхонь, отриманих механічною обробкою, заносимо у таблицю 1.1.

					БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Таблиця 1.1 – Технічні вимоги точність розмірів та шорсткість поверхонь

№ пов.	Розмір, який зв'язує поверхні, мм	Точність розміру, допустимі відхилення від правильності форми і взаємного розміщення поверхонь	Шорсткість поверхонь, мкм
1; 9	430	$h11(-0,4)$	Ra 5; Ra 5
1; 3	85	$h11(-0,22)$	Ra 5; Ra 5
3; 5	115	$h11(-0,22)$	Ra 5; Ra 5
3; 7	315	$h11(-0,32)$	Ra 5; Ra 5
3; 9	345	$h11(-0,36)$	Ra 5; Ra 5
2	Ø50	$h6(-0,016)$	Ra 1,25
4	Ø75	$h6(-0,19)$	Ra 10
6	Ø45	$m6(+0,025/+0,009)$	Ra 1,25
8	Ø30	$g9(-0,02/-0,072)$	Ra 2,5

5
√(✓)

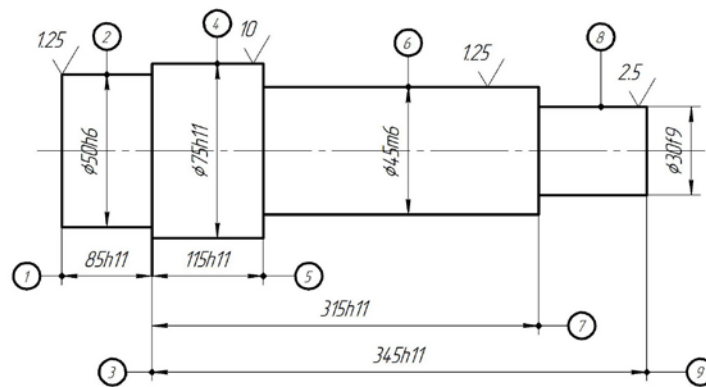


Рисунок 1.1 Ескіз деталі Вал ПМ-77.00.005 з позначенням поверхонь

					БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		12

1.3 Аналіз можливостей механічної обробки

При аналізі можливостей механічної обробки даної деталі Вал слід керуватись певними правилами.

При розробці технологічного процесу деталі Вал ПМ-77.00.005 розглядається як комплекс взаємозв'язаних елементарних поверхонь (1-9). Тому спочатку визначаються елементарні технологічні процеси обробки кожної поверхні, що забезпечують отримання потрібної точності розмірів та шорсткості поверхні. Потім на цій основі формують технологічні операції, визначається їх послідовність.

Для обробки поверхонь певного виду, а для деталі Вал ПМ-77.00.005 – це торцеві 1; 3; 5; 7; 9, а також зовнішні циліндричні 2; 4; 6; 8 можуть використовуватися різні методи.

У зв'язку з цим, для досягнення заданих точностей поверхні і фізико-механічних властивостей поверхневого шару кількість варіантів механічної обробки може бути достатньо великою.

В табл.1.2 наведені всі можливі варіанти викінчувальної механічної обробки торцевих та зовнішніх циліндричних поверхонь деталі Вал.

При використанні технологічних операцій викінчувальної обробки, а обмежений їх набір, який найповніше відповідатиме вимогам конкретного підприємства та типу виробництва (в даному випадку – середньосерійному). Це дозволяє значно спростити алгоритм формування операцій і в подальшому не аналізувати велику кількість варіантів можливих методів механічної обробки, які оснований на технічно недоцільних та малоефективних видах обробки поверхонь.

При аналізі можливостей механічної обробки типових деталей Вал слід зважати на те, що така обробка повинна забезпечити необхідну їх жорсткість і міцність, оскільки вони сприймають в процесі роботи великі статичні та динамічні навантаження. Тому, між чорною та чистою обробкою необхідно провести цементацію щиток Вала (поверхні 2 та 6) на глибину 0,7-1,2 мм, азотування на глибину 0,3-0,4 мм, гартування цих поверхонь до HRC 55...58. Крім того, необхідно звести до мінімуму дисбаланс мас. Допустиме биття

					БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

посадкових щиток відносно баз не більше 0,01-0,03 мм, а не посадкових – до 0,05-0,1 мм.

Циліндричність та круглість підшипникових шийок для механізмів нормальної точності повинна знаходитись в межах 0,25-0,5 допуску на діаметр.

Ступінчасті вали виготовляються різними серіями, використовуючи при цьому різні структури операцій і технологічне обладнання, однак загальна послідовність операцій залишається однаковою для любого типу виробництва.

В умовах середньосерійного виробництва доцільно використовувати обмежену кількість типів верстатів, тому проаналізувавши таблицю 1.2 методами досягнення заданої точності та шорсткості поверхонь деталі Вал оберемо: для поверхонь 1; 3; 5; 7; 9 (IT11; Ra 5) чистове торцеве точіння; для поверхонь 2 та 6 (IT6; Ra 1,25) – тонке обточування; для поверхні 4 (IT11; Ra 10) – одно крайне або чистове обточування;

					БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

1.4 Визначення річної програми випуску і кількості деталей в партії

При технічному аналізі випускна річна програма є найбільш важливим параметром. Виходячи із випускної програми і прийнятих організаційних форм, плануючого випуску продукції визначають розміри партій запуску деталі у виробництво, що в свою чергу визначає окремі витрати пов'язані з переналагодженням верстатів, навантажувально-розвантажувальних пристроїв, вимірних машин, виконанням транспортних операцій.

Річна програма в значній мірі визначає окремі витрати на програмування, технологічне оснащення, обумовлене методом отримання заготовок.

Приймаємо такий режим роботи підприємства:

366 – кількість календарних днів у році;

$F = 366 - 10 - 52 \cdot 2 = 252$ – кількість робочих днів у році;

2 – кількість робочих днів на тиждень – 5;

3 – тривалість зміни $t = 40/5 = 8$ год;

4 - кількість робочих змін на добу $m = 2$;

5 – виробництво переривне.

Визначимо номінальний і дійсний фонд роботи обладнання:

$$F_{н\ обл} = F \cdot t \cdot m = 251 \cdot 8 \cdot 2 = 4016 \text{ год};$$

$$F_{д\ обл} = P \cdot k_{\theta} = 4016 \cdot 0,96 = 3856 \text{ год},$$

де $k_{\theta} = 0,96$ – коефіцієнт втрат роботи обладнання з організаційно-технічних причин.

Оскільки, в умовах середньосерійного типу виробництва такт випуску відсутній, приймаємо N_p згідно рекомендацій для деталей $m < 20$ кг, $N_p = 1000$ штук.

					БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

1.5 Вибір способу отримання заготовки. Розрахунок маси заготовки і визначення коефіцієнта використання матеріалу

Продуктивність механічної обробки валів залежить від виду вихідної заготовки, її матеріалу розмірів, конфігурації та типу виробництва.

При виготовленні гладких валів і валів з невеликою кількістю та незначними перепадами діаметрів ступенів в умовах серійного виробництва, як правило, заготовки отримують розрізанням гарячекатаних чи холодно тягнутих прутків з наступного механічного обробкою. При виготовленні валів масою більше 15 кг, зазвичай, використовують вільне кування у підкладних штампах.

Для зменшення жолоблення та деформації при наступній механічній обробці та загартуванні необхідно передбачати перед механічною обробкою термічну, краще нормалізацію, оскільки при цьому на термообробку витрачається мінімум часу, а сталь набуває хорошої оброблюваності.

Крім того, при великих виробничих партіях вихідні заготовки для валів отримують із прокату шляхом його розрізування з наступною механічною обробкою або куванням в групових пере налагоджувальних штампах.

Операція розрізування, як правило, виконується на відрізних верстатах дисковими або сегментними пилами, абразивними кругами на вулканічній зв'язці, а також ножовичними полотнами. Вибір методу розрізування прокату залежить від типу виробництва, діаметру заготовки та твердості матеріалу.

Найпродуктивнішим методом отримання штучних заготовок із прокату є рубання на пресах. Цей метод з належною організацією виробництва може бути використаним у всіх типах виробництва. Його недолік – косина зрізу – може компенсуватись на операціях обробки торців при centruванні.

В умовах середньосерійного виробництва при виготовленні валів, які мають значну кількість ступенів (в нашому випадку – 4), що суттєво відрізняються діаметром, вихідні заготовки валів доцільно отримувати штампуванням, що забезпечить мінімальне наближення конфігурації заготовки до конфігурації вала.

					БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Крім того, високі механічні характеристики штампованої сталі підвищують термін служби деталі в машині, вузлі чи агрегаті, збільшують жорсткість і вібростійкість кінематичного ланцюга.

Використання точних за розмірами та формою заготовок при виготовленні високоточних валів пов'язано перш за все з намаганням зменшити спадковий перенос похибок заготовки на деталь.

Однак висока точність розмірів вихідної заготовки веде до ускладнення умов її одержання при підвищеній вартості.

Невисока точність розмірів вихідної заготовки приведе до збільшення витрат матеріалу, і головне, до суттєвого коливання зусиль затискання. У пристроях механічної обробки, що вимагатиме більшої кількості послідовних уточнень, тобто, збільшення кількості операції механічної обробки технологічного процесу або часу виконання чорнових операцій через застосування кількох робочих ходів.

Тому технологічно та економічно прийнятною точністю слід вважати IT 14-15.

Вибираючи спосіб отримання заготовки, слід порівняти коефіцієнт використання матеріалу або вагової точності при штампуванні на тому чи іншому обладнанні.

Здійснити об'ємне штампування вихідної заготовки для деталі Вал можливо на такому обладнанні:

- молотах;
- механічних пресах;
- горизонтально-ковальських машинах;
- гідравлічних пресах.

Скориставшись порівняльною характеристикою існуючих способів кування та штампування ([2], табл.5, 12, с.134-135), обираємо штампування вихідної заготовки на горизонтально-ковальських машинах.

Коефіцієнт використання матеріалу на такому обладнанні знаходиться в межах 0,7-0,8.

Приймаємо $K_{в.м} = 0,75$.

Визначаємо масу поковки:

					БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$m_n = \frac{m_g}{K_{\text{в.м}}},$$

де m_g – маса деталі, $m_g = 7,96$ кг.

Отже,

$$m_n = \frac{7,96}{0,75} = 10,6 \text{ кг.}$$

Для визначення розмірів заготовки необхідно визначити вихідний індекс поковки.

У відповідності з ДСТУ 7505:2009 основними ознаками штампованих заготовок при визначенні вихідного індексу є:

- точність виготовлення (Т);
- група сталі (М);
- маса поковки (m_n);
- степінь складності (С);
- конфігурація поверхні роз'єму використаного штампу.

При штампуванні на горизонтально-ковальських машинах досягається точність виготовлення Т4-Т5. В умовах середньосерійного виробництва приймаємо Т4.

Група сталі М2.

Маса поковки $m_n = 10,6$ кг.

Степінь складності при умові виготовлення вихідної заготовки за два переходи – С1 ([2], табл.5. 7, с.112).

Конфігурація роз'єму штампа – плоска. Отже, за ДСТУ 7505:2009 вихідний індекс поковки – 14.

Призначаємо основні припуски на механічну обробку ([2], табл.5.8, с.119):

$$\left. \begin{array}{l} Z_1 = Z_9 = 2,7 \text{ мм}; Z_3 = 2 \text{ мм} \\ Z_5 = 2,3 \text{ мм} \\ Z_7 = 2,7 \text{ мм} \end{array} \right\} \text{припуски на сторону.}$$

Симетричні припуски:

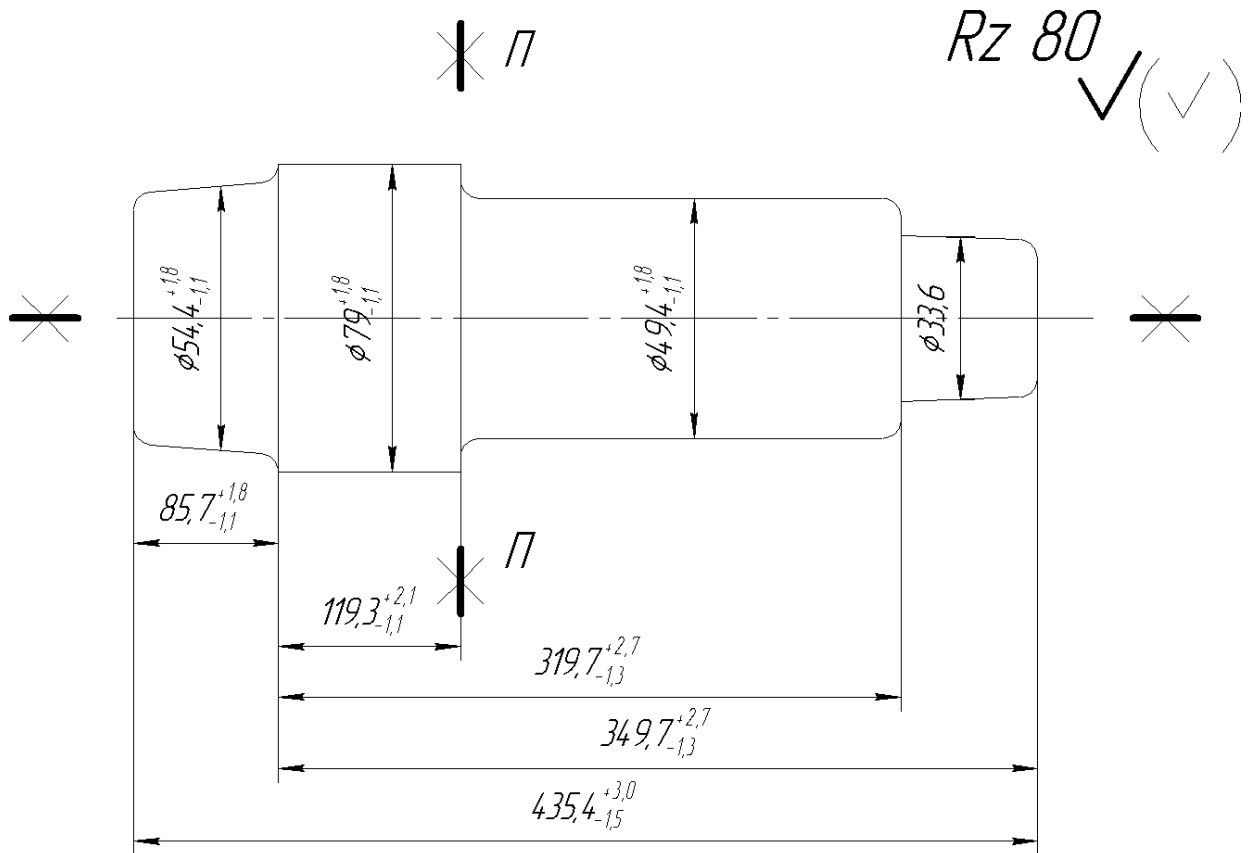
$$2Z_2 = 2 \cdot 2,2 = 4,4 \text{ мм}$$

					БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$2Z_4 = 2 \cdot 2 = 4 \text{ мм}$$

$$2Z_6 = 2 \cdot 2,2 = 4,4 \text{ мм}$$

$$2Z_8 = 2 \cdot 2,3 = 4,6 \text{ мм}$$



1. Невказані штампувальні ухили $0^\circ 15'$
2. Невказані штампувальні радіуси $R3$
3. Допустиме зміщення по площині роз'єму штампа не більше $0,8\text{мм}$
4. Допустима задирка – до $1,5$
5. Індекс поковки 14: T4, M2, C2

Рисунок 2. Ескіз заготовки деталі з позначенням припусків поверхонь

Штампувальні ухили встановлюємо з врахуванням рекомендацій табл.1.10 для зовнішніх поверхонь, які формуються Пуансоном – 15: радіуси округлень $r3$ ([2], с.122).

Визначаємо номінальні розміри поковки:

									Арк.
									19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ				

$$L_{3аз} = L_{дем} + Z_1 + Z_9 = 430 + 2,7 + 2,7 = 435,4 \text{ мм};$$

$$L_{3аз} = L_1 + Z_3 + Z_9 = 345 + 2 + 2,7 = 349,7 \text{ мм};$$

$$L_{3аз} = L_2 + Z_3 + Z_7 = 315 + 2 + 2,7 = 319,7 \text{ мм};$$

$$L_{3аз} = L_3 + Z_3 + Z_5 = 115 + 2 + 2,3 = 119,3 \text{ мм};$$

$$L_{3аз} = L_4 + Z_1 - Z_3 = 85 + 2,7 - 2 = 85,7 \text{ мм};$$

$$d_{2аз} = d_2 + 2Z_2 = 50 + 4,4 = 54,4 \text{ мм};$$

$$d_{4аз} = d_4 + 2Z_4 = 75 + 4 = 79 \text{ мм};$$

$$d_{6аз} = d_6 + 2Z_6 = 45 + 4,4 = 49,4 \text{ мм};$$

$$d_{8аз} = d_8 + 2Z_8 = 30 + 3,6 = 33,6 \text{ мм}.$$

Визначаємо номінальні розміри поковки, знаходимо допуски на них, після чого оформляємо ескіз поковки з написанням технічних вимог ([2], табл.5.9, с.120).

$$L_{3аз} = 435,4^{+3,0}_{-1,5};$$

$$L_{13аз} = 349,7^{+2,7}_{-1,3};$$

$$L_{23аз} = 319,7^{+2,7}_{-1,3};$$

$$L_{33аз} = 119,3^{+2,1}_{-1,1};$$

$$L_{43аз} = 85,7^{+1,8}_{-1,1};$$

$$d_{23аз} = 54,4^{+1,8}_{-1,1};$$

$$d_{43аз} = 79^{+1,8}_{-1,1};$$

$$d_{63аз} = 49,4^{+1,8}_{-1,1};$$

$$d_{83аз} = 33,6^{+1,6}_{-0,9}.$$

Висновок: при проектуванні перевагу віддаємо штампованій заготовці, так як вона є дешевшою в порівнянні із заготовкою, що обробляється (пруток) в базовому технологічному процесі.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ

Арк.

20

1.6. Вибір технологічного обладнання.

Виходячи з розмірів та конфігурації деталі, а також типу виробництва, для токарної обробки деталі (чорнових і чистових операцій) вибираємо Токарний верстат з ЧПУ моделі **SZGH-25** і Круглошліфувальний верстат **MW500**



Рисунок.1.3 . Токарний верстат з ЧПУ **SZGH-25**

Основні характеристики	
Модель	SZGH-25
Максимальний обертовий діаметр, мм	350
Максимальний прохідний діаметр над супортом, мм	80

					БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		21

Максимальна довжина заготовки, мм	150
Діаметр прохідного отвору шпинделя, мм	25
Кут нахилу супорта, гр	30
Шпиндель	
Конус шпинделя	A2-4
Максимальні оберти, об/хв	3500
Тип приводу	Серво шпиндель ремінна передача
Тип затиску патрона	гідравлічний
Потужність, кВт	2,2
Переміщення	
Вісь Z, мм	180
Вісь X (в діаметрі), мм	500
Тип направляючих	КГП та рельси 25 мм
Швидкість переміщення Z/X м/хв	До 25
Точність обробки, мм	±0,02
Потужність двигунів осей, кВт	1,3
Шероховатість обробленої поверхні	≤Ra 1.6
Висота до центра блоків, мм	40
Інструменти	
Блоки інструментальні лінійні, шт	5
Переріз токарних різців, мм	16*16
Система керування	
Система ЧПК	SZGH- 1000Tdb
Обнулення верстата	суперпозиція
Точність після обнулення, повторюваність мм	±0,01
Різне	
Габарити (ДхШхВ), мм	1700*1400*1600
Маса, кг	1400
Напруга, В	380
Максимальнаа споживана потужність, кВт	3,5
Гофрозахист X/Z	телескопічний металевий
Система машення КГП та напраляючих переміщення	автоматична
ЗОР	бак, замкнута система
Опціонально	- револьверна голова на 8

					БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		22

	інструментів - приводні блоки від 1 до 12 інструментів - цанговий патрон - автоматична подача заготовки BARFEEDER
Станина	Чугуна
Каркас	Кабінетного типу

Круглошліфувальний верстат MW500



Рисунок.1.3 . Круглошліфувальний верстат MW500

Технічні дані

Піднесення центрів [мм]	100
Відстань між центрами [мм]	520
Макс. довжина шліфування (мм)	500
Діаметр шліфування (мм)	4-125
Макс. вага заготовки [кг]	10
Діаметр внутрішнього шліфування [мм]	10-40
Глибина внутрішнього шліфування [мм]	50
Збільшення подачі на блок шліфування	0,0025
Значення гідравлічної подачі столу	0,05-4,5
Поворот столу вправо/вліво	+/- 9°

					БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		23

Діаметр шліфування (мм)	4-125
Обороти шпинделя	(6) 300 - 1040
Поворот шліфувального шпинделя	+/- 90 °
Конус шпинделя	МК 4
Макс. хід шліфувального круга [мм]	115 mm
Макс. хід шліфувального кола у верхній частині повзунка [мм]	65
Експрес-гідравлічна подача шліфувального круга [мм]	15
Подача з допомогою обертового колеса [мм]	0,5
Подача за допомогою механічного важеля [мм]	0,0025
Розміри шліфувального круга [мм]	300 x 40 x 127
Кут повороту вправо/вліво	+/- 180
Задня бабка	МК 2
Швидкість обертання шпинделя при шліфуванні отворів	17000 min
Потужність двигуна зовнішнього [кВт]	3,475
Розміри [мм]	2240x1160x1600
Вага [кг]	1800

					БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

1.7 Розробка маршруту обробки деталі

Маршрут механічної обробки деталі Вал ПМ-77.00.005 включає у загальному випадку такі операції:

- контроль якості заготовки;
- створення технологічних баз;
- чорнове обточування;
- чистове обточування;
- термічна обробка;
- тонке обточування або попереднє шліфування шийок;
- контроль якості деталі.

Основними базами валів найчастіше є осі опорних шийок. Однак використати їх в якості баз, як правило, важко. Тому на більшості операцій як технологічні бази використовують поверхні центрувальних отворів, що дозволяє обробляти майже всі зовнішні поверхні Вала, витримуючи принцип єдності баз без похибки від незбігання баз для діаметральних розмірів.

У зв'язку з цим механічну обробку валів починають з обробки торців та їх центрування. Залежно від типу виробництва ця операція виконується за різними схемами.

В умовах серійного виробництва обробка торців та свердління центрувальних отворів зазвичай виконують на токарно-гвинторізних та токарно-револьверних верстатах з двох установів. Використовують також роздільне фрезерування торців на фрезерних верстатах і центрування на одно- чи двосторонніх центрувальних верстатах.

Обробка з двох установів приводить до похибки відносного розташування центрувальних отворів і в подальшому до кромкового контакту центрів з центрувальними отворами змінанню центрових отворів і похибки форм оброблених поверхонь.

Тому обробку двох торців (пов.1та 9) доцільно проводити на фрезерно-центрувальному верстаті. Це забезпечить відносну паралельність торців та перпендикулярність до них центрувальних отворів; співвісність центрувальних

					БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

отворів; рівномірність зняття припуску на базових шийках при відсутності похибки базування в радіальному напрямку.

Чорною базою служать циліндричні поверхні вала. Реалізацією такого базування здійснюється за допомогою нерухомих призм.

На подальшу структуру операцій механічної обробки деталі Вал впливає форма та спосіб встановлення оброблюваної заготовки: в кулачковому, повідковому, цанговому патронах; в центрах чи в трикулачковому патроні та задньому центрі.

Найбільше використання має трикулачковий само центруючий патрон з пневмо та гідроприводом, а також з ручним затискачем. Похибка встановлення складає 0,05-0,1 мм. Для виключення похибки базування в осьовому напрямку деталь встановлюють в патрон з упором в торець ступені вала (пов.3), від якого задані лінійні розміри L_3 , L_2 , L_1 .

При виготовленні ступінчастих термооброблених валів чистову обробку виконують з припуском на тонке точіння або попереднє шліфування для поверхонь 2 та 6 (IT6; Ra 1,25).

Враховуючи тип виробництва (середньосерійний), механічну обробку доцільно проводити на одній групі верстатів – токарній.

Тому перевагу необхідно надати токарному з ЧПУ **SZGH-25**,

Після цього проводиться шліфувальна операція на заточному верстаті, де проводиться зняття заусенець і шліфування.

Наступним етапом обробки є круглошліфувальна операція яка проводиться на кругло-шліфувальному верстаті з ЧПК **MW500** пристрої – центра і хомутик. На цій операції проводиться шліфовка з переустановкою деталі.

Маршрут обробки складаємо у вигляді таблиці.

					БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Таблиця 1.5 – Опис технологічного процесу деталі Вал

№ оп.	Назва і зміст операції	Обладнання	Схема базування
1	2	3	4
005	Контрольна	Стенд контрольний	
010	<u>Фрезерно-центрувальна</u> 1) Встановити, закріпити деталь 2) Фрезерувати торці (пов.1; 9) 3) Центрувати отвори на пов.1; 9 4) Зняти деталь	Фрезерно-центрувальний мод.МР71, призма	Рис.5.1
1	2	3	4
015	<u>Токарно-гвинторізна</u> 1) Встановити, закріпити деталь 2) Підрізати торець (пов.1) однократно 3) Обточити пов.2; 4 начорно з підрізанням торця (пов.3)	Токарний- верстат ЧПУ SZGH-25 , патрон трикулачковий, центр	Рис.5.2
020	<u>Токарно-гвинторізна</u> 1) Встановити, закріпити деталь 2) Підрізати торець (пов.9) однократно 3) Обточити пов.8; 6 начорно з підрізанням торців (пов.7; 5)	Токарний- верстат ЧПУ SZGH-25 , патрон три кулачковий, центр	Рис.5.3
025	Термічна		
030	<u>Токарно-гвинторізна</u> 1) Встановити, закріпити деталь	Токарний- верстат ЧПУ SZGH-25 , патрон три кулачковий, центр	Рис.5.4
Установ А	2) Обточити пов.8; 6 начисто з підрізанням торців (пов.7; 5)		Рис.5.4
Установ Б	3) Обточити пов.2 начисто з підрізанням торця начисто (пов.3) 4) Зняти деталь		Рис.5.5

1			
1	2	3	4
035	<u>Токарно-гвинторізна</u> 1) Встановити, закріпити деталь 2) Обточити пов.6 натонко	Токарний- верстат ЧПУ SZGH-25 патрон трикулачковий, центр	Рис.5.6
Установ А			
Установ Б	3) Обточити пов.2 натонко 4) Зняти деталь		Рис.5.7
045	Кругло шліфувальна з ЧПК А. Установити і закріпити деталь	Кругло-шліфувальний верстат з ЧПК MW500 Пристрій. Центр А-2-4Н ДСТУ 8742:2005 центр 7032-0039 ДСТУ 13214:2009 Хомутик 7007-0025 ДСТУ 2578:2000	Рис.5.8
	1. Переустановити деталь	Різ ін-т. Шліф круг 300x40x127 63А 25П СМ К 35м/с А 1кл.	
	2. Шліфувати пов.	Кругло-шліфувальний верстат ЧПК MW500 - Пристрій. Центр А-2-4Н ДСТУ 8742:2005 ,центр 7032-0039 ДСТУ 13214:2009 Хомутик 7007-0025 ДСТУ 2578:2000 Різ ін-т. Шліф круг 300x40x127 63А 25П СМ К 35м/с А 1кл.	
050	Контрольна		

					БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		28

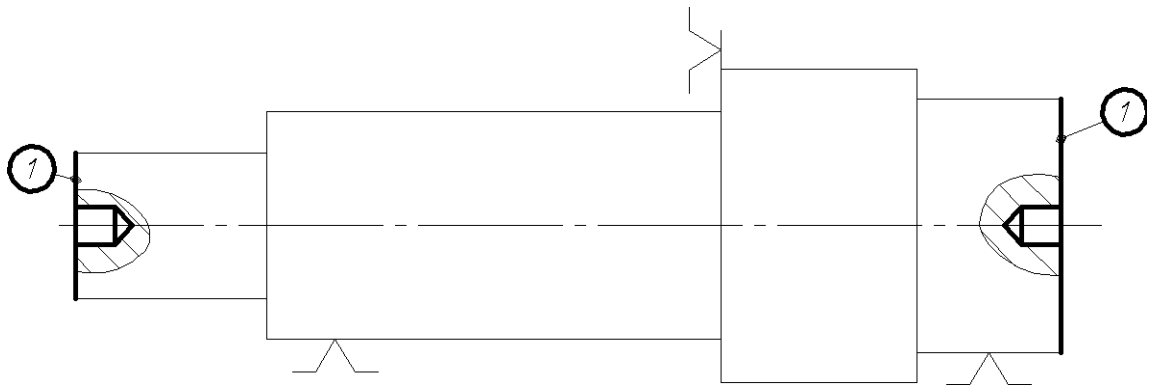


Рисунок 5.1

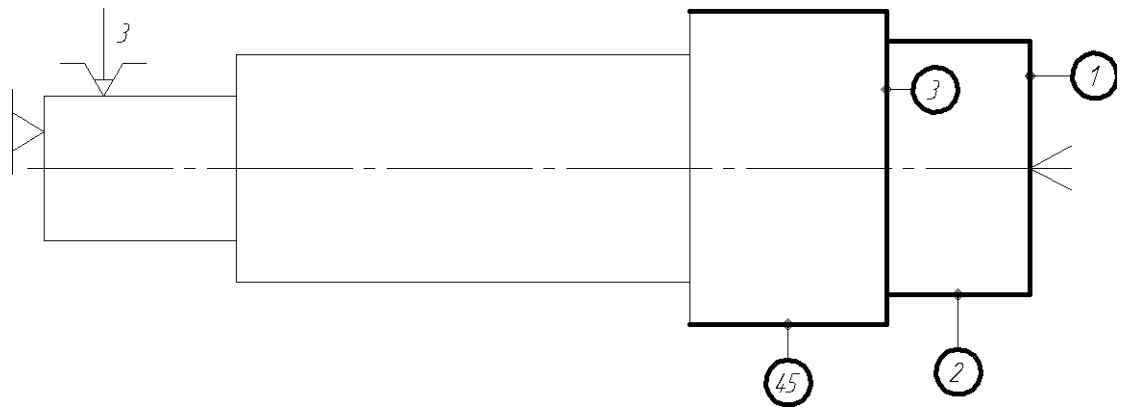


Рисунок 5.2

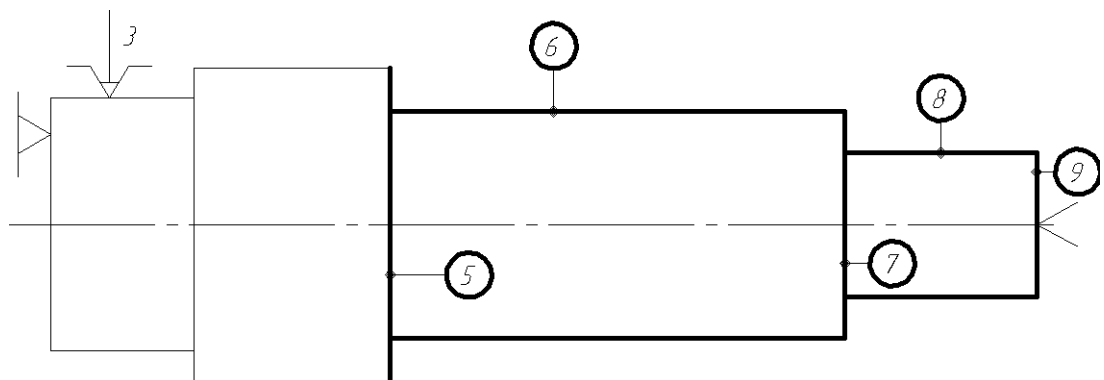


Рисунок 5.3

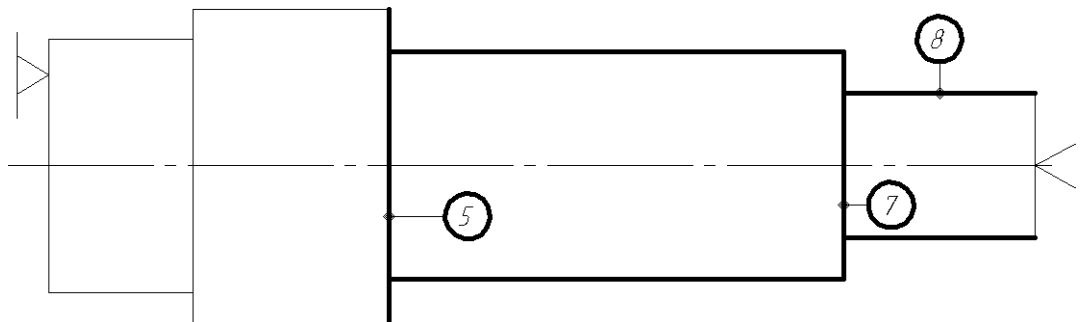


Рисунок 5.4

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ

Арк.

29

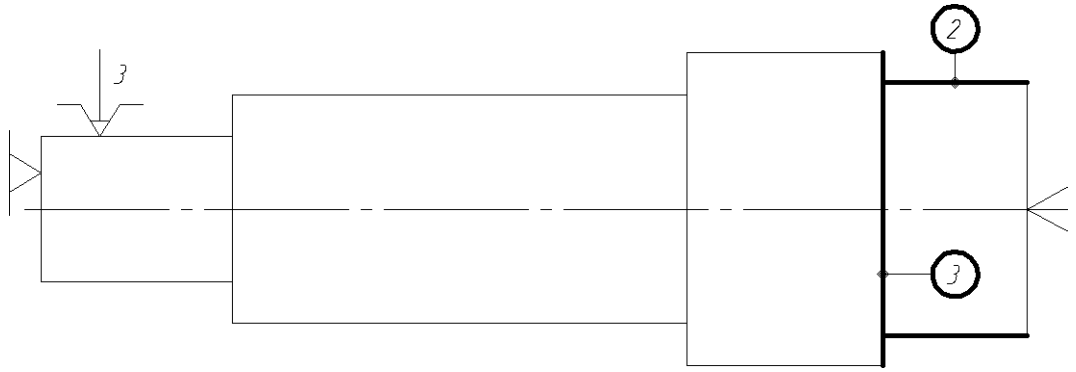


Рисунок 5.5

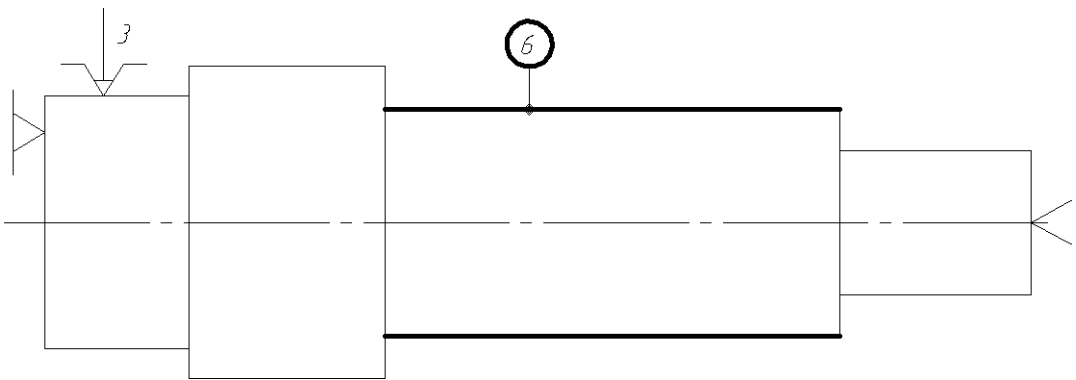


Рисунок 5.6

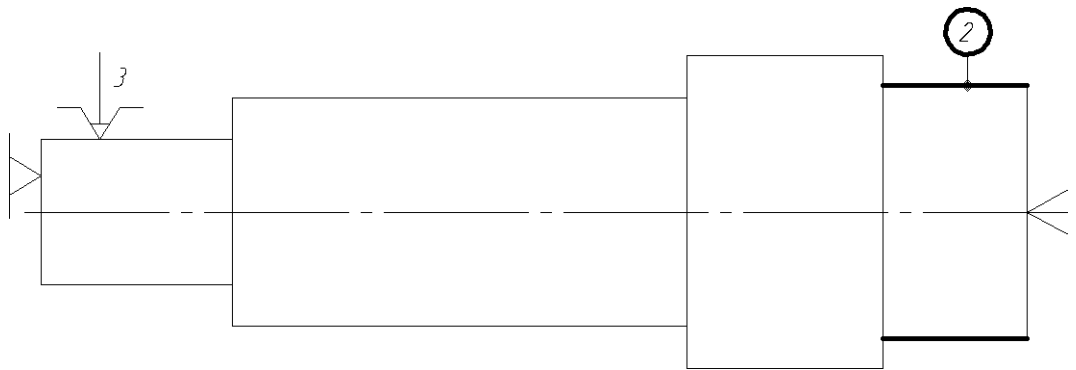


Рисунок 5.7

					БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		30

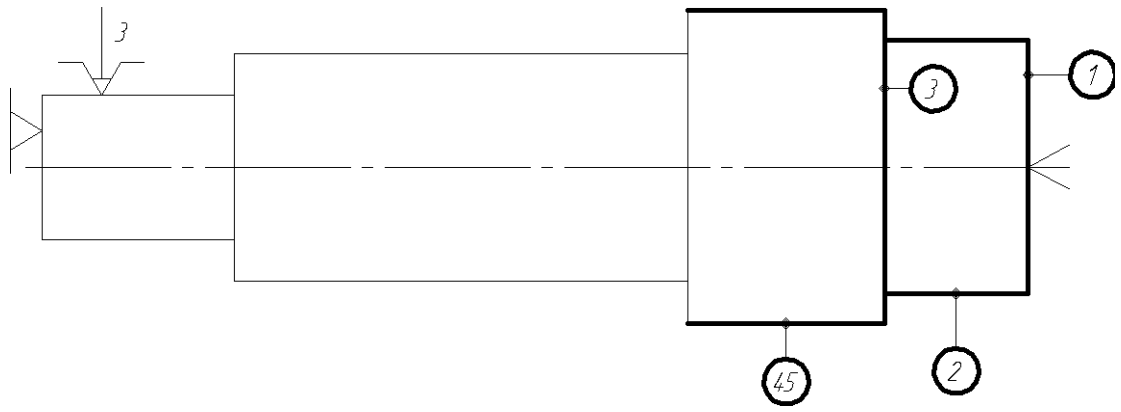


Рисунок 5.8

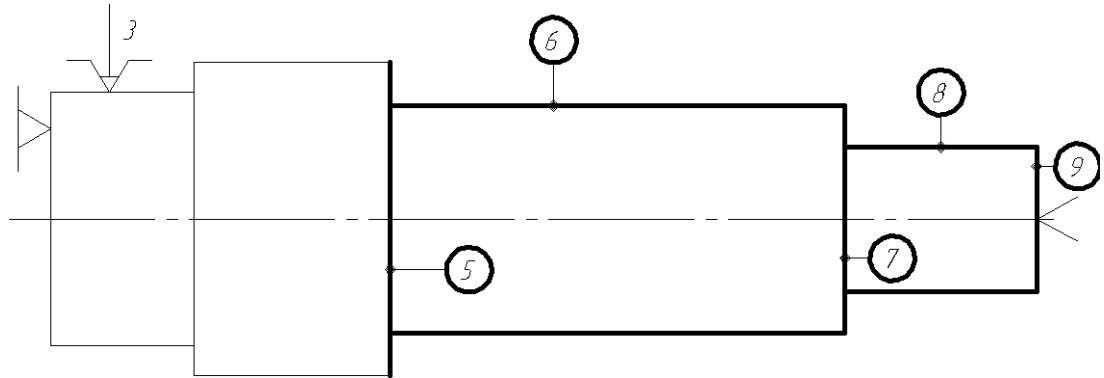


Рисунок 5.9

1.8 Розрахунок міжопераційних припусків на механічну обробку

Для зручності розрахунок зводимо в таблицю

Таблиця 4. - Розрахунок міжопераційних припусків на обробку діаметра $35^{+0.020}_{+0.003}$

Технологічні операційні переходи	Шорсткість	Квал. точності	2Z _{min} (мкм)	Розрахунковий розмір	Допуск	Граничні розміри		Граничні припуски	
						max	min	max	min
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Заготівельна					1100	39,4	38,3		
Токарно-гвинторізна (чорнова)	12,5	14	1797	37,123	740	37,123	36,503	2277	1797
Токарно-гвинторізна (чистова)	3,2	11	1300	35,563	190	35,563	35,403	1560	1300
Круглошліфувальна (попередня)	1,6	8	280	35,159	46	35,159	35,123	404	280
Круглошліфувальна (кінцева)	0,63	6	120	35	19	35,02	35,003	139	120

Перевірка, повинна виконуватися нерівність:

$$2Z_{\text{omax}} - 2Z_{\text{omin}} = \delta_{\text{зар}} - \delta_{\text{дет}} = 5770 - 2989 = 1100 - 19$$

$$2781 = 2781$$

					БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

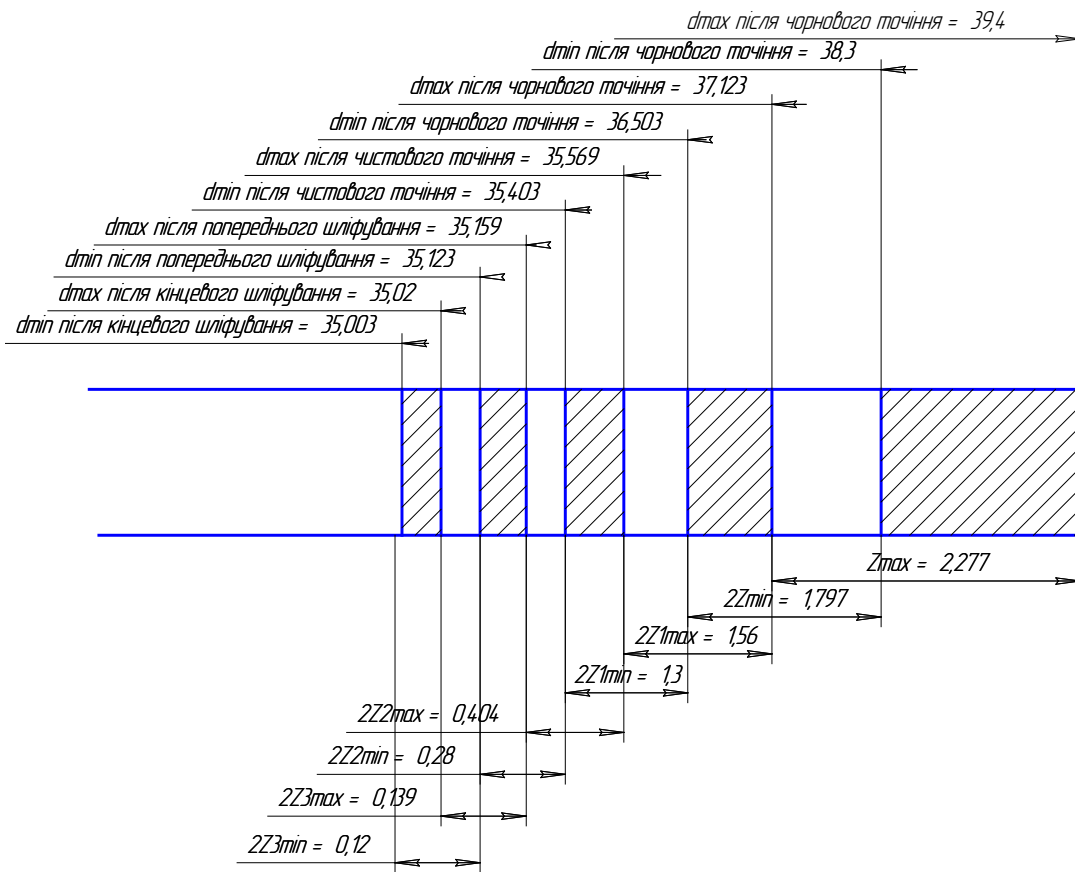


Рисунок 1. – Схема графічного розташування припусків на обробку пов. 6

					БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		33

1.9 Розрахунок режимів різання і основного часу

1.9.1 Розрахунок режимів різання

Режими різання вибираємо за нормативами ([] с.295-297, табл.) та заносимо в таблицю 1.7. Кількість обертів визначаємо за відповідного приведеного нижче формулою та коректуємо за паспортними даними токарного верстата ЧПУ SZGH-25

. Результати також заносимо у таблицю 1.7.

Таблиця 1.7 – Режими різання

№ пов.	Переходи механічної обробки	Розміри обробки		Режими різання				Осно вний час t_o , хв
		D, мм	L, мм	t, мм	S, мм/х в	V, мм/х в	n, хв	
010	Фрезерувати торці (пов.1; 9)	Ø54,4	54,4	1,7	170*	60	375	0,32
		Ø33,6	33,6	1,7	170*	60	625	-
	Центрувати отвори на пов.1; 9	Ø8	12	4	0,25	22,4	975	0,1
015	Підрізати торець (пов.1) однократно	Ø54,4	27,2	1	0,5	70	425	0,07
	Обточити пов.2 начорно	Ø54,5	58,7	1	0,4	105	675	0,35
	Обточити пов.4 начорно	Ø79	119,3	1,2	0,4	105	450	0,71
020	Підрізати торець (пов.9) однократно	Ø33,6	16,8	1	0,5	70	725	0,03
	Обточити пов.8 начорно	Ø33,6	30	1,1	0,4	105	1000	0,08
	Обточити пов.6 начорно	Ø49,4	200,4	1	0,4	105	725	0,74
030	А. Обточити пов.8 начисто	Ø31,4	30,0	0,7	0,15	120	1300	0,16
	Обточити пов.6 начорно	Ø47,4	200	0,7	0,15	120	875	1,66
	Б. Обточити пов.2 начорно	Ø52,4	85	0,7	0,15	120	725	0,78
035	А. Обточити пов.6 натонко	Ø46	200	0,5	0,08	140	1050	2,53
	Б. Обточити пов.2 натонко	Ø51	85	0,5	0,08	140	950	1,2
045	Круглошліфувальна з ЧПК	Ø31,4	30,0	0,7	0,15	120	1300	0,16
		Ø47,4	200	0,7	0,15	120	875	1,66
		Ø52,4	85	0,7	0,15	120	725	0,78

*Для операції 010 (фрезерування торців) подача хвилинна $S_x = 170$ мм/хв.

					БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		34

Кількість обертів шпинделя визначається за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d},$$

де v – швидкість різання за нормативами;

d – діаметр поверхні на попередній операції.

Операція 010:

$$n_p = \frac{1000 \cdot 60}{3,14 \cdot 54,4} = 351,2 \text{ хв.}^{-1}; n < 1,1 n_p = 351,2 \cdot 1,1 = 386,4 \text{ хв.}^{-1}.$$

Приймаємо за паспортом $n = 375 \text{ хв.}^{-1}$.

$$n_p = \frac{1000 \cdot 60}{3,14 \cdot 33,6} = 568,6 \text{ хв.}^{-1}; n < 1,1 \cdot 568,6 = 625,6 \text{ хв.}^{-1}.$$

За паспортом $n = 625 \text{ хв.}^{-1}$.

$$n_p = \frac{1000 \cdot 22,4}{3,14 \cdot 8} = 891,7 \text{ хв.}^{-1}; n < 1,1 \cdot 891,7 = 980,9 \text{ хв.}^{-1}.$$

За паспортом $n = 975 \text{ хв.}^{-1}$.

Операція 015:

$$n_p = \frac{1000 \cdot 70}{3,14 \cdot 54,4} = 409,8 \text{ хв.}^{-1}; n < 1,1 \cdot 409,8 = 450,8 \text{ хв.}^{-1}; n = 425 \text{ хв.}^{-1};$$

$$n_p = \frac{1000 \cdot 105}{3,14 \cdot 54,4} = 614,7 \text{ хв.}^{-1}; n < 676,2 \text{ хв.}^{-1}; n = 675 \text{ хв.}^{-1};$$

$$n_p = \frac{1000 \cdot 105}{3,14 \cdot 79} = 423,3 \text{ хв.}^{-1}; n < 465,6 \text{ хв.}^{-1}; n = 450 \text{ хв.}^{-1}.$$

Операція 020:

$$n_p = \frac{1000 \cdot 70}{3,14 \cdot 33,6} = 663,5 \text{ хв.}^{-1}; n < 729,8 \text{ хв.}^{-1}; n = 725 \text{ хв.}^{-1};$$

$$n_p = \frac{1000 \cdot 105}{3,14 \cdot 33,6} = 995,2 \text{ хв.}^{-1}; n < 1095 \text{ хв.}^{-1}; n = 1000 \text{ хв.}^{-1};$$

$$n_p = \frac{1000 \cdot 105}{3,14 \cdot 49,4} = 676,9 \text{ хв.}^{-1}; n < 744,6 \text{ хв.}^{-1}; n = 725 \text{ хв.}^{-1}.$$

Операція 030:

$$n_p = \frac{1000 \cdot 120}{3,14 \cdot 31,4} = 1217 \text{ хв.}^{-1}; n < 1338,8 \text{ хв.}^{-1}; n = 1300 \text{ хв.}^{-1};$$

					БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$n_p = \frac{1000 \cdot 120}{3,14 \cdot 47,4} = 806,2 \text{ хв.}^{-1}; n < 886,9 \text{ хв.}^{-1}; n = 875 \text{ хв.}^{-1};$$

$$n_p = \frac{1000 \cdot 120}{3,14 \cdot 52,4} = 729,3 \text{ хв.}^{-1}; n < 729,3 \text{ хв.}^{-1}; n = 725 \text{ хв.}^{-1}.$$

Операція 035:

$$n_p = \frac{1000 \cdot 140}{3,14 \cdot 46} = 963,3 \text{ хв.}^{-1}; n < 1066 \text{ хв.}^{-1}; n = 1050 \text{ хв.}^{-1};$$

$$n_p = \frac{1000 \cdot 140}{3,14 \cdot 51} = 874,2 \text{ хв.}^{-1}; n < 961,7 \text{ хв.}^{-1}; n = 950 \text{ хв.}^{-1}.$$

Початкові дані

Розмір поверхні: діаметр - 60 , довжина 30

Верстат Круглошліфувальний верстат **MW500**

Деталь: Вал ПМ-77.00.005

Інструмент: Шліф круг 300x40x127 63А 25П СМ К 35м/с А 1кл.

Режими різання

[4]

1. Глибина різання $t = 0.139$ мм
2. Швидкість обертання деталі $V = 15$ м/хв
3. Частота обертання деталі

$$n = \frac{1000V}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 15}{3,14 \cdot 30} = 159,23 \text{ хв.}^{-1} \text{ (регулюється безступінчасто)}$$

4. Визначаємо радіальну подачу $S = 0.4$ мм/хв

Визначення основного (технологічного) часу

Штучно-калькуляційний час

[4]

$$T_{шт.к} = \frac{t_{нз}}{n} + t_{он} + t_{обс} + t_{відн}$$

Оперативний час

$$t_{он} = t_o + t_{дон}$$

Допоміжний час

$$t_{дон} = t_{уст} + t_{пер} + t_{вим}$$

$t_{уст} = 0,07$ час на установку

$t_{пер} = 0,0025 + 0,05 = 0,0525$ час на перехід (підвід інструменту і його заміна)

					БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$t_{вим} = 2 * 0,22$ час на вимірювання

$$t_{доп} = t_{уст} + t_{пер} + t_{вим} = 0,07 + 0,0525 + 0,44 = 0,5625 хв,$$

Знаходимо основний час

$$t_o = \frac{t}{s} \cdot k \cdot i = \frac{0,139}{0,4} 1,4 \cdot 2 = 0,973 хв$$

Знаходимо штучний час

$$t_{шт} = t_o + t_{доп} = 0,973 + 0,5625 = 1,5355 хв$$

Штучно-калькуляційний час

$$T_{шт.к} = \frac{9}{280} + 1,5355 + 0,973 \cdot 0,05 + 0,973 \cdot 0,06 = 1,6746 хв$$

					БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

1.9.2 Розрахунок основного часу

Основний час механічної обробки деталі Вал визначаємо за розрахунковими формулами найбільш вірогідного часу по операційно, враховуючи переходи за технологічним процесом ([], с.295-297).

Операція 010:

1. Фрезерування торців торцевою фрезою (пов.1; 9)

$$T_i = 0,0059l = 0,0059 \cdot 54,4 = 0,32 \text{ хв.};$$

2. Центрування отворів на торцях (пов.1; 9)

$$T_i = 0,0056dl = 0,0056 \cdot 8 \cdot 12 = 0,1 \text{ хв.};$$

$$T_i = 0,32 + 0,1 = 0,42 \text{ хв.}$$

Операція 015:

1. Однократне торцеве точіння (пов.1)

$$T_i = 0,0000224d^2 = 0,0000224 \cdot 54,4^2 = 0,07 \text{ хв.};$$

2. Обточування поверхні 2 начорно

$$T_i = 0,000075dl = 0,000075 \cdot 54,4 \cdot 85,7 = 0,35 \text{ хв.};$$

3. Обточування поверхні 4 начорно

$$T_i = 0,000075 \cdot 79 \cdot 119,3 = 0,71 \text{ хв.};$$

$$T_o^{015} = 0,07 + 0,35 + 0,71 = 1,13 \text{ хв.}$$

Операція 020:

1. Однократне торцеве точіння (пов.9)

$$T_i = 0,0000224d^2 = 0,0000224 \cdot 33,6^2 = 0,03 \text{ хв.};$$

2. Обточування поверхні 8 начорно

$$T_i = 0,000075dl = 0,000075 \cdot 33,6 \cdot 30 = 0,08 \text{ хв.};$$

3. Обточування поверхні 6 начорно

$$T_i = 0,000075 \cdot 49,4 \cdot 200,4 = 0,74 \text{ хв.};$$

$$T_o^{020} = 0,03 + 0,08 + 0,74 = 0,85 \text{ хв.}$$

Операція 030:

1. Обточування поверхні 8 начисто

					БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$T_i = 0,000175dl = 0,000175 \cdot 31,4 \cdot 30 = 0,16 \text{ хв.};$$

2. Обточування поверхні 6 начисто

$$T_i = 0,000175 \cdot 47,4 \cdot 200 = 1,66 \text{ хв.};$$

3. Обточування поверхні 2 начисто

$$T_i = 0,000175 \cdot 52,4 \cdot 85 = 0,78 \text{ хв.};$$

$$T_o^{030} = 0,16 + 1,66 + 0,78 = 2,6 \text{ хв.}$$

Операція 035:

1. Обточування поверхні 6 начисто

$$T_i = 0,000275dl = 0,000275 \cdot 46 \cdot 200 = 2,53 \text{ хв.};$$

2. Обточування поверхні 2 начисто

$$T_o = 0,000275 \cdot 51 \cdot 85 = 1,2 \text{ хв.};$$

$$T_o^{035} = 2,53 + 1,2 = 3,73 \text{ хв.}$$

Операція 045:

1. Шліфування

$$T_{шт.к} = \frac{9}{280} + 1,5355 + 0,973 \cdot 0,05 + 0,973 \cdot 0,06 = 1,6746 \text{ хв}$$

					БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

1.10 Технічне нормування операцій

Під технічно обґрунтованою нормою часу розуміють час, необхідний для виконання заданого об'єму роботи при певних організаційно-технічних умовах роботи і найбільш ефективному використанні всіх засобів виробництва.

В умовах середньо серійного виробництва визначають норму штучно-калькуляційного часу:

$$T_{\text{шт. к.}} = \dot{O}_i \cdot \varphi_{\varepsilon},$$

де φ_{ε} – калькуляційний коефіцієнт, який залежить від виду механічної обробки ([], с. , табл.).

Таблиця 1.9 – Норми часу, хв.

Номер операції	Назва операції	T_o , хв	φ_{ε}	$\dot{O}_{\text{шт. к.}}$
010	Фрезерно-центрувальна	0,42	1,84	2,26
015	Токарно-гвинторізна	1,13	2,14	2,42
020	Токарно-гвинторізна	0,85	2,14	1,82
030	Токарно-гвинторізна	2,6	2,14	5,56
035	Токарно-гвинторізна	3,73	2,14	8,00
045	Кругло-шліфувальна	1,67	0,5	5,8
Всього		8,73	-	20,06

Таблиця 1.10 – Режими різання

№ пов.	Назва операції, модель верстату, зміст технологічних переходів	Режими різання			
		t , мм	S_x , мм/хв	V , мм/хв	n , хв. ⁻¹
010	Фрезерно-центрувальна МПН				
	1. Фрезерувати торці (пов.9; 1)	1,7	170	60	375
	2. Центрувати отвори на торцях (пов.9; 1)	4	0,25	22,4	975
015	Токарно-гвинторізна 1А616				
	1. Підрізати торець (пов.1) однократно	1	0,5	70	425
	2. Обточити пов.2 начорно	1	0,5	105	675
	3. Обточити пов.4 начорно	1,2	0,4	105	450

					БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		40

2 Розроблення керуючої програми для верстата з ЧПК

В технологічному процесі виготовлення валу використовується обладнання з ЧПК. Відповідно треба розробити керуючі програми для цього обладнання. Для розробки КП була використана система PowerMill від компанії AutoDesk.

Для роботи в програмі необхідно мати 3D моделі оброблюваної деталі та її заготовки. Моделі були створені згідно креслень за допомогою програмного комплексу для параметричного 3D моделювання AutoDesk Inventor (рисунки 2.1, 2.2).

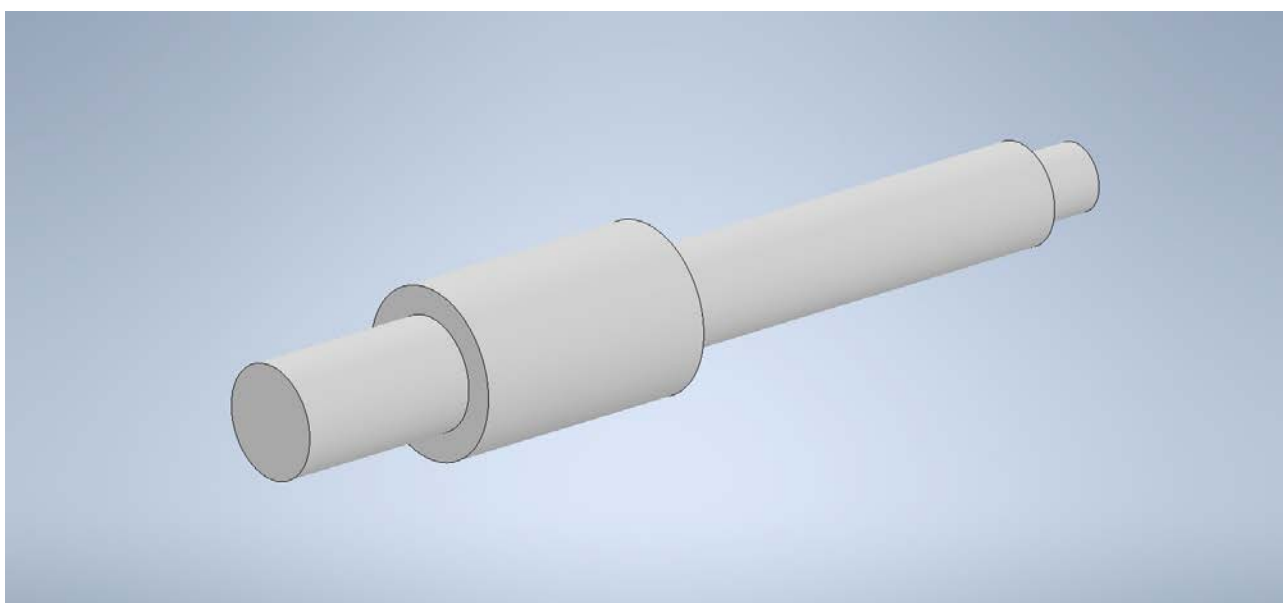


Рисунок 2.1 – Тривимірна модель деталі

					БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

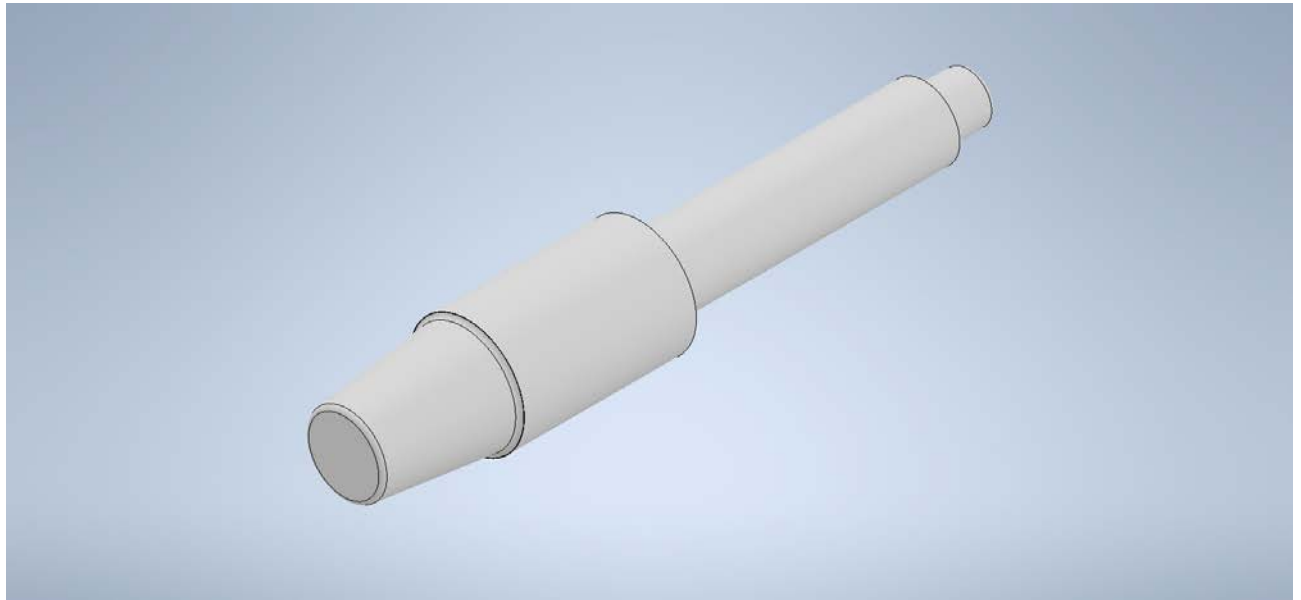


Рисунок 2.2 – Тривимірна модель заготовки

Моделі імпортуємо до PowerMill (рисунок 2.3, 2.4).

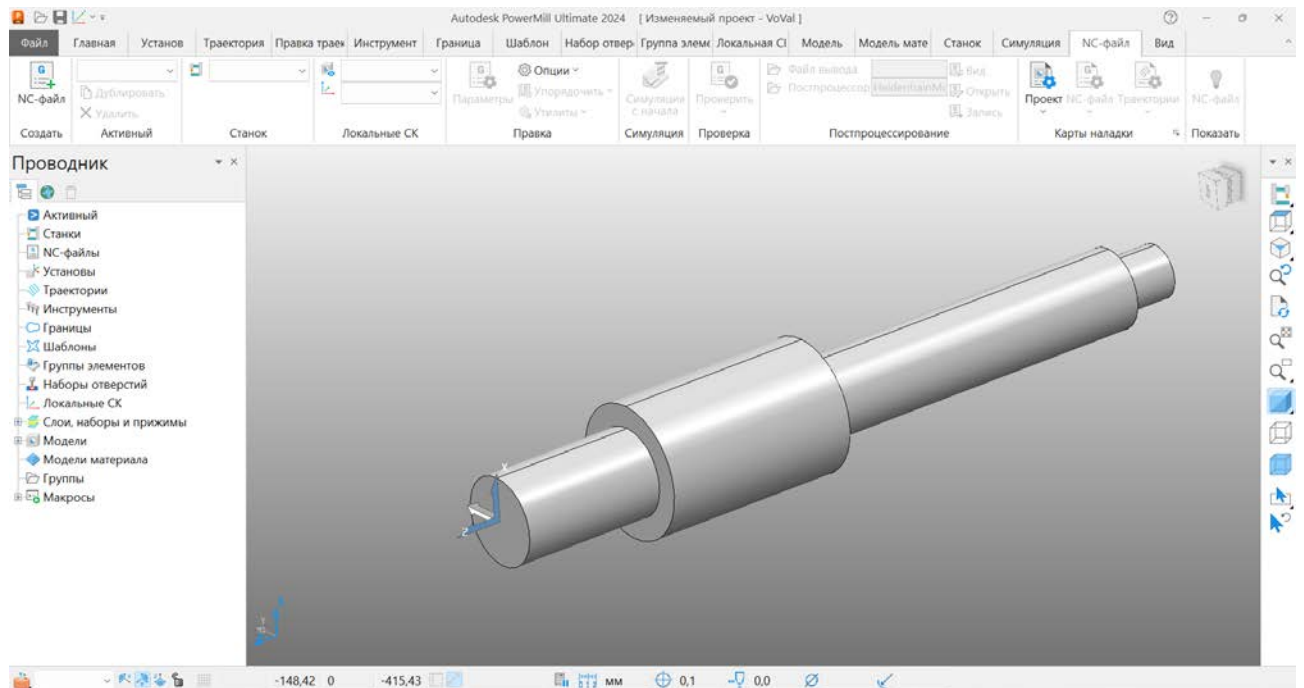


Рисунок 2.3 – Модель деталі, імпортована в систему PowerMill

					БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		43

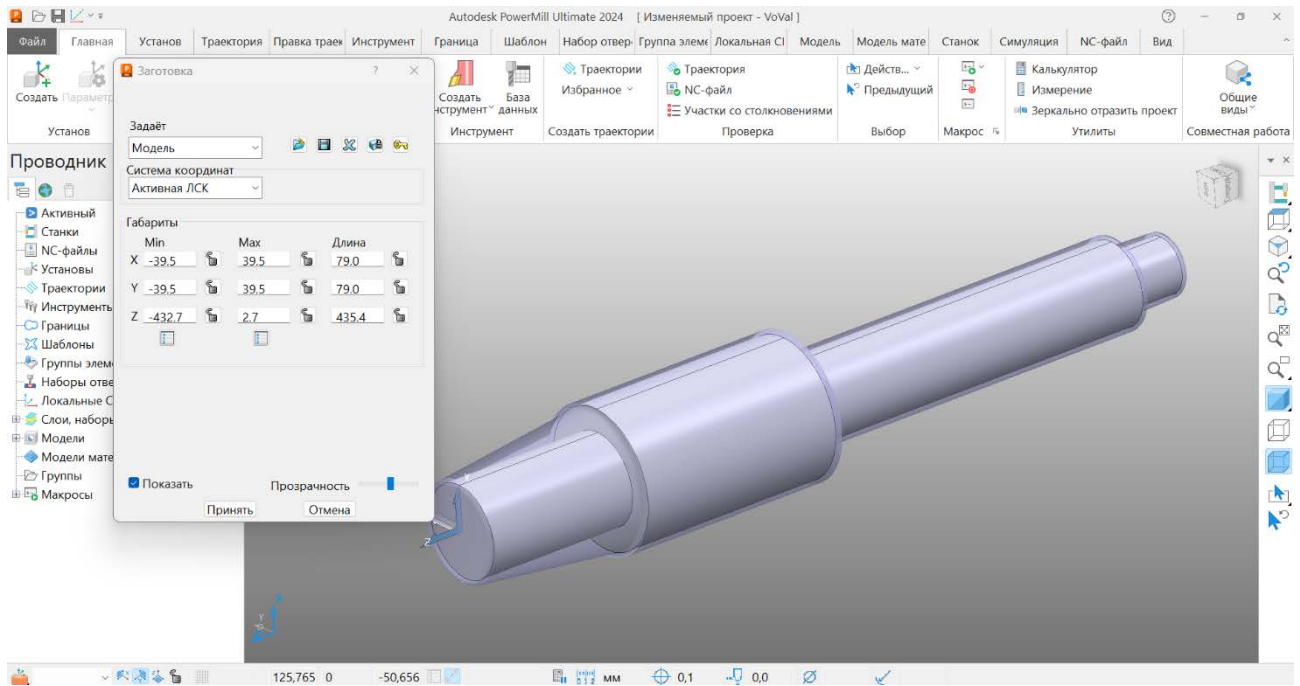


Рисунок 2.4 – Вибір способу задання заготовки

Етапи проектування траєкторій та розрахунку обробки поверхонь деталі на верстаті з ЧПК подані на рисунках 2.5 – 2.39. Керуючі програми обробки наведені в Додатку.

					БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		44

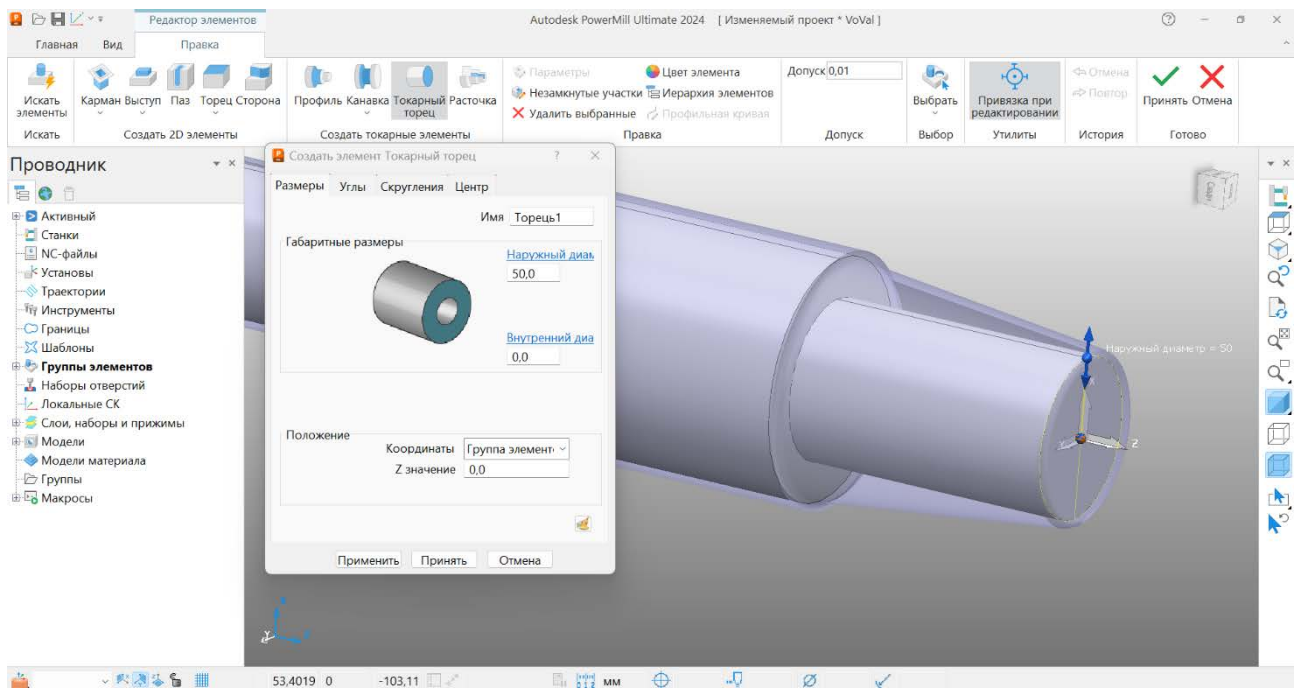


Рисунок 2.5 – Створення елементу «Токарний торець»

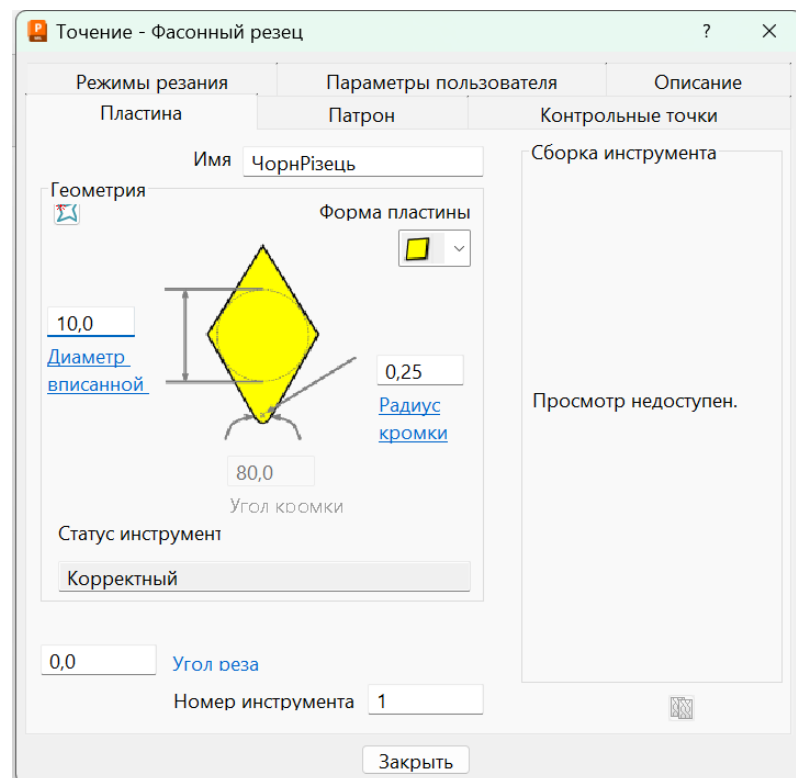


Рисунок 2.6 – Створення моделі чорнового різця – різальна пластина

									Арк.
									45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

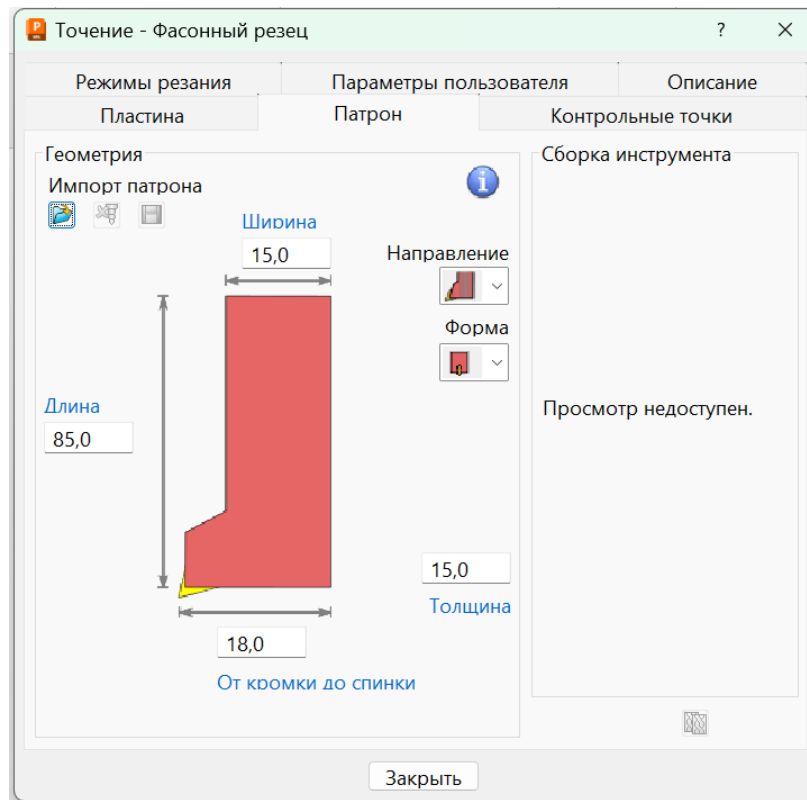


Рисунок 2.7 – Створення моделі чорнового різця –державка

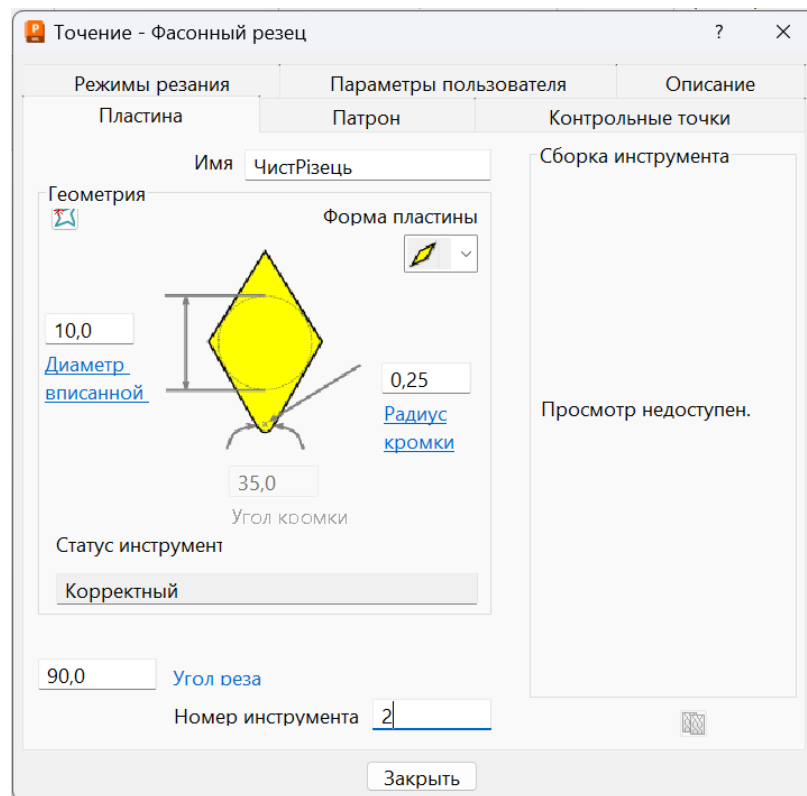


Рисунок 2.8 – Створення моделі чистового різця – різальна пластина

					БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		46

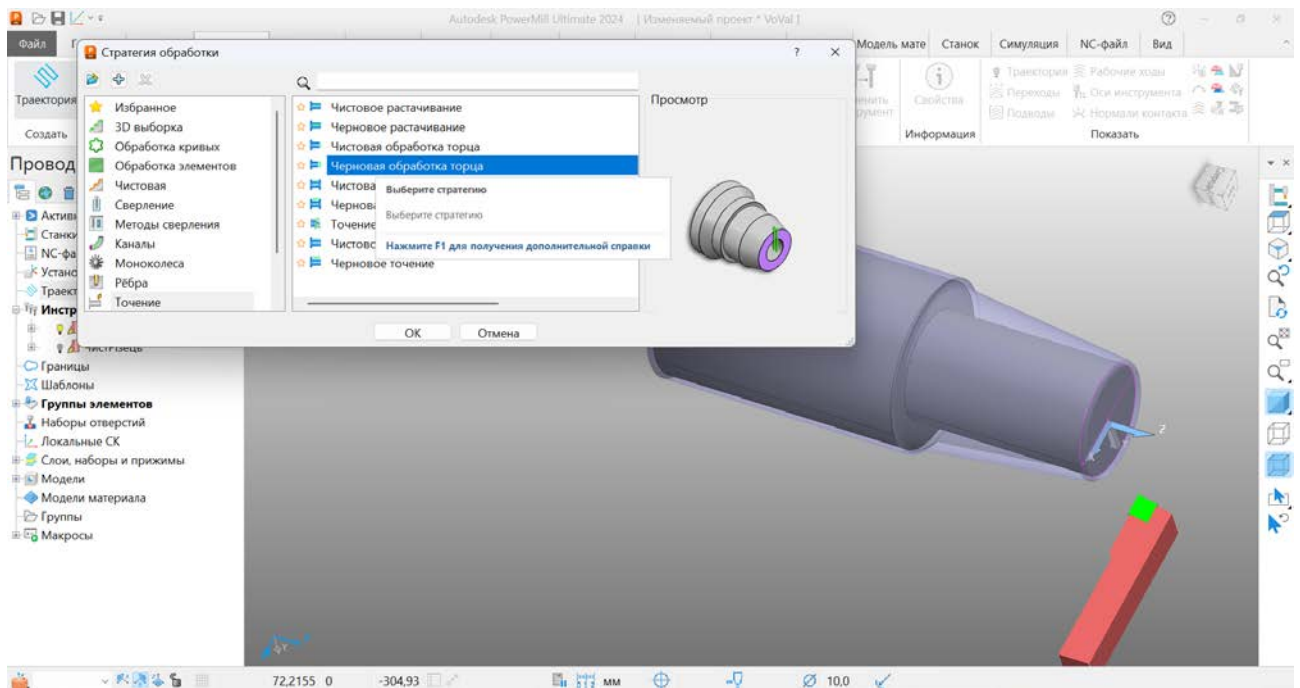


Рисунок 2.9 – Вибір стратегії обробки

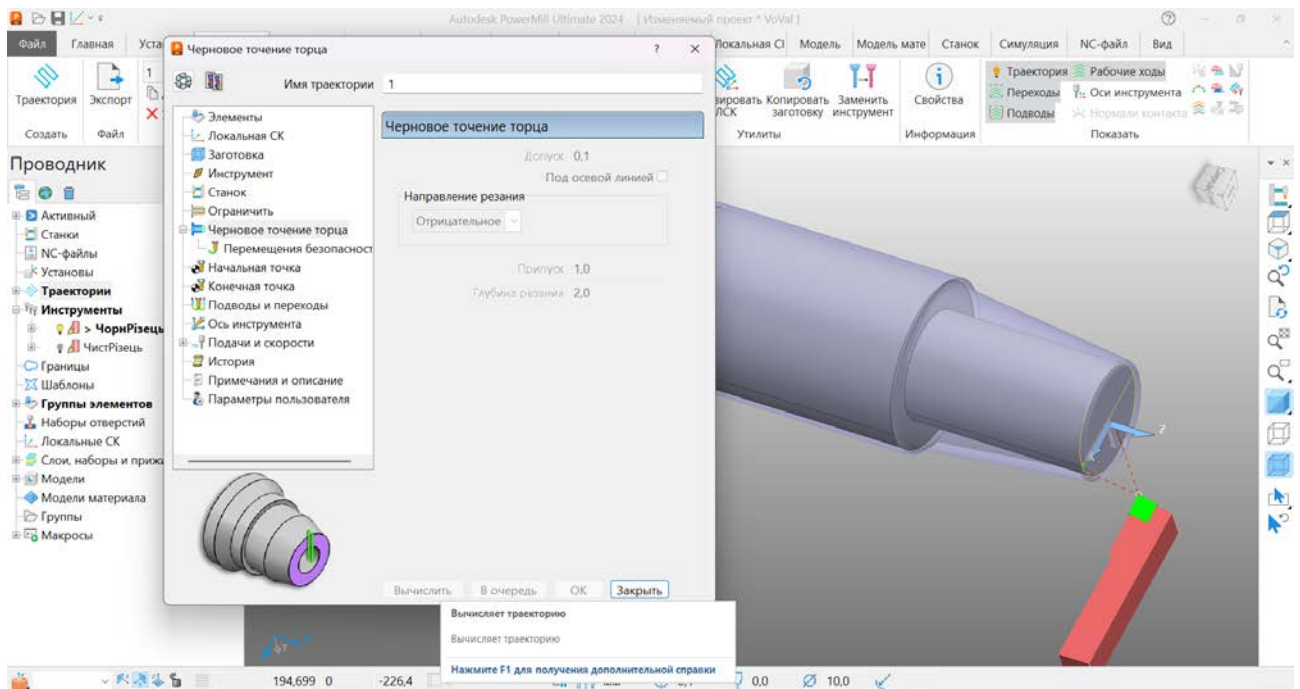


Рисунок 2.10 – Проектування чорної обробки торця

									Арк.
									47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

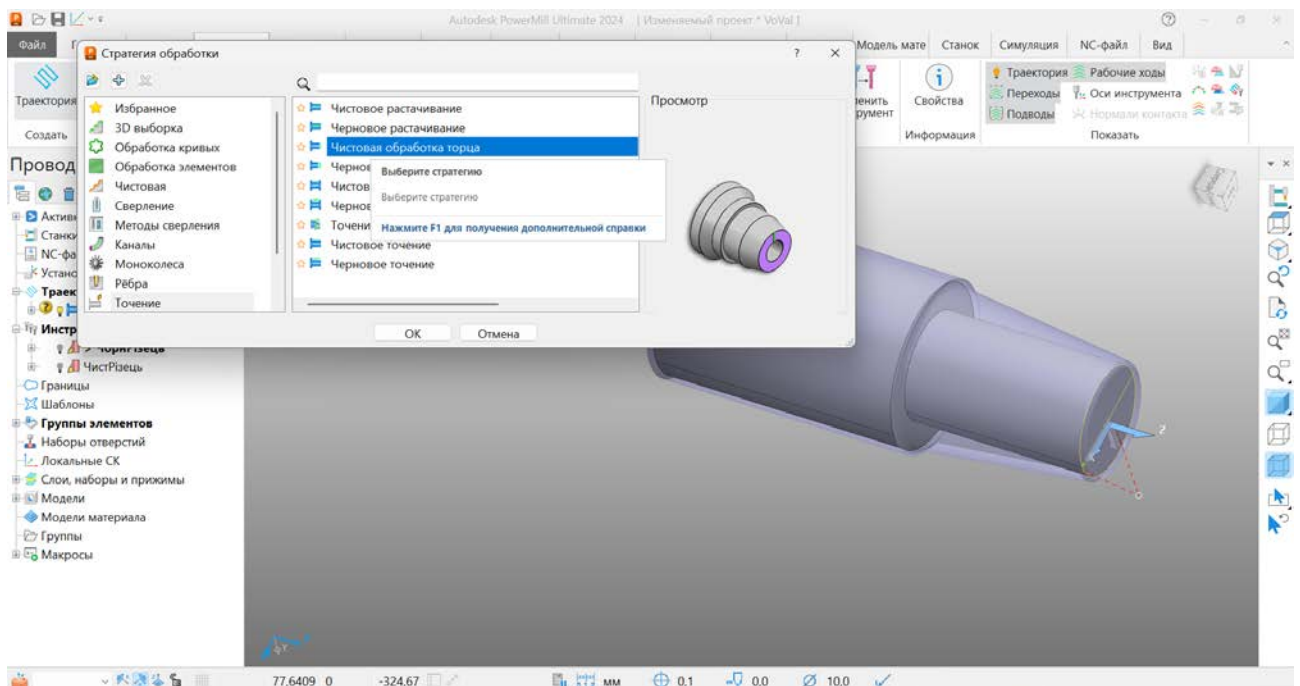


Рисунок 2.11 – Вибір стратегії обробки

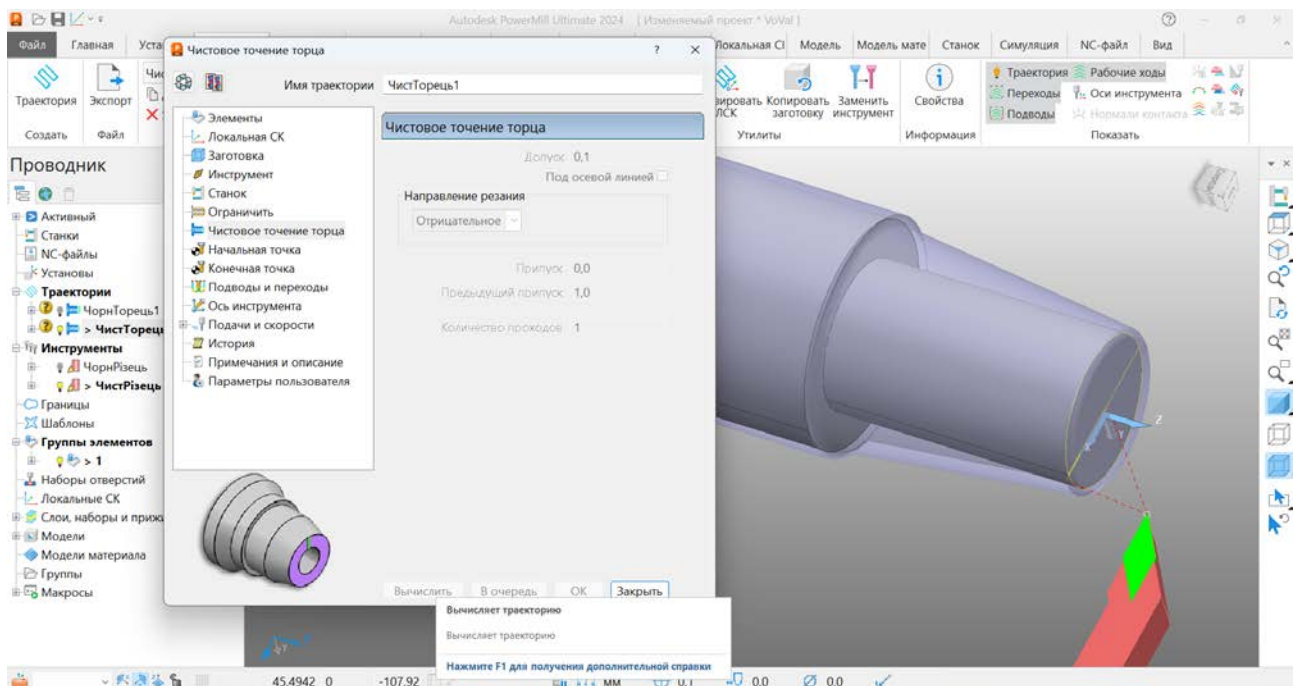


Рисунок 2.12 – Проектування чистової обробки торця

									Арк.
									48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ

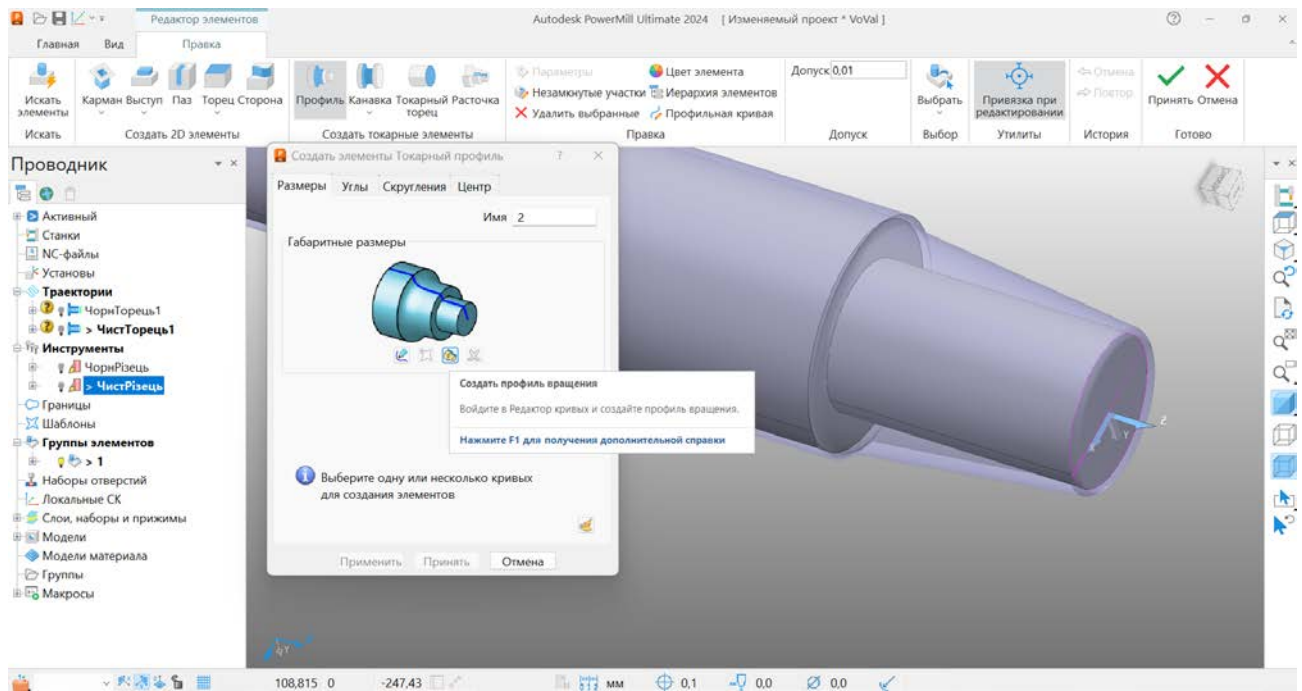


Рисунок 2.13 – Створення профілю обертання

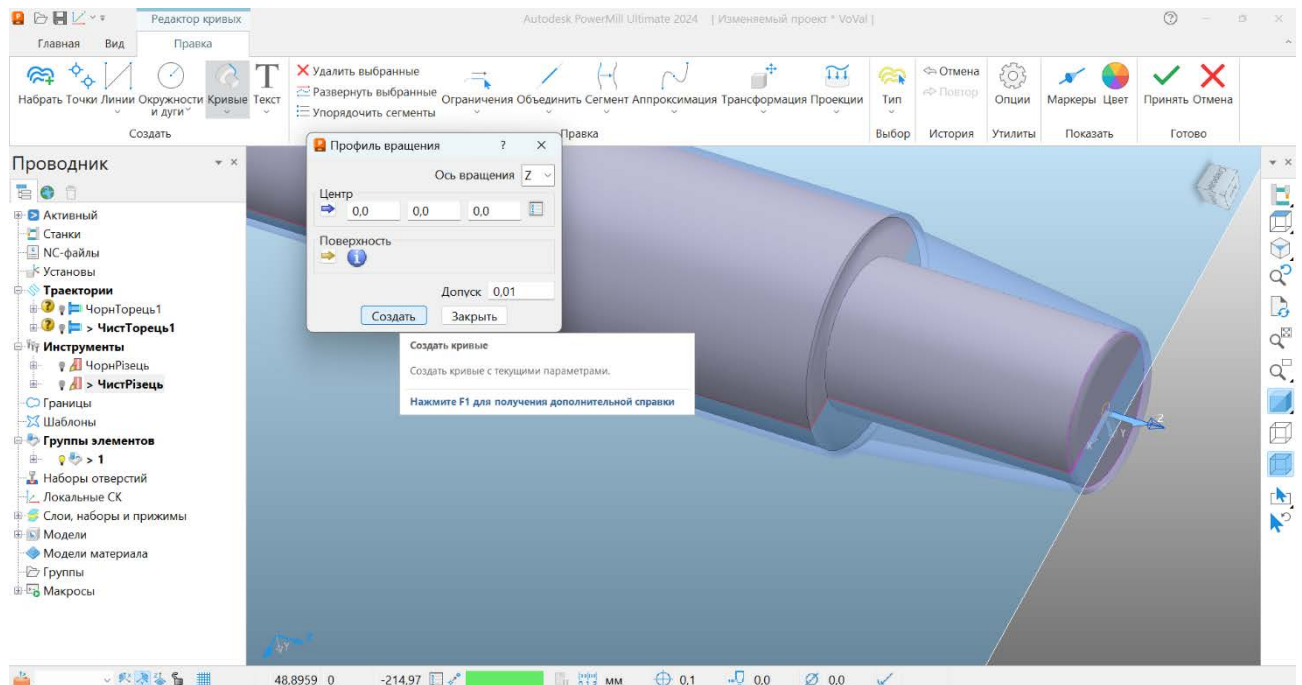


Рисунок 2.14 – Перетин площадью

										Арк.
										49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат						

БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ

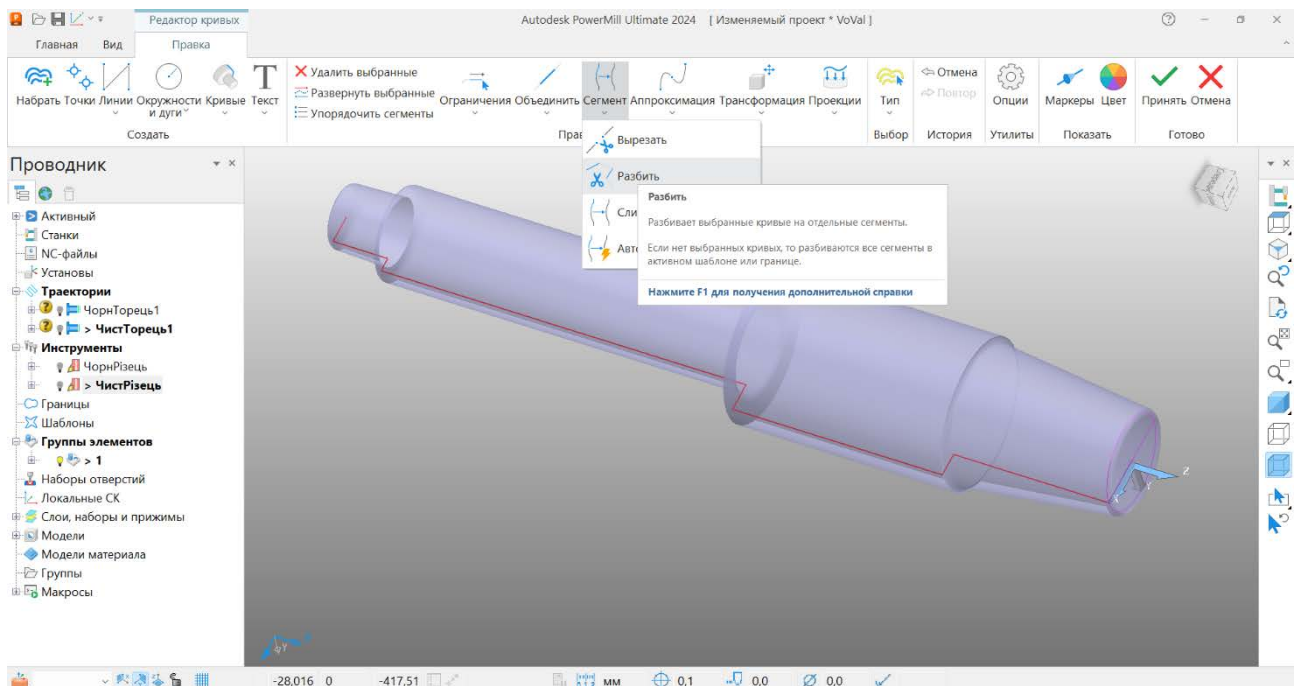


Рисунок 2.15 – Розбиття лінії перетину на ділянки

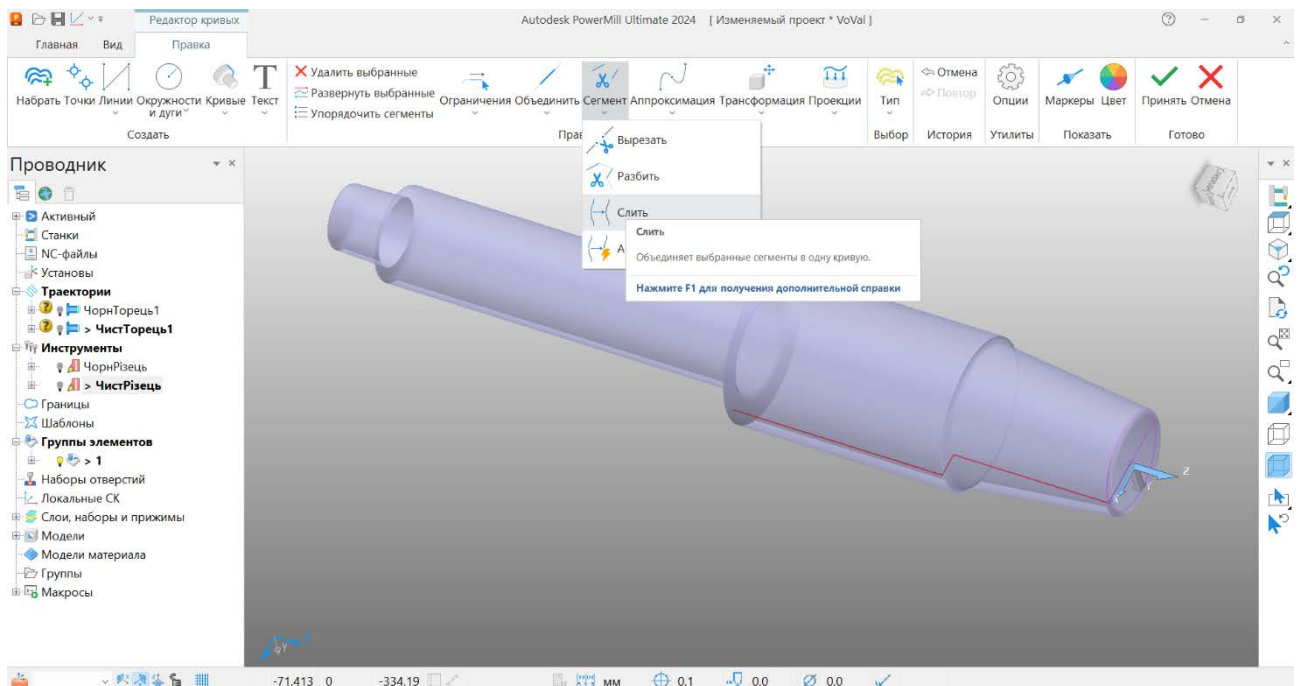


Рисунок 2.16 – Злиття ділянок шуканого профілю

									Арк.
									50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ

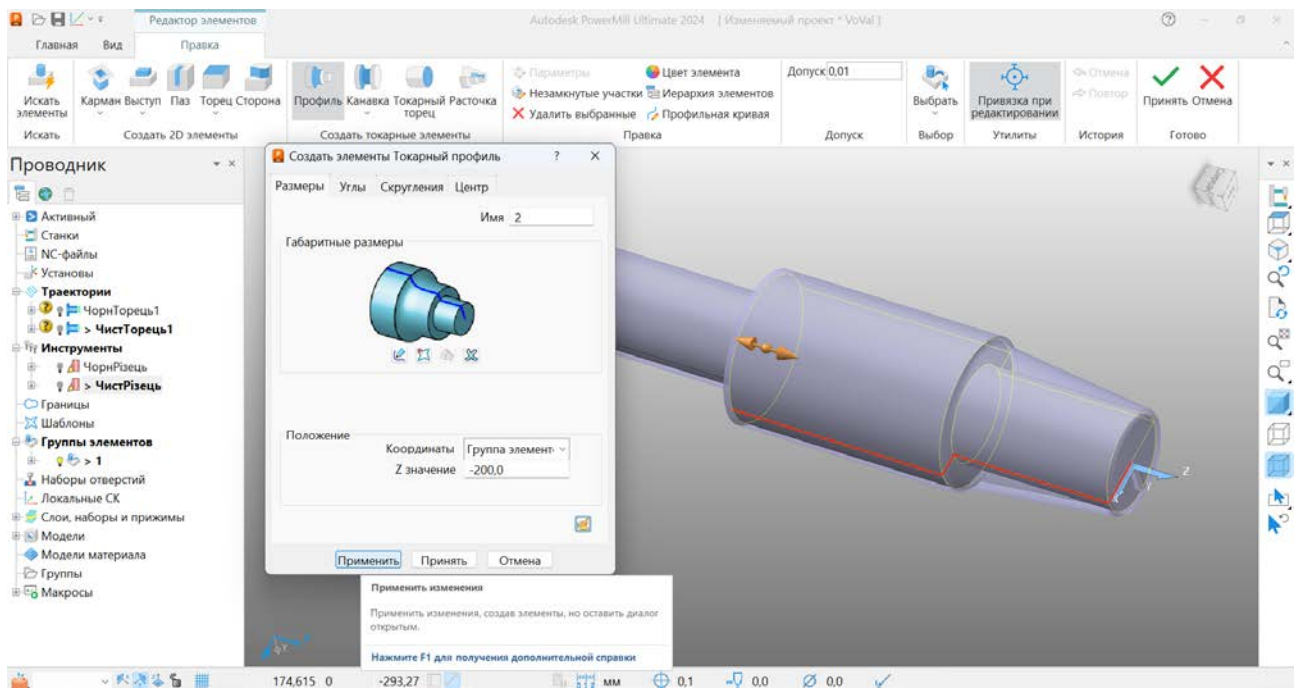


Рисунок 2.17 – Створення елемента «Токарний профіль»

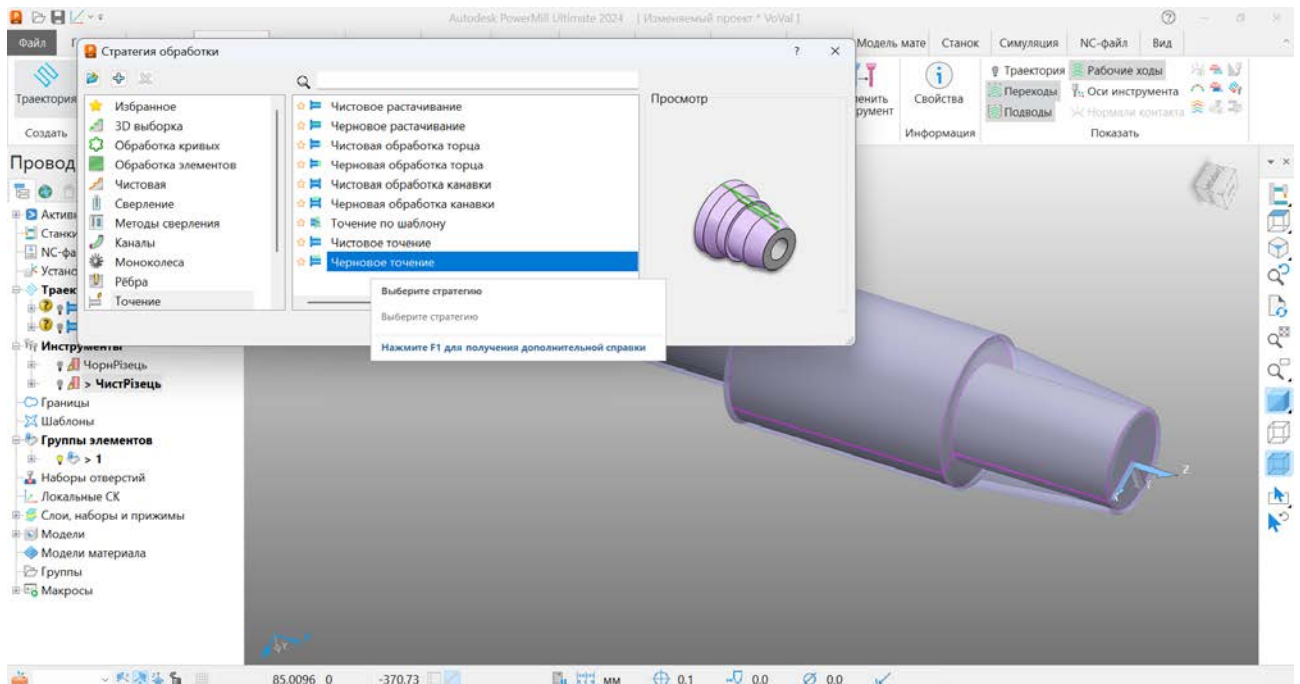


Рисунок 2.18 – Вибір стратегії обробки

										Арк.
										51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат						

БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ

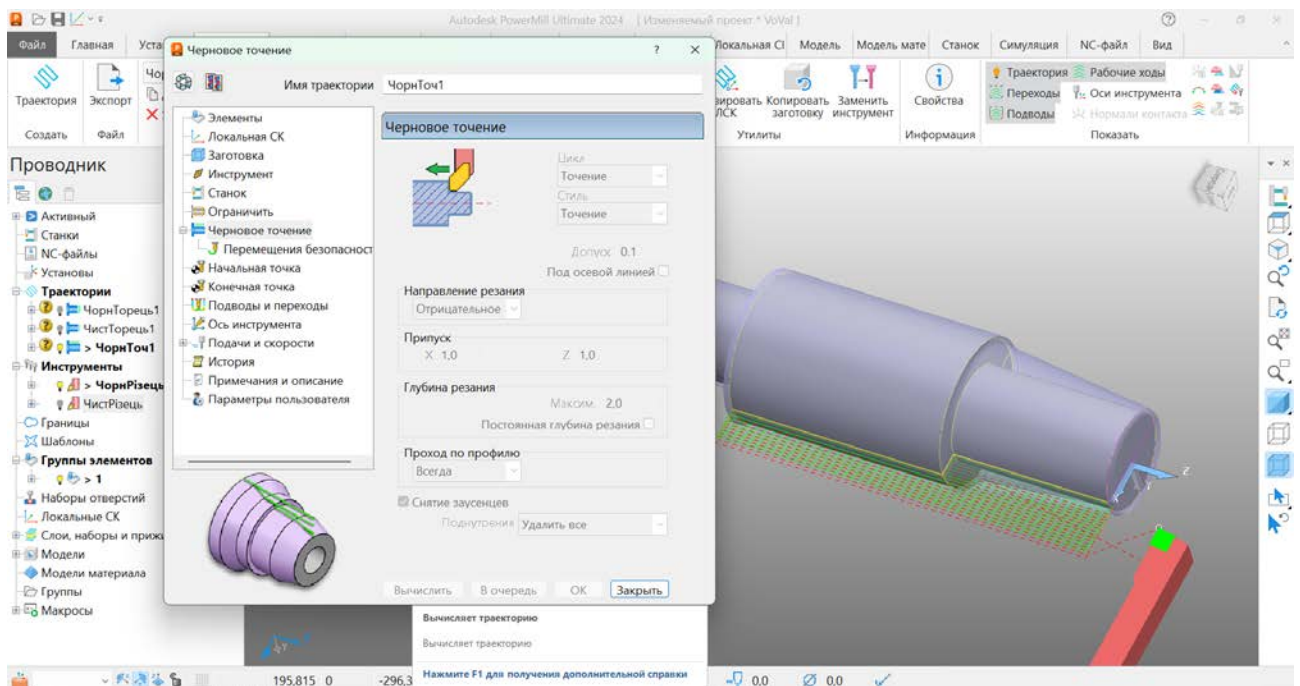


Рисунок 2.19 – Проектування чорнового точіння

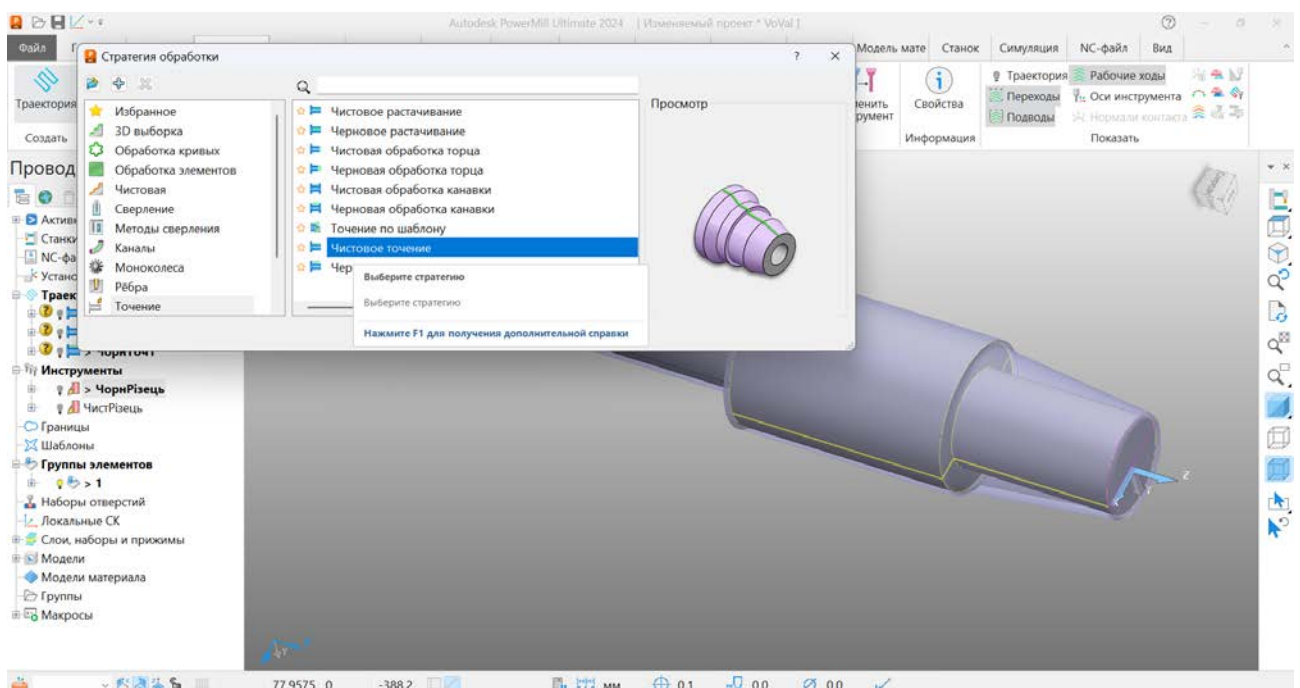


Рисунок 2.20 – Вибір стратегії обробки

									Арк.
									52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ

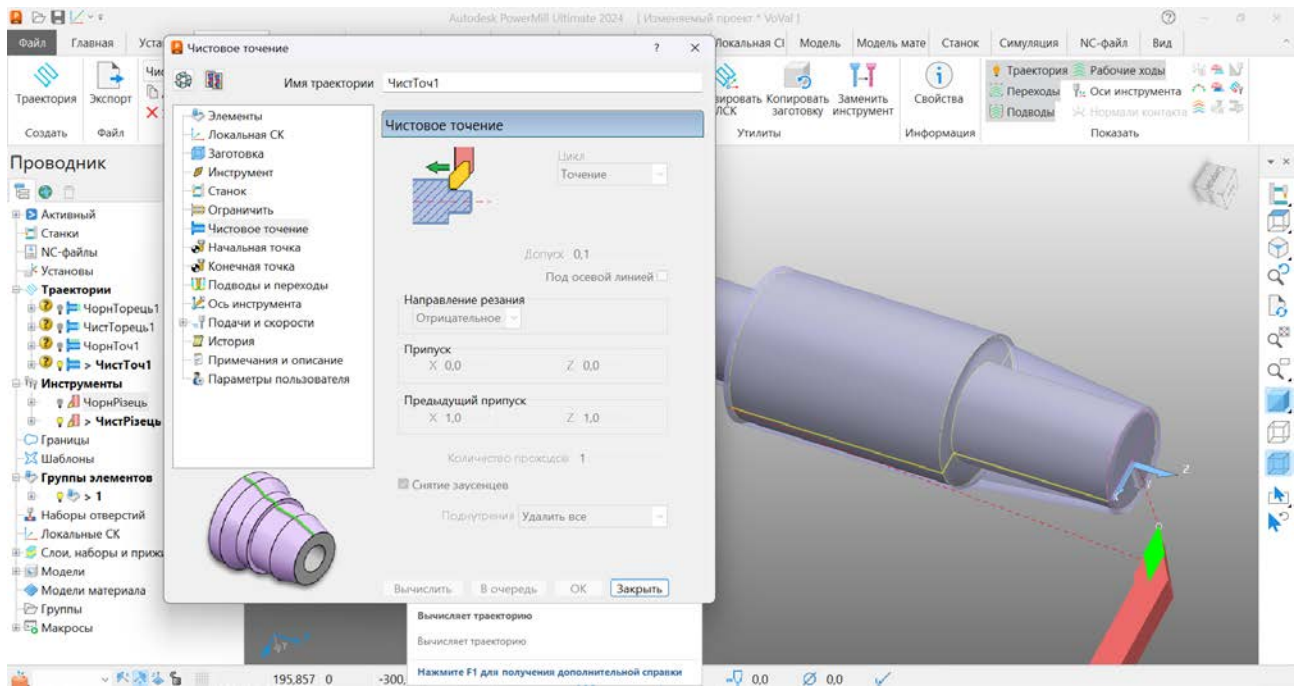


Рисунок 2.21 – Проектування чистового точіння

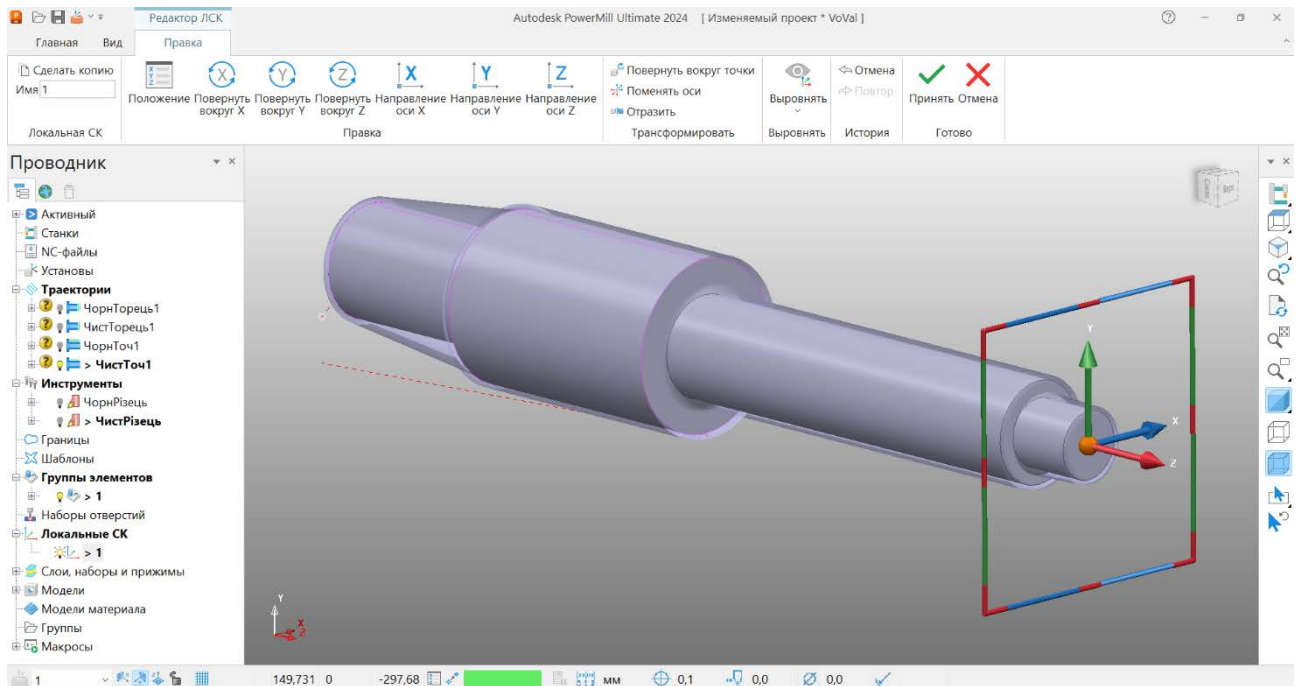


Рисунок 2.22 – Створення локальної системи координат

									Арк.
									53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ

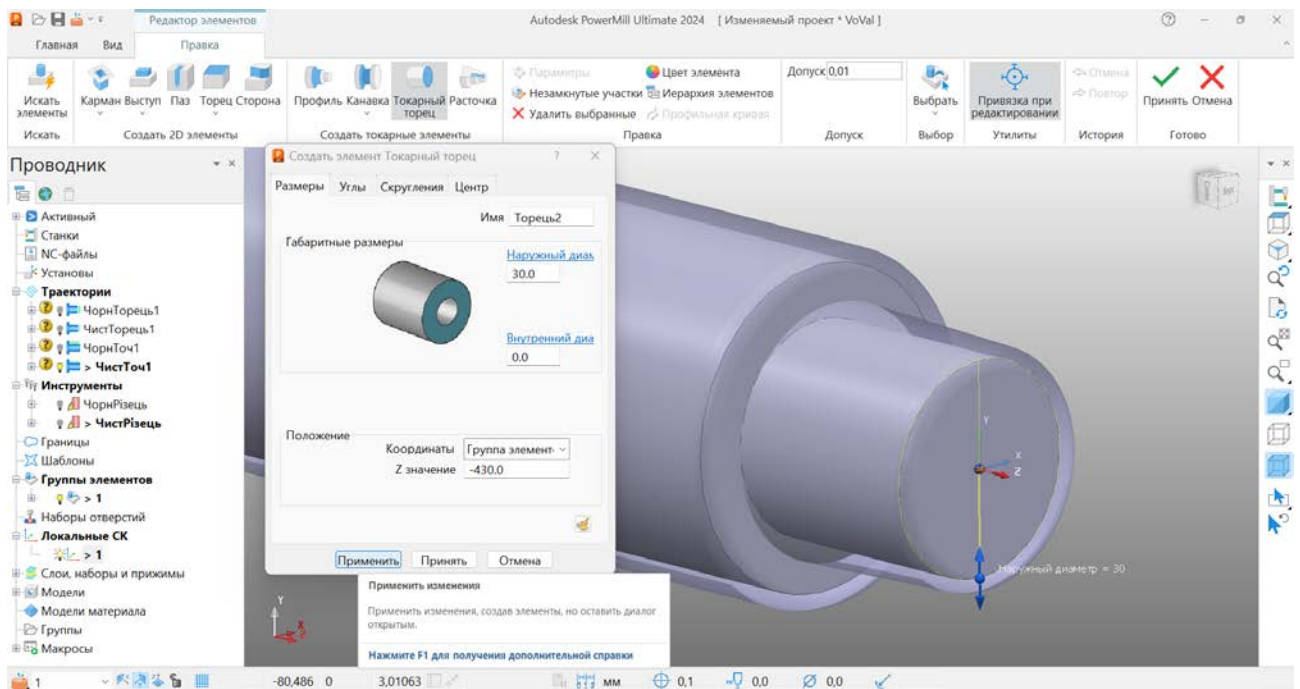


Рисунок 2.23 – Створення елемента «Токарний торець»

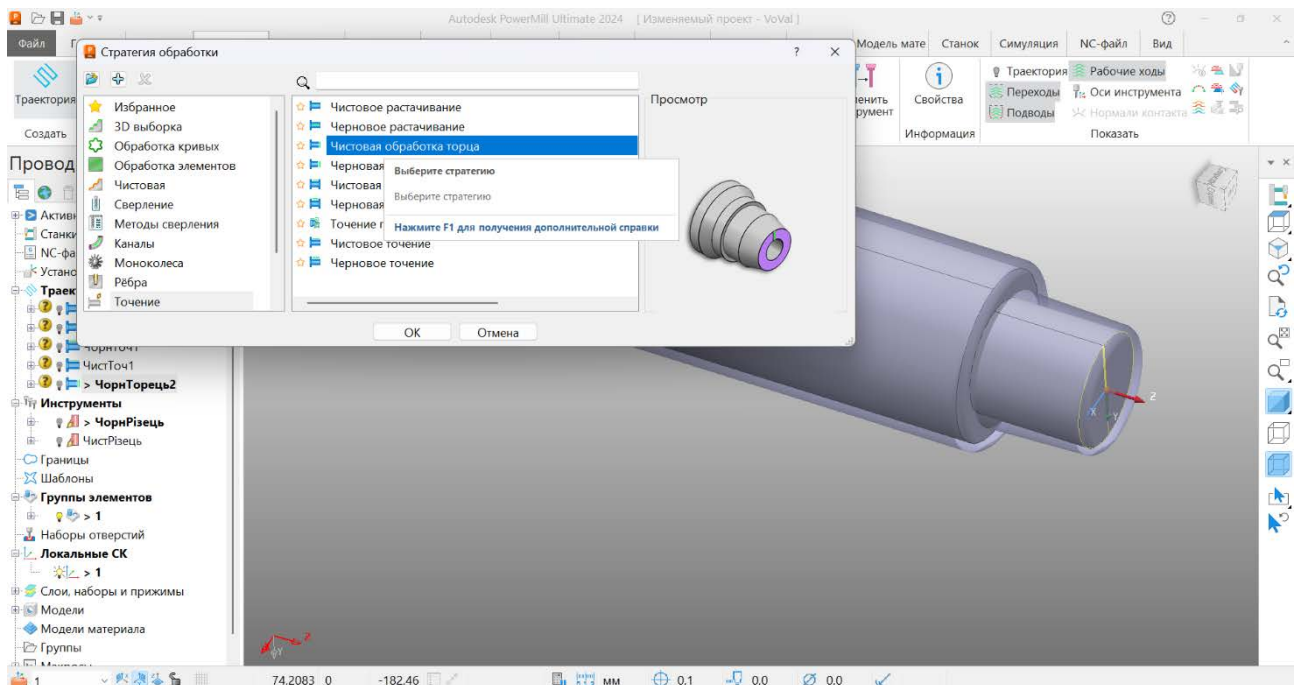


Рисунок 2.24 – Вибір стратегії обробки

									Арк.
									54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ

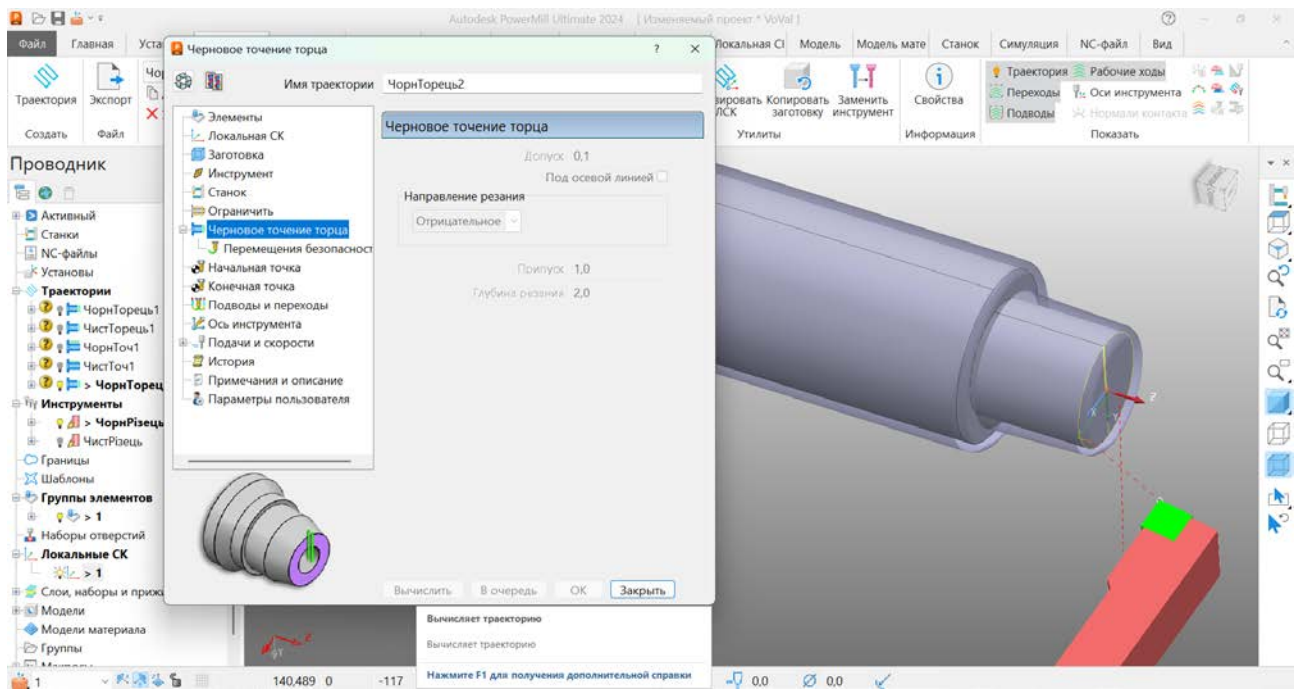


Рисунок 2.25 – Проектування чорної обробки торця

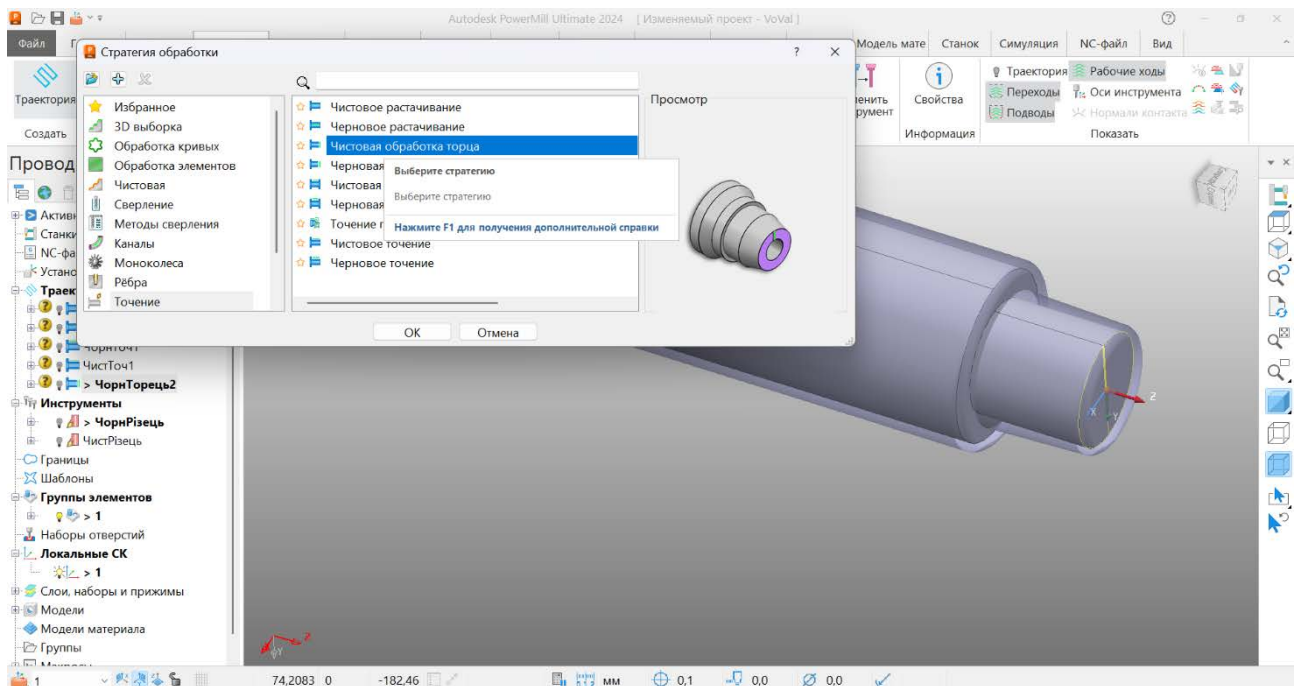


Рисунок 2.26 – Вибір стратегії обробки

						Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ

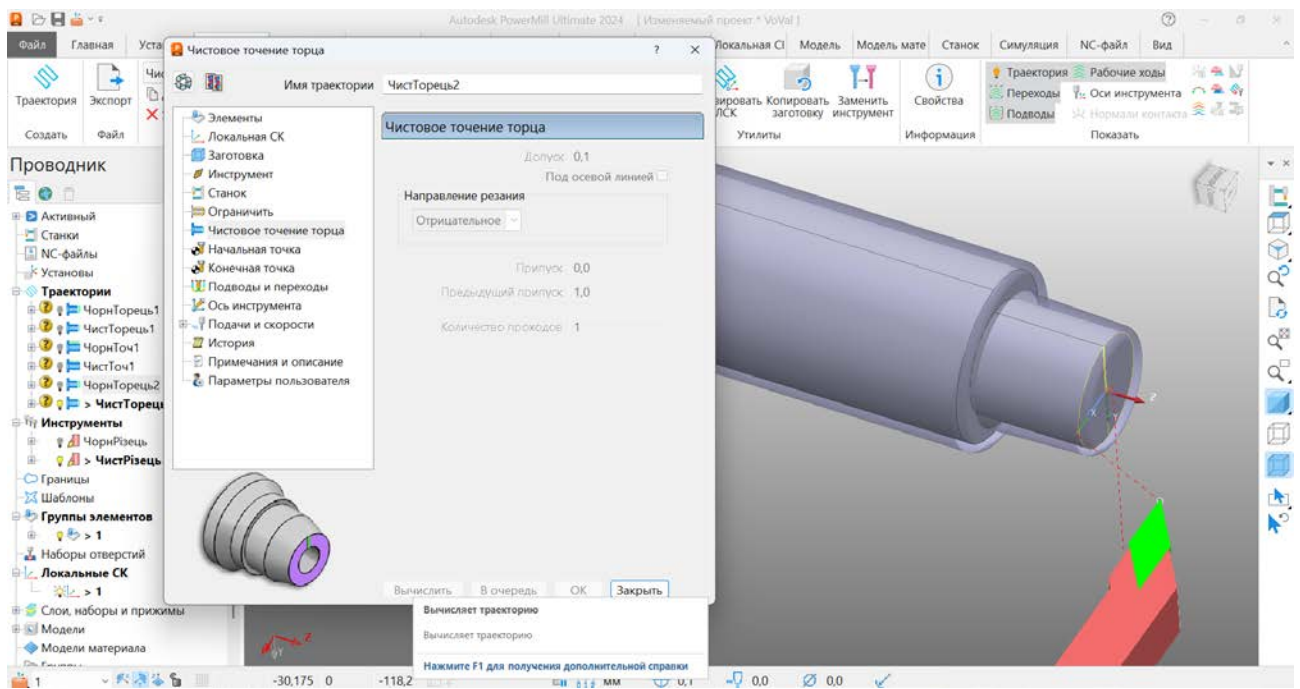


Рисунок 2.27 – Проектування чистової обробки торця

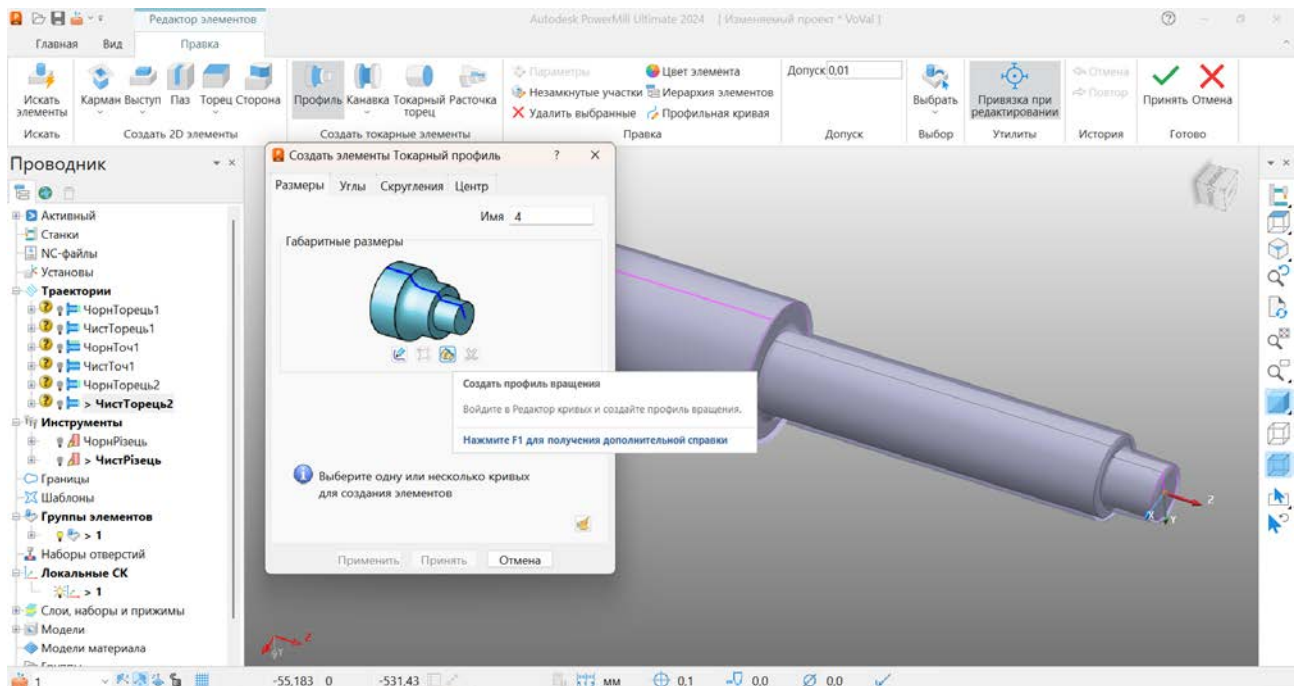


Рисунок 2.28 – Створення елементу «Токарний профіль»

						Арк.
					БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ	56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

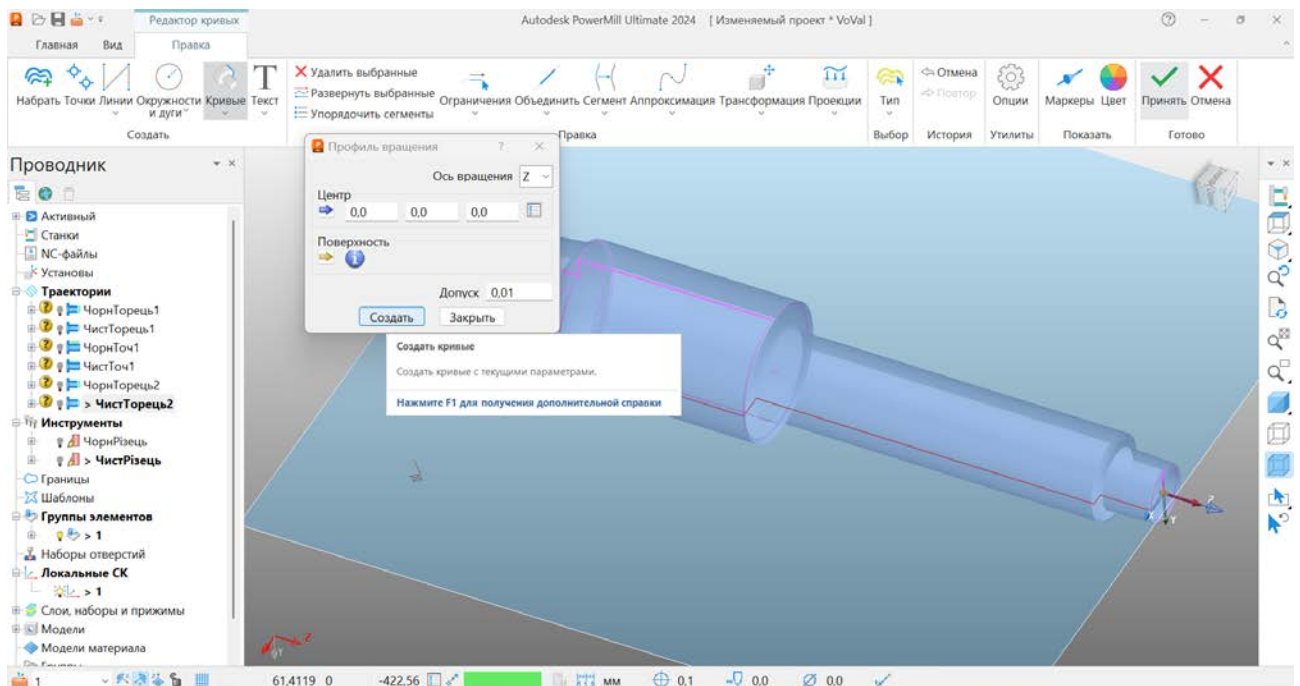


Рисунок 2.29 – Перетин площиною

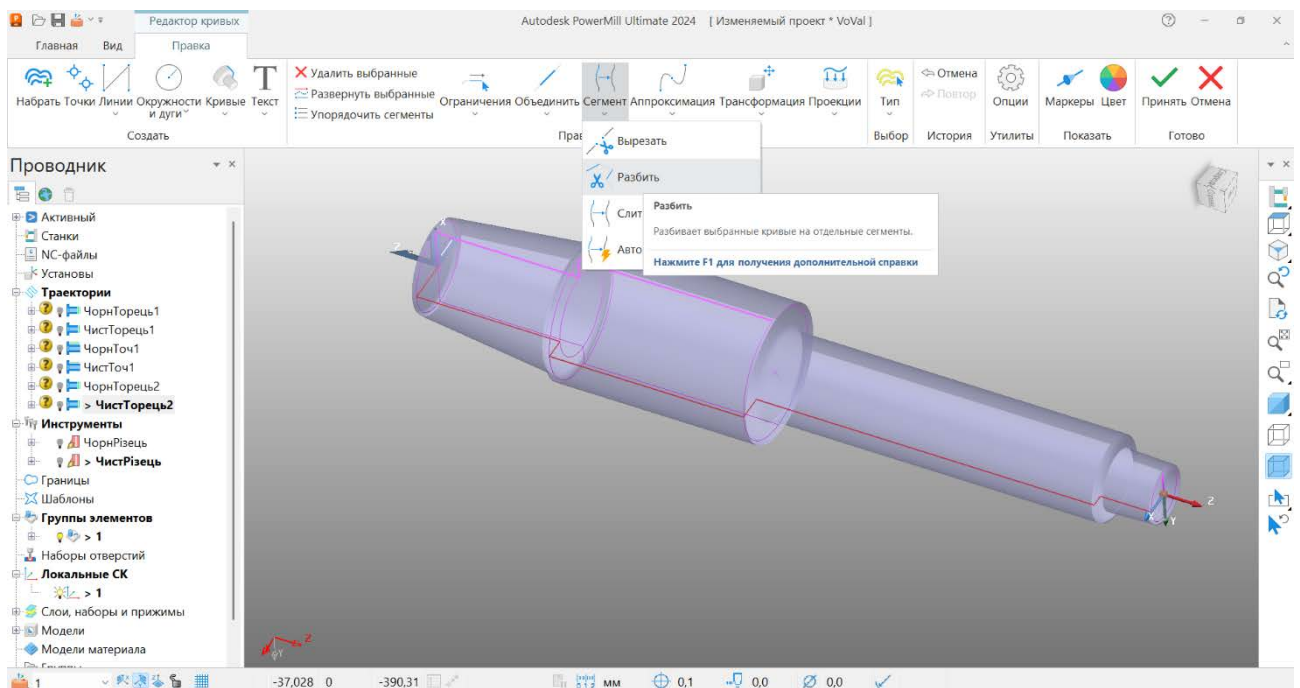


Рисунок 2.30 – Редагування лінії контуру

									Арк.
									57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ

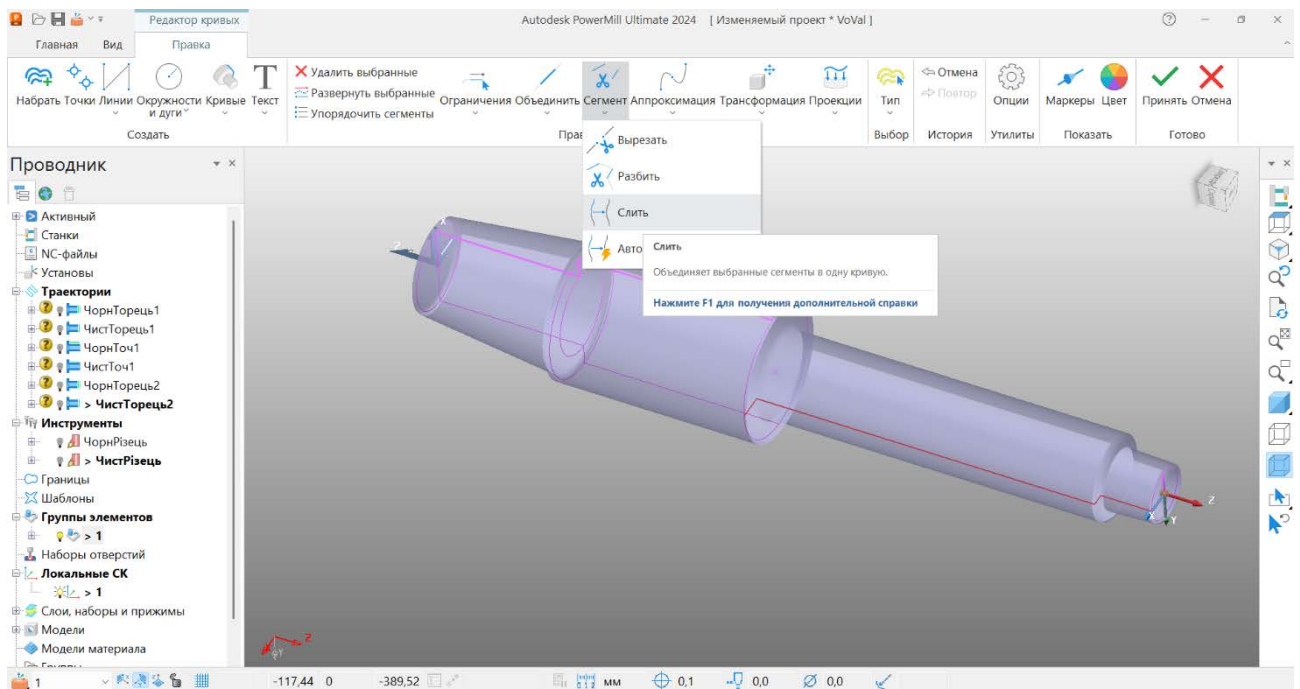


Рисунок 2.31 – Злиття вибраних ділянок в один контур

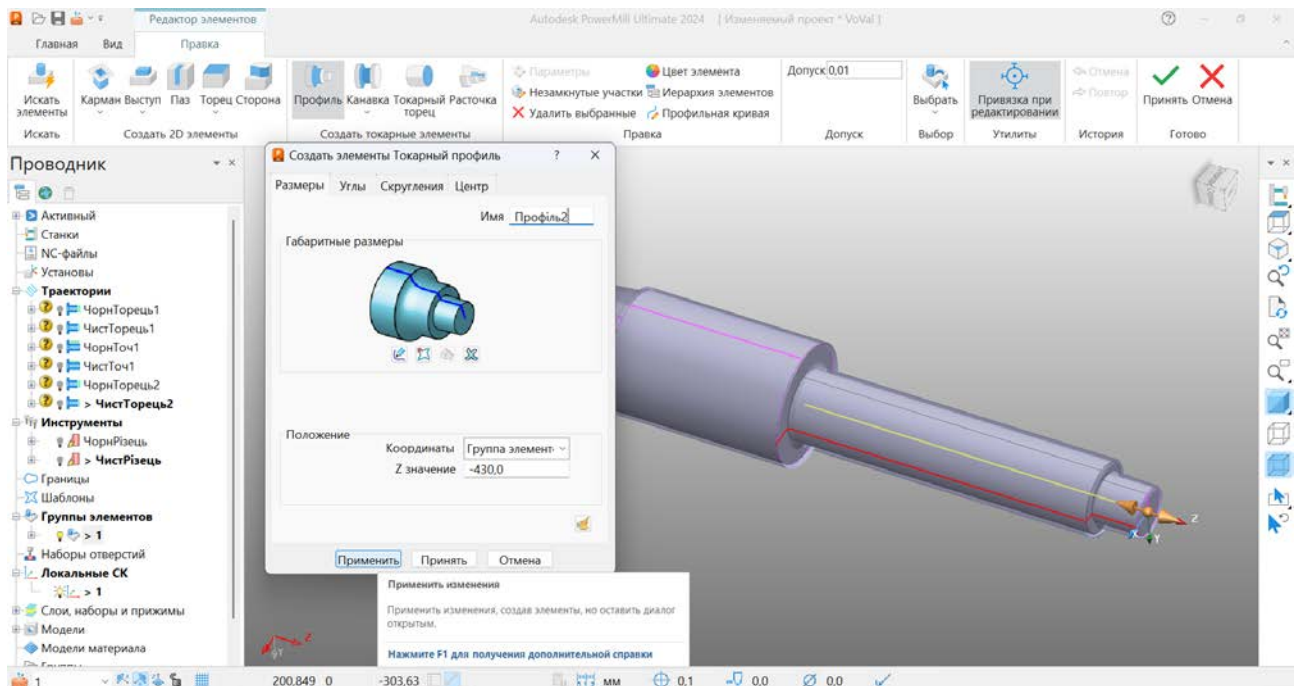


Рисунок 2.32 – Створений токарний контур

									Арк.
									58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ

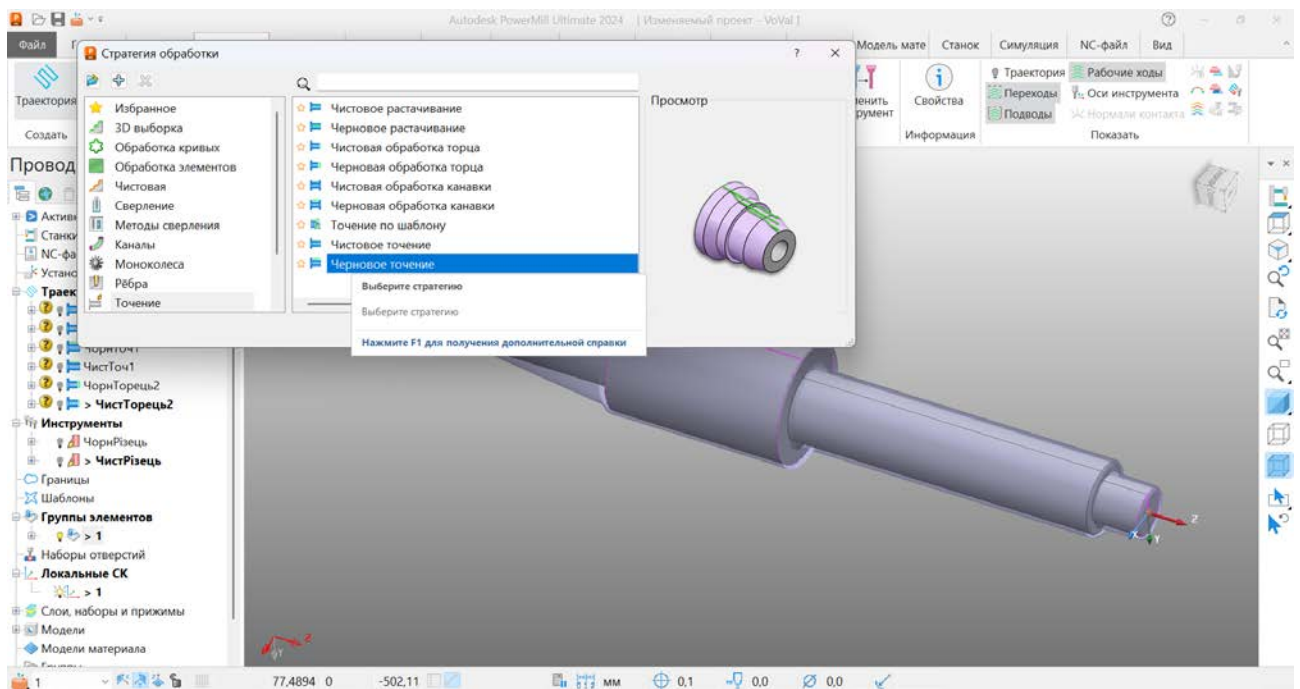


Рисунок 2.33 – Вибір стратегії обробки

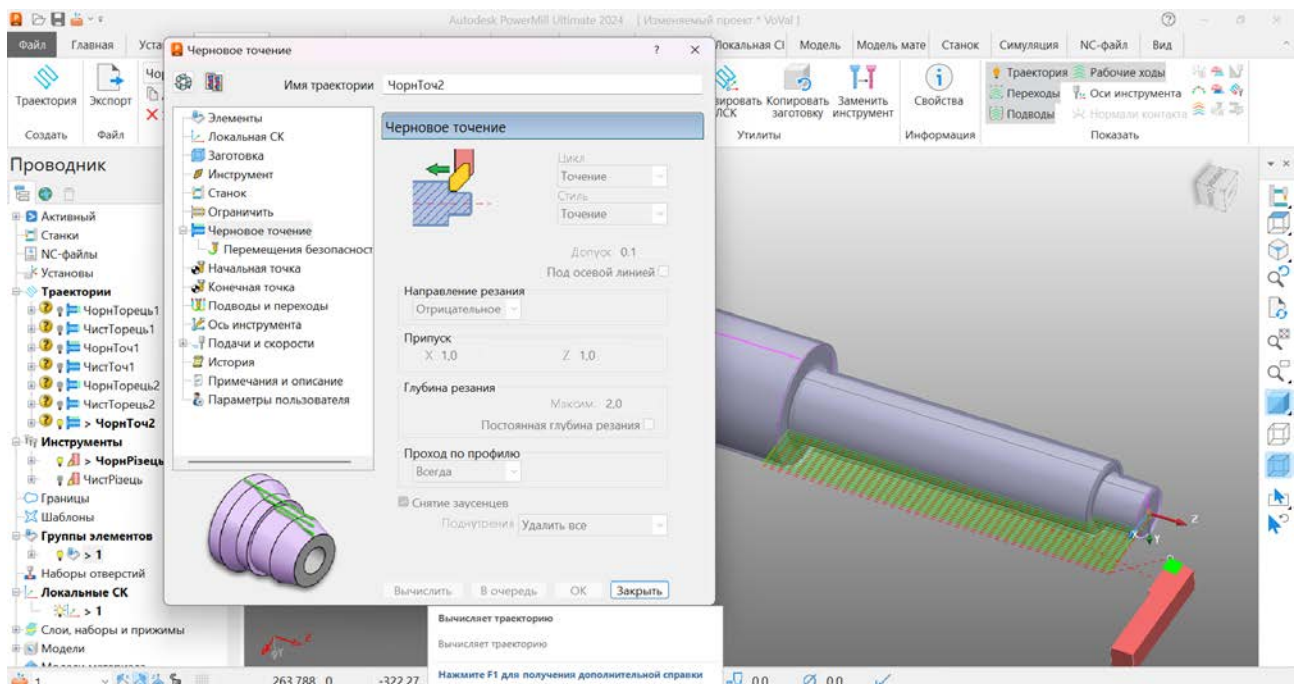


Рисунок 2.34 – Проектування чорнового точіння

									Арк.
									59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ

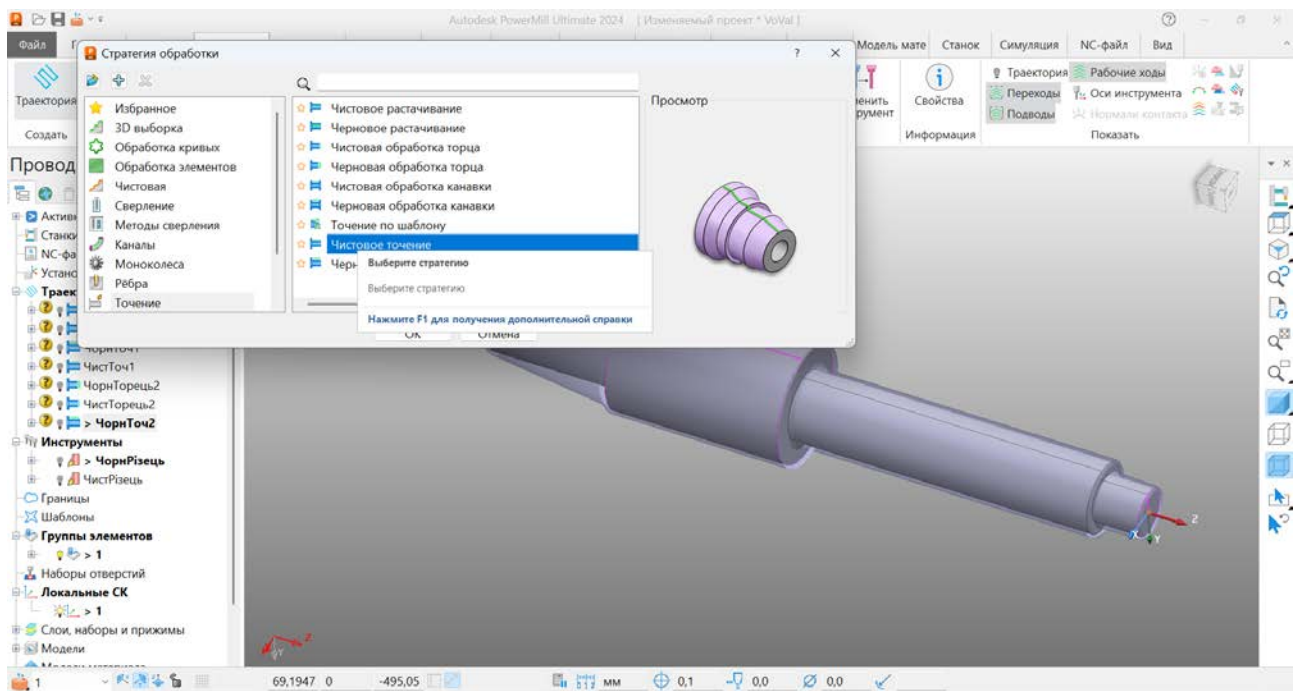


Рисунок 2.35 – Вибір стратегії обробки

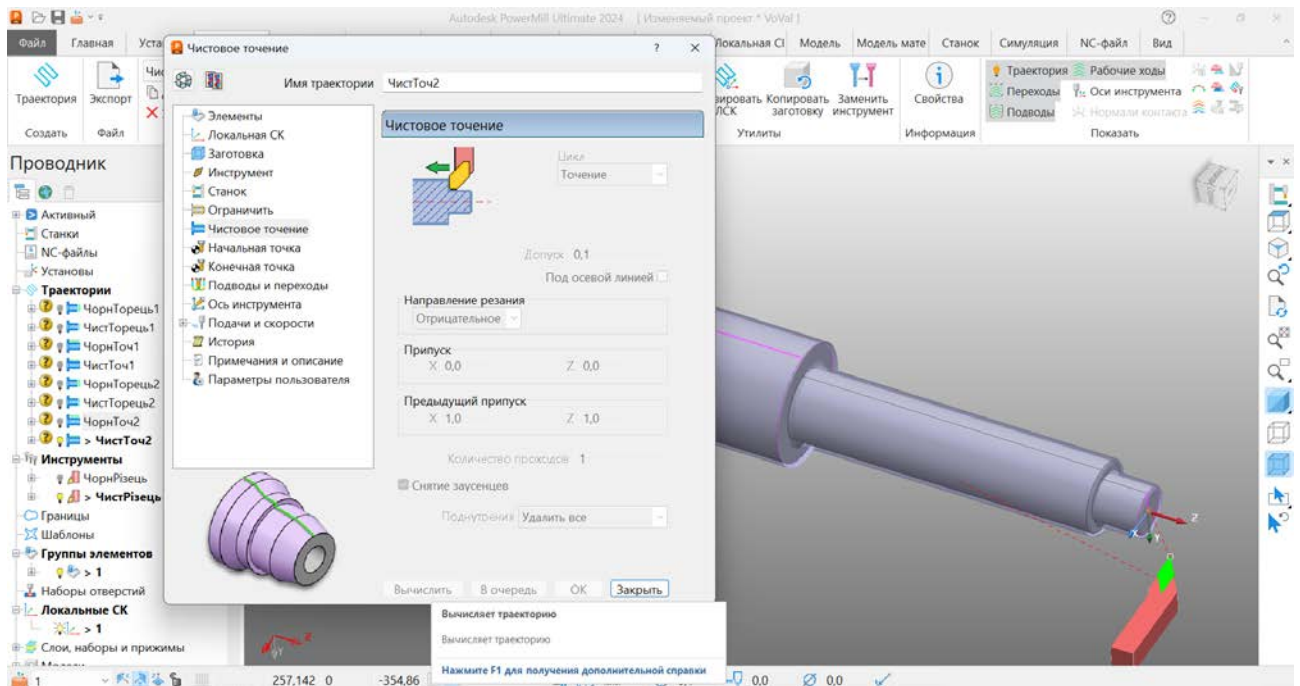


Рисунок 2.36 – Проектування чистового точіння

									Арк.
									60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ

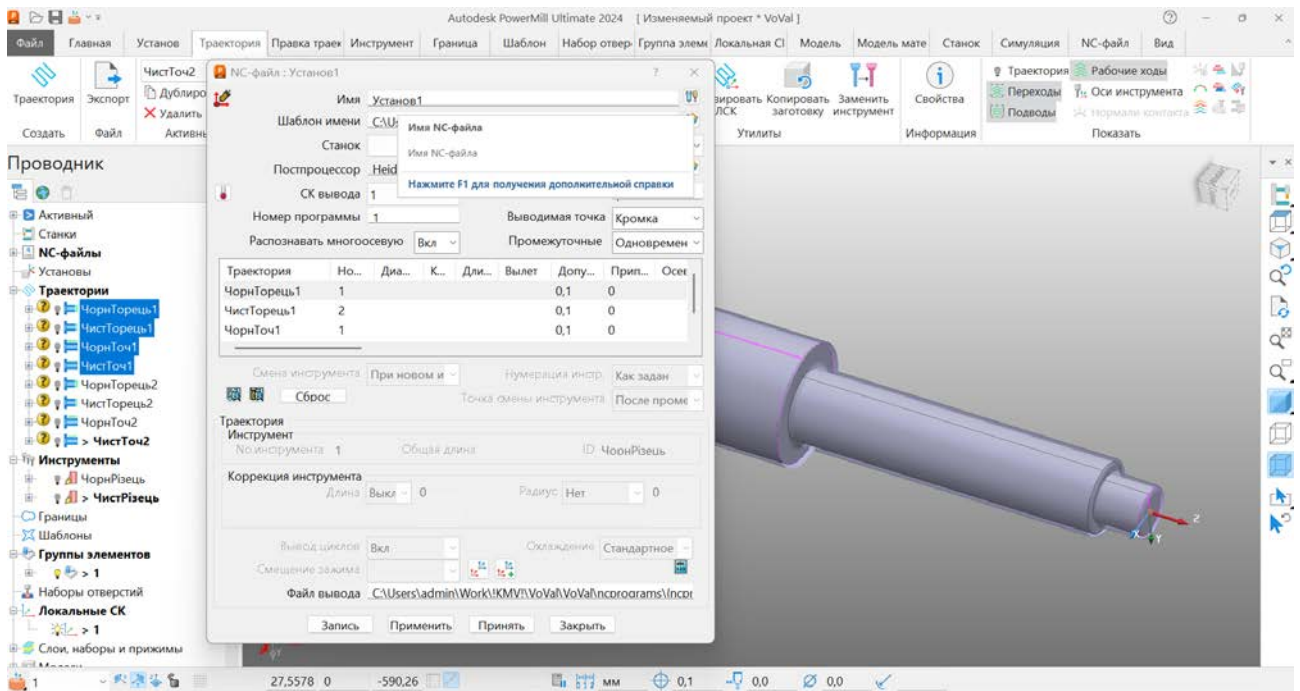


Рисунок 2.37 – Створення NC-файлу

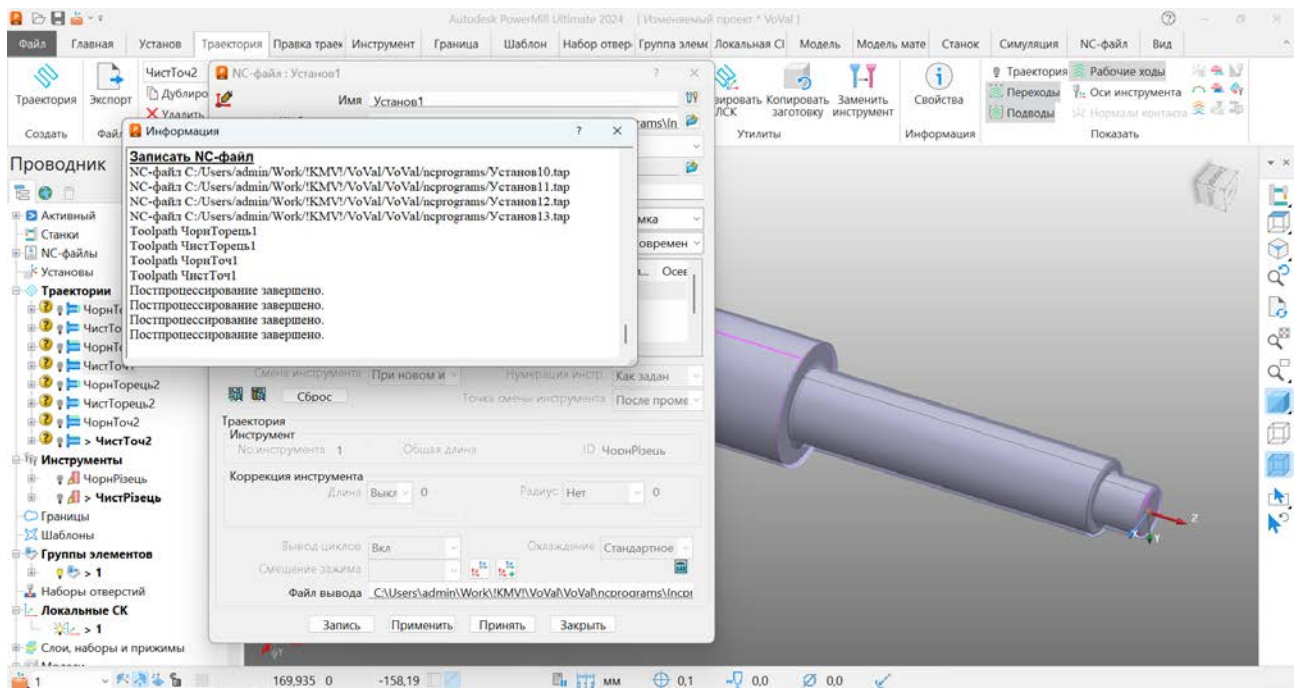


Рисунок 2.38 – Запис NC-файлу для 1 установка

									Арк.
									61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ

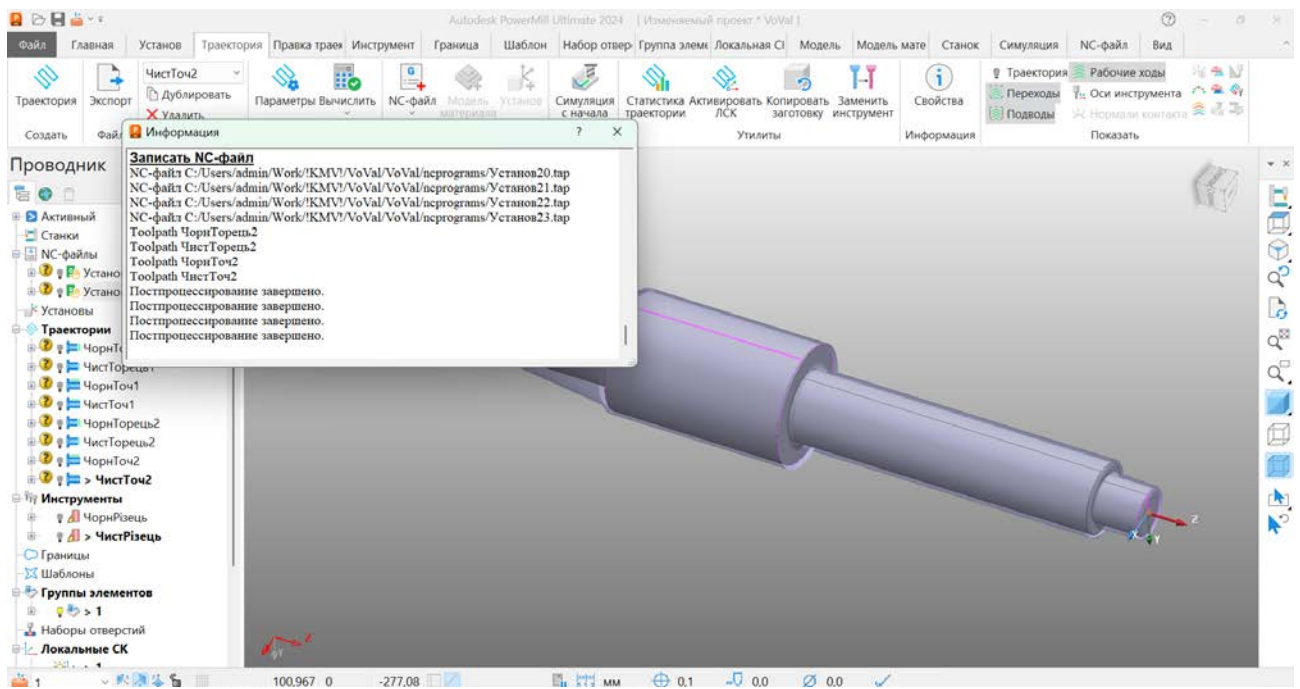


Рисунок 2.39 – Запис NC- файлу для 2 установа

					БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

3.Конструкторська частина

3.1 Пристрій для механічної обробки

Оскільки поверхні обробляються на токарно-гвинторізному верстаті, то для механічної обробки вибираємо пристрій – трикулачковий самоцентруючий патрон. Цей патрон призначений для закріплення за її зовнішньою поверхнею на токарно-гвинторізному верстаті. За допомогою цього пристрою ми обробляємо більшість поверхонь деталі. Деталь закріплюється в патроні за допомогою кулачків які приводять в дію енергію стиснутого повітря.

Токарний патрон вибираємо керуючись такою умовою:

$$D_k > d_3$$

Де D_k – допустимий діаметр розведення кулачків

d_3 - діаметр установчої поверхні заготовки.

3.2 Опис конструкції і принципу роботи конструкції

Патрон відноситься до самоцентруючих трикулачкових пристроїв за ДСТУ 2675:1999 і призначений для базування та закріплення заготовок при обробці на токарних верстатах з ЧПУ **SZGH-25**.

Патрон складається з корпусу 1, в якому розміщений спіральний диск 4, в пазах якого виступами розміщені кулачки 5. Осьове положення спірального диска 4 фіксується кришкою 3, задискованої гвинтами 6 з шайбами 8. Колесо конічне 2 розміщене в отворах корпусу 1 і обмежене штифтами 9, знаходиться в зачепленні з конічними зубами диска спіралькою 4.

Патрон встановлюється на перехідний фланець токарного верстата поверхню $\varnothing 270H7$ і кріпиться гвинтами 7 та гвинтами фланця за завороти M12-6H.

Для закріплення заданої заготовки $\varnothing 66$ мм, робочі поверхні кулачків мають допуск радіального биття не більше 0,01 мм.

					БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Патрон працює наступним чином. Заготовка Вала через отвір патрона $\varnothing 80$ мм встановлюється у отвір шпинделя до опора, розміщеного у шпинделі і закріпленого на його лівому кінці, при цьому поверхня заготовки $\varnothing 79$ мм знаходиться між кулачками 5, виступаючи на 20 мм. Ключ, що розміщений у квадратних отворах колеса конічного 2, повертають патрон на 120° і затягують заготовку двома іншими колесами конічними. Технічна характеристика патрона у відповідності з ДСТУ 1654:2008 наведена в графічній частині з вказанням параметрів ключа та потрібного зусилля на його ручці для отримання найбільшого зусилля затиску, що становить: $Q_{\max}=53900$ Н.

Для відкріплення заготовки потрібно ключем повернути колесо конічне 2 на 0,5-1 оберт проти годинникової стрілки.

Перевірка працездатності патрона. Так як обробка виконується на дуже малому вильоті ($l_3=20$ мм), то перевірку патрона на виривання заготовки не проводимо.

Перевірка працездатності патрона за пристроєм не прокручування заготовки. При умові, що діаметри обробки і закріплювання однакові, умова працездатності:

$$Q = \frac{K \cdot P_z}{f},$$

де K – коефіцієнт запасу, $K=3,5$;

f – коефіцієнт тертя на кулачка з кільцевими канавками $f=0,4$ [9, т.2, с.85, т.10].

$$Q = \frac{3,5 \cdot 2642,9}{0,4} = 23125,4 \text{ Н} < 53900 \text{ Н} .$$

Отже, патрон працездатний

					БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

3.2 Розрахунок та конструювання різального інструменту

Спроекуємо токарний прохідний різець з механічним кріпленням багатогранної пластини із твердого сплаву Т5К10 для точіння деталей після закалювання з $\sigma_b=570$ МПа. Головний кут в плані $\varphi=90^\circ$. Глибина різання $t_{max}=5,0$; подача $S_o=0,5$ мм; швидкість $V=125,6$ м/хв. Конструкцію різця вибираємо за [5], ст. 261-300.

Вибираємо за [5], ст. 261-300 конструкцію різця з механічним кріпленням пластинки. Для забезпечення головного кута в плані $\varphi=90^\circ$ і заданих режимів різання вибираємо різець прохідний правий з трьохгранною пластинкою і підкладкою, матеріал якої твердий сплав ВК 8 ([5], ст. 261-300).

Для заданих режимів різання переріз зрізуваного шару

$$F = t \cdot S = 5,0 \cdot 0,5 = 2,5 \text{ мм}^2.$$

За таблицею 8.6 ([5], ст. 283) знаходимо, що при перерізі зрізуваного шару $F=2,5 \text{ мм}^2$ різець повинен мати робочу висоту $H=25$ мм і діаметр описаної окружності пластини $D=18$ мм.

3 Геометричні параметри різальної частини різця з трьохгранною пластиною:

$$\varphi=90^\circ; \varphi_1=30^\circ; \gamma=12^\circ; \alpha=7,5^\circ; \alpha_1=7,5^\circ.$$

Максимальне навантаження, допустиме міцністю різця при відомих розмірах січення державки прямокутного різця:

$$P_{zddo} = \frac{BH^2\sigma_{i0}}{6 \cdot l};$$

де $B=16$ мм – ширина державки різця;

H – висота державки різця;

$\sigma_{z.d.} = 200 - 300$ МН/м² $\approx 20 - 30$ кгс – допустиме напруження на згин матеріалу державки різця;

$l=60$ мм – виліт різця.

$$P_{zddo} = \frac{16 \cdot 25^2 \cdot 25}{6 \cdot 60} = 694,44 \text{ кгс} = 6944,4 \text{ Н}.$$

					БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Розміри різця $h \times b \times l = 25 \times 25 = 120$; боковий виліт $m = 13$ мм.

Геометричні параметри різця:

- передній кут $\gamma = 12^\circ$;
- кут нахилу стрічечки ($f = 0,1 \dots 0,3$ мм) $\gamma_f = 0^\circ$;
- головний задній кут $\alpha = 12^\circ$;
- задній кут по стрічечці ($f = 2 \dots 3$ мм) $\alpha_f = 10^\circ$;
- кути в плані $\varphi = \varphi_1 = 45^\circ$;
- кут врізання пластинки в державку $\gamma_l = 0^\circ$;

3.3 Свердло центрувальне

Свердло призначене для центрування торців вала на токарній операції.

Спроектоване свердло є центрувальним, каліброваним, з матеріалу – швидкорізальна сталь Р6М5.

Геометричні параметри свердла:

- передні кути $\gamma = 0^\circ$;
- задній кут $\alpha = 9^\circ$;
- кути при вершинах конусів: $2\varphi_1 = 120^\circ$; $2\varphi = 60^\circ$;
- кут нахилу поперечної ріжучої кромки $\psi = 5^\circ$.

Розміри свердла:

- свердлувальна частина $d = 6,3k12$;
- хвостовик $D = 16h9$;
- довжина $L = 74$ мм.

Свердло відповідає технічним вимогам ДСТУ 14952:2005

					БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Висновок

В технологічній частині ми провели аналіз технологічності конструкції деталі, вибрали спосіб отримання заготовки, вирахували програму випуску та розробили маршрут обробки деталі, назначили припуски на виготовлення даної деталі, режими різання та провели нормування операцій.

Для розробки керуючої програми була використана система PowerMill від компанії AutoDesk. Для реалізації завдань графічної частини кваліфікаційної роботи використовувалось програмний комплекс для параметричного 3D моделювання AutoDesk Inventor.

В конструкторській частині проекту ми описали конструкцію і призначення токарного трьохкулачкового самоцентруючого патрону, свердла, різців токарних прохідних. Для реалізації завдань графічної частини кваліфікаційної роботи використовувалось програмне AutoDesk Inventor. На першому аркуші накреслили деталь, заготовку та різальний інструмент, на другому – карти технологічного налагодження, на третьому – складальне креслення токарного пристрою, на четвертому-п'ятому проектування керуючої програми для верстата з ЧПК

					БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Список використаних джерел

1. Кирилович В. А. Нормування часу та режимів різання для токарних верстатів з ЧПУ / Кирилович В. А., Мельничук П. П., Яновський В. А.; під заг. ред. В. А. Кириловича. — Житомир : ЖІТІ, 2001. — 600 с.
2. Якимов О. В. Технологія автоматизованого машинобудування : підручник / О. В. Якимов та ін. — Одеса : ОНПУ, 2005. — 410 с.
3. Технології для верстатів з числовим програмним керуванням: електронний навчальний посібник комбінованого (локального та мережного) використання [Електронний ресурс] / Дерібо О. В., Лозінський Д. О., Сердюк О. В. — Вінниця : ВНТУ, 2023. — 116 с.
4. Режими різання на металообробних верстатах у машинобудуванні: Навч. посіб. / М. П. Ревнівцев, Н. П. Паршина.— К.: Видавництво А.С.К., 2006. — 416 с.
5. Паливода Ю.Є. Заготовки у машинобудівному виробництві: навч.-метод. Посібник/Ю.Є. Паливода, А.Є. Дячун – Тернопіль: ТНТУ ім. Івана Пулюя, 2022. – 148 с.
6. Булига, Ю. В. Теорія різання. Розрахунок режимів різання : практикум / Ю. В. Булига, Н. Р. Веселовська, В. П. Міськова ; ВНТУ. – Вінниця : ВНТУ, 2019. – 67 с.
7. Іскович-Лотоцький, Р. Д. Зубо- та різьбооброблювальні металорізальні верстати : навчальний посібник / Р. Д. Іскович-Лотоцький, Л. К. Поліщук, О. В. Поліщук ; ВНТУ. – Вінниця : ВНТУ, 2008. – 132 с.
8. Технологія машинобудування : навчальний посібник / Є. О. Горбатюк, М. П. Мазур, А. С. Зенкін, В. Д. Каразей. – Львів : Новий Світ-2000, 2012. – 358 с.
9. Технологія конструкційних матеріалів: підручник / [М.А.Сологуб, І.О.Рожнецький, О.І.Некроз та ін.]; за ред. М.А.Сологуба. - [2-е вад., перероб. і доп.]. - К.: Вища школа, 2002. - 374 с.
10. Одосій З. М., Войтенко П. І., Палійчук І. І., Копей В. Б. Технологічні основи машинобудування: Розрахунково-графічний практикум. - Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2019. - 56 с.

					БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

11. Дідик Р.П. Розрахункові операції режимів механічної обробки матеріалів: точіння, свердління, зенкерування, розгортання: навч. посіб. / Р.П. Дідик, В.В. Зіль, С.Т. Пацера. – Д.: Національний гірничий університет», 2013. – 196 с.

12.[www.knuth.net.ua] [Детальніше: https://vasser.com.ua/ua/p2271339098-tokarnyj-osevoj-
stanok.html](https://vasser.com.ua/ua/p2271339098-tokarnyj-osevoj-
stanok.html)

13.Детальніше: [https://vasser.com.ua/ua/p2271339098-tokarnyj-osevoj-
stanok.html](https://vasser.com.ua/ua/p2271339098-tokarnyj-osevoj-
stanok.html)

					БР.ПМ-077.00.00.000 ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Зм	Ар	Недок.	Підпис	Дата

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

				І Ф Н Т У Н Г		ПМ-77.00.005						
Вал												

«Затверджую»

Зав.кафедрою КМВ

Панчук В.Г.

**КОМПЛЕКТ
технологічної
документації**

*Технологічний процес
механічної обробки*

Розробив: ст.гр.ПМ-23-1К

Височан Ю.В.

Перевірів:

Пітулей Л.Д.

Акт № 123 від «_16. _» травня_ 2025 р

--	--

ГОСТ 3.1105-84 Форма 7

Дубл.

Взамін

Підпис

Зм

Ар

№док.

Підпис

Дата

Розробив Височан Ю.В.

Перевірів Пітулей Л.Д.

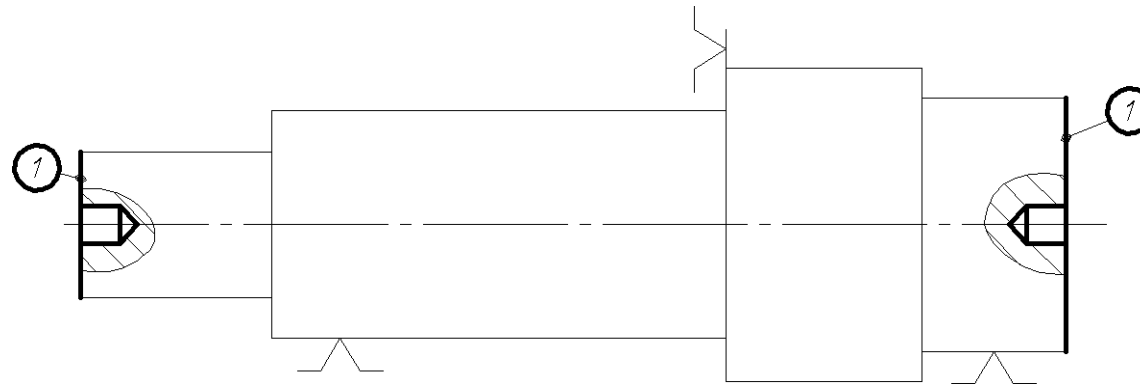
Т.контр Пітулей Л.Д.

І Ф Н Т У Н Г

Вал ПМ-77.00.005

Н

Н. контр. Пітулей Л.Д.



KE

Дубл.

Взамін

Підпис

Зм

Ар

№ док.

Підпис

Дата

Розробив Височан Ю.В.

Перевірів Пітулей Л.Д.

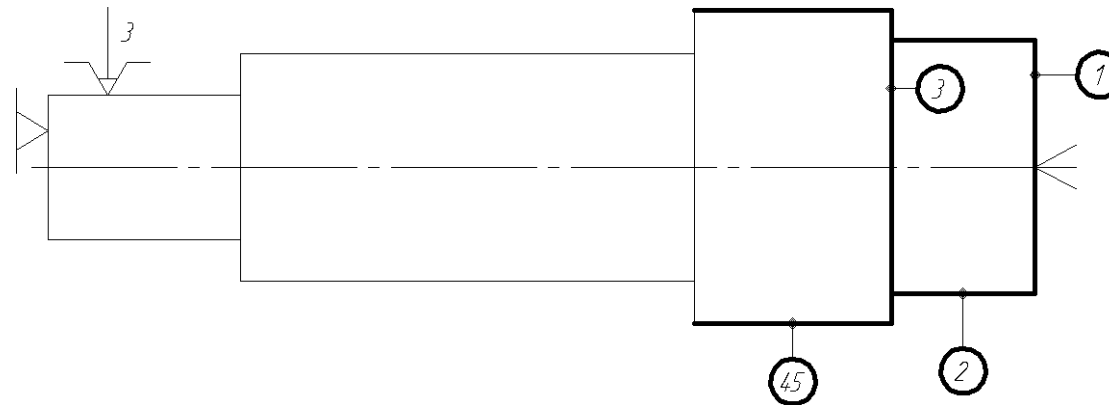
Т.контр Пітулей Л.Д.

І Ф Н Т У Н Г

Вал ПМ-77.00.005

Н

Н. контр. Пітулей Л.Д.



Дубл.

Взамін

Підпис

Зм

Ар

№ док.

Підпис

Дата

Розробив Височан Ю.В.

Перевірів Пітулей Л.Д.

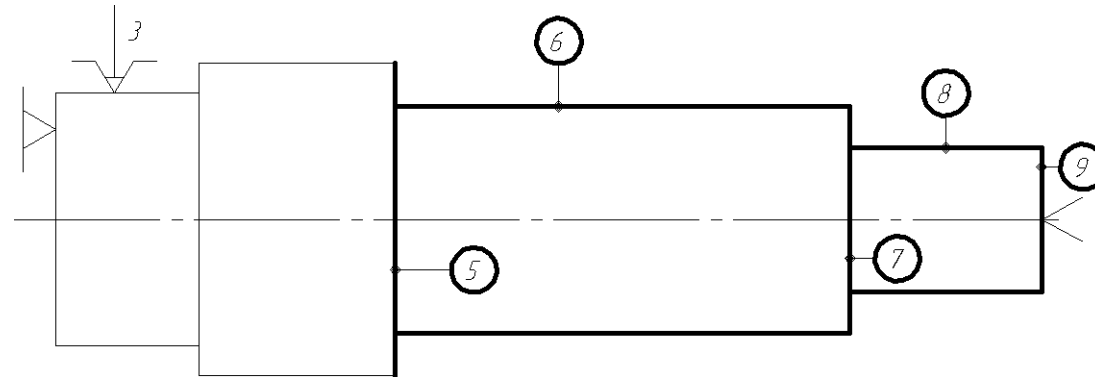
Т.контр Пітулей Л.Д.

І Ф Н Т У Н Г

Вал ПМ-77.00.005

Н

Н. контр. Пітулей Л.Д.



ГОСТ 3.1105-84 Форма 7

Дубл.

Взамін

Підпис

Зм

Ар

№док.

Підпис

Дата

Розробив Височан Ю.В.

Перевірів Пітулей Л.Д.

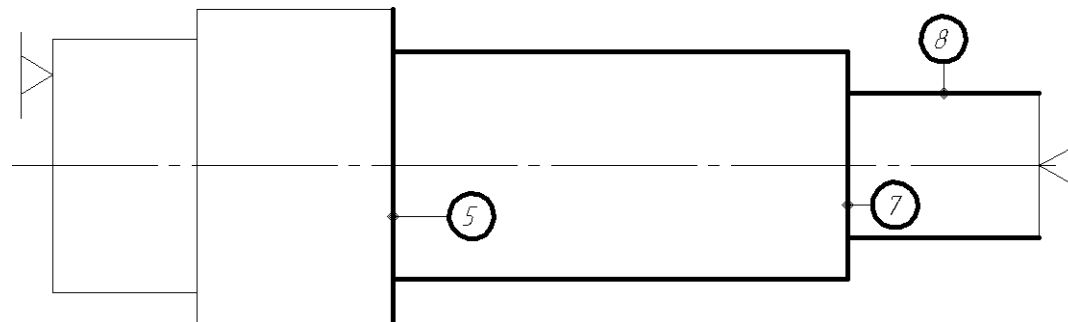
Т.контр Пітулей Л.Д.

І Ф Н Т У Н Г

Вал ПМ-77.00.005

Н

Н. контр. Пітулей Л.Д.



KE

ГОСТ 3.1105-84 Форма 7

Дубл.

Взамін

Підпис

Зм

Ар

№ док.

Підпис

Дата

Розробив Височан Ю.В.

Перевірів Пітулей Л.Д.

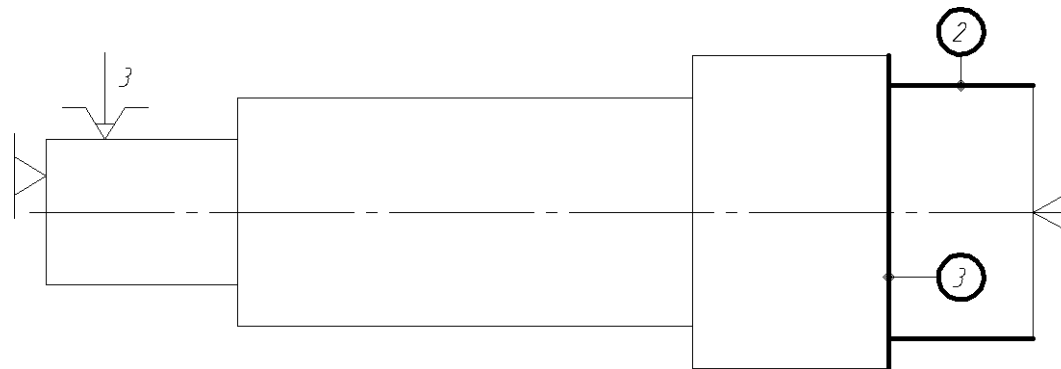
Т.контр Пітулей Л.Д.

І Ф Н Т У Н Г

Вал ПМ-77.00.005

Н

Н. контр. Пітулей Л.Д.



KE

ГОСТ 3.1105-84 Форма 7

Дубл.

Взамін

Підпис

Зм

Ар

№док.

Підпис

Дата

Розробив Височан Ю.В.

Перевірів Пітулей Л.Д.

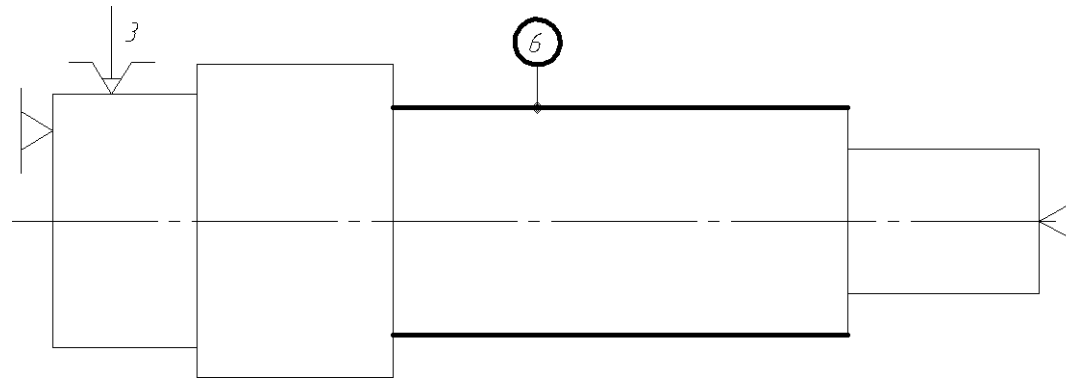
Т.контр Пітулей Л.Д.

І Ф Н Т У Н Г

Вал ПМ-77.00.005

Н

Н. контр. Пітулей Л.Д.



```

100 ; -----
101 ; NO.| ID   | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 1|ЧОРПРИЗЕЦЬ| | 0.0 |
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM УСТАНОВ10 MM
105 ; PROGRAM NAME : УСТАНОВ10
106 ; PART NAME   : БАЛ
107 ; PROGRAM DATE : 2025-06-11 - 21:10:34
108 ; PROGRAMMED BY : ADMIN
109 ; POWERMILL CB : 2024019.0
110 ; POST VER    : 2024.0.0.5142
111 ; OPTION FILE  : HEIDENHAINMOD
112 ; OUTPUT WORKPLANE : 1
113 ;
114 ; -----
115 ; NO.| ID   | DIA.| TIP RAD| LENGTH
116 ; -----
117 ; 1|ЧОРПРИЗЕЦЬ| | 0.0 |
118 ; -----
119 ;
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 0 MIN 3 SEC
122 ;
123 BLK FORM 0.1 Z X-39.5 Y-39.5 Z-432.7
124 BLK FORM 0.2 X39.5 Y39.5 Z2.7
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
    Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : ЧОРНТОРЕЦЬ1
130 ; -----
131 ; PARAMETRIC FEEDRATE DEFINITION
132   Q1=500; PLUNGE FEED RATE
133   Q2=1000; CUTTING FEED RATE
134   Q3=3000; SKIM FEED RATE
135 ; FMAX USED FOR RAPID
136 ;
137 ; TOOL NO.   :1
138 ; TOOL TYPE  :
139 ; TOOL ID    : ЧОРПРИЗЕЦЬ
140 ; TOOL DIA   : 0.0 LENGTH 0.0
141 ;
142 TOOL CALL 1 Z S1000 DL+0.0 DR+0.0
143 M03
144 L X0.0 Y-130.0 FMAX
145 L Z-560.0 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 Y-127.0 Z-534.95 R0 FQ3
151 L Z-531.25 F0.2
152 L Y-100.0
153 L Z-532.95
154 L Y-101.4142 Z-534.3642
155 L Y-130.0 Z-560.0 FQ3
156 ; -----
157 ; END TOOLPATH : ЧОРНТОРЕЦЬ1
158 ; -----
159 M09
160 M05
161 L M140 MBMAX FMAX
162 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE

```

163 CYCL DEF 32.1
164 CYCL DEF 32.2
165 M30
166 END PGM УСТАНОВ10 MM

100 ; -----
101 ; NO.| ID | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 2|ЧИСТРІЗЕЦЬ| | 0.0 |
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM УСТАНОВ11 MM
105 ; PROGRAM NAME : УСТАНОВ11
106 ; PART NAME : ВАЛ
107 ; PROGRAM DATE : 2025-06-11 - 21:10:36
108 ; PROGRAMMED BY : ADMIN
109 ; POWERMILL CB : 2024019.0
110 ; POST VER : 2024.0.0.5142
111 ; OPTION FILE : HEIDENHAINMOD
112 ; OUTPUT WORKPLANE : 1
113 ;
114 ; -----
115 ; NO.| ID | DIA.| TIP RAD| LENGTH
116 ; -----
117 ; 2|ЧИСТРІЗЕЦЬ| | 0.0 |
118 ; -----
119 ;
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 0 MIN 3 SEC
122 ;
123 BLK FORM 0.1 Z X-39.5 Y-39.5 Z-432.7
124 BLK FORM 0.2 X39.5 Y39.5 Z2.7
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : ЧИСТТОРЕЦЬ1
130 ; -----
131 ; PARAMETRIC FEEDRATE DEFINITION
132 Q1=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 : ЧИСТРІЗЕЦЬ
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 Y-130.0 FMAX
145 L Z-560.0 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 Y-127.0 Z-530.25 R0 FQ3
151 L Y-125.0 F0.2
152 L Y-100.0
153 L Y-98.0681 Z-530.7676
154 L Y-130.0 Z-560.0 FQ3
155 ; -----
156 ; END TOOLPATH : ЧИСТТОРЕЦЬ1

157 ; -----
158 M09
159 M05
160 L M140 MBMAX FMAX
161 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
162 CYCL DEF 32.1
163 CYCL DEF 32.2
164 M30
165 END PGM УСТАHOВ11 MM

100 ; -----
101 ; NO.| ID | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 1|ЧОРПРИЗЕЦЬ| | 0.0 |
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM УСТАHOВ12 MM
105 ; PROGRAM NAME : УСТАHOВ12
106 ; PART NAME : БАЛ
107 ; PROGRAM DATE : 2025-06-11 - 21:10:38
108 ; PROGRAMMED BY : ADMIN
109 ; POWERMILL CB : 2024019.0
110 ; POST VER : 2024.0.0.5142
111 ; OPTION FILE : HEIDENHAINMOD
112 ; OUTPUT WORKPLANE : 1
113 ;
114 ; -----
115 ; NO.| ID | DIA.| TIP RAD| LENGTH
116 ; -----
117 ; 1|ЧОРПРИЗЕЦЬ| | 0.0 |
118 ; -----
119 ;
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 3 MIN 22 SEC
122 ;
123 BLK FORM 0.1 Z X-39.5 Y-39.5 Z-432.7
124 BLK FORM 0.2 X39.5 Y39.5 Z2.7
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : ЧОРПТОЧ1
130 ; -----
131 ; PARAMETRIC FEEDRATE DEFINITION
132 Q1=500; PLUNGE FEED RATE
133 Q2=1000; CUTTING FEED RATE
134 Q3=3000; SKIM FEED RATE
135 ; FMAX USED FOR RAPID
136 ;
137 ; TOOL NO. :1
138 ; TOOL TYPE :
139 ; TOOL ID : ЧОРПРИЗЕЦЬ
140 ; TOOL DIA : 0.0 LENGTH 0.0
141 ;
142 TOOL CALL 1 Z S1000 DL+0.0 DR+0.0
143 M03
144 L X0.0 Y-130.0 FMAX
145 L Z-560.0 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 Y-156.1824 Z-533.2498 R0 FQ3
151 L Y-154.1824 F0.2

152 L Z-330.0
153 L Y-156.1114
154 L Y-157.5257 Z-331.4142
155 L Z-533.2498 FQ3
156 L Y-154.2533
157 L Y-152.2533 F0.2
158 L Z-330.0
159 L Y-154.1824
160 L Y-155.5966 Z-331.4142
161 L Z-533.2498 FQ3
162 L Y-152.3243
163 L Y-150.3243 F0.2
164 L Z-330.0
165 L Y-152.2533
166 L Y-153.6676 Z-331.4142
167 L Z-533.2498 FQ3
168 L Y-150.3952
169 L Y-148.3952 F0.2
170 L Z-330.0
171 L Y-150.3243
172 L Y-151.7385 Z-331.4142
173 L Z-533.2498 FQ3
174 L Y-148.4662
175 L Y-146.4662 F0.2
176 L Z-330.0
177 L Y-148.3952
178 L Y-149.8095 Z-331.4142
179 L Z-533.2498 FQ3
180 L Y-146.5372
181 L Y-144.5372 F0.2
182 L Z-330.0
183 L Y-146.4662
184 L Y-147.8804 Z-331.4142
185 L Z-533.2498 FQ3
186 L Y-144.6081
187 L Y-142.6081 F0.2
188 L Z-330.0
189 L Y-144.5372
190 L Y-145.9514 Z-331.4142
191 L Z-533.2498 FQ3
192 L Y-142.6791
193 L Y-140.6791 F0.2
194 L Z-330.0
195 L Y-142.6081
196 L Y-144.0223 Z-331.4142
197 L Z-533.2498 FQ3
198 L Y-140.75
199 L Y-138.75 F0.2
200 L Z-330.0
201 L Y-140.6791
202 L Y-142.0933 Z-331.4142
203 L Z-533.2498 FQ3
204 L Y-138.9643
205 L Y-136.9643 F0.2
206 L Z-446.2496
207 L Y-137.5003 Z-446.2495
208 L Y-138.1115 Z-446.0897
209 L Y-138.5904 Z-445.6107
210 L Y-138.75 Z-444.9995
211 L Y-140.1642 Z-446.4137
212 L Z-533.2498 FQ3
213 L Y-137.1786
214 L Y-135.1786 F0.2
215 L Z-446.25
216 L Y-136.9643 Z-446.2496

217 L Y-138.3785 Z-447.6638
218 L Z-533.2498 FQ3
219 L Y-135.3929
220 L Y-133.3929 F0.2
221 L Z-446.2504
222 L Y-135.1786 Z-446.25
223 L Y-136.5928 Z-447.6642
224 L Z-533.2498 FQ3
225 L Y-133.6072
226 L Y-131.6072 F0.2
227 L Z-446.2509
228 L Y-133.3929 Z-446.2504
229 L Y-134.8071 Z-447.6646
230 L Z-533.2498 FQ3
231 L Y-131.8214
232 L Y-129.8214 F0.2
233 L Z-446.2513
234 L Y-131.6072 Z-446.2509
235 L Y-133.0214 Z-447.6651
236 L Z-533.2498 FQ3
237 L Y-130.0357
238 L Y-128.0357 F0.2
239 L Z-446.2517
240 L Y-129.8214 Z-446.2513
241 L Y-131.2357 Z-447.6655
242 L Z-533.2498 FQ3
243 L Y-128.25
244 L Y-126.25 F0.2
245 L Z-529.9995
246 L Y-126.2529 Z-446.2521
247 L Y-128.0357 Z-446.2517
248 L Y-129.4499 Z-447.6659
249 L Y-150.0 Z-560.0 FQ3
250 ; -----
251 ; END TOOLPATH : ЧОРНТОЧІ
252 ; -----
253 M09
254 M05
255 L M140 MBMAX FMAX
256 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
257 CYCL DEF 32.1
258 CYCL DEF 32.2
259 M30
260 END PGM УСТАНОВ12 MM

100 ; -----
101 ; NO.| ID | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 2|ЧИСТРІЗЕЦЬ| | 0.0 |
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM УСТАНОВ13 MM
105 ; PROGRAM NAME : УСТАНОВ13
106 ; PART NAME : ВАЛ
107 ; PROGRAM DATE : 2025-06-11 - 21:10:41
108 ; PROGRAMMED BY : ADMIN
109 ; POWERMILL CB : 2024019.0
110 ; POST VER : 2024.0.0.5142
111 ; OPTION FILE : HEIDENHAINMOD
112 ; OUTPUT WORKPLANE : 1
113 ;
114 ; -----
115 ; NO.| ID | DIA.| TIP RAD| LENGTH
116 ; -----
117 ; 2|ЧИСТРІЗЕЦЬ| | 0.0 |

```

118 ; -----
119 ;
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 0 MIN 20 SEC
122 ;
123 BLK FORM 0.1 Z X-39.5 Y-39.5 Z-432.7
124 BLK FORM 0.2 X39.5 Y39.5 Z2.7
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
    Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : ЧИСТТОЧІ
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   : ЧИСТРІЗЕЦЬ
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 Y-130.0 FMAX
145 L Z-560.0 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 Y-98.0 Z-530.2498 R0 FQ3
151 L Y-100.0 F0.2
152 L Y-125.0 Z-530.2495
153 L Y-125.1768 Z-530.1763
154 L Y-125.25 Z-529.9995
155 L Y-125.2529 Z-445.2523
156 L Y-137.5001 Z-445.2495
157 L Y-137.6768 Z-445.1762
158 L Y-137.75 Z-444.9995
159 L Z-330.0
160 L Y-138.2677 Z-328.0681
161 L Y-150.0 Z-560.0 FQ3
162 ; -----
163 ; END TOOLPATH : ЧИСТТОЧІ
164 ; -----
165 M09
166 M05
167 L M140 MBMAX FMAX
168 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
169 CYCL DEF 32.1
170 CYCL DEF 32.2
171 M30
172 END PGM УСТАНОВ13 ММ

100 ; -----
101 ; NO.| ID   | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 1|ЧОРНРІЗЕЦЬ|   | 0.0 |
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM УСТАНОВ20 ММ
105 ; PROGRAM NAME : УСТАНОВ20

```

106 ; PART NAME : BAJI
107 ; PROGRAM DATE : 2025-06-11 - 21:14:24
108 ; PROGRAMMED BY : ADMIN
109 ; POWERMILL CB : 2024019.0
110 ; POST VER : 2024.0.0.5142
111 ; OPTION FILE : HEIDENHAINMOD
112 ; OUTPUT WORKPLANE : 1
113 ;
114 ; -----
115 ; NO.| ID | DIA.| TIP RAD| LENGTH
116 ; -----
117 ; 1|ЧОРПРИЗЕЦЬ| | 0.0 |
118 ; -----
119 ;
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 0 MIN 3 SEC
122 ;
123 BLK FORM 0.1 Z X-39.5 Y-39.5 Z-432.7
124 BLK FORM 0.2 X39.5 Y39.5 Z2.7
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : ЧОРПТОРЕЦЬ2
130 ; -----
131 ; PARAMETRIC FEEDRATE DEFINITION
132 Q1=500; PLUNGE FEED RATE
133 Q2=1000; CUTTING FEED RATE
134 Q3=3000; SKIM FEED RATE
135 ; FMAX USED FOR RAPID
136 ;
137 ; TOOL NO. :1
138 ; TOOL TYPE :
139 ; TOOL ID : ЧОРПРИЗЕЦЬ
140 ; TOOL DIA : 0.0 LENGTH 0.0
141 ;
142 TOOL CALL 1 Z S1000 DL+0.0 DR+0.0
143 M03
144 L X260.0 Y0.0 FMAX
145 L Z-70.0 FMAX
146 M08
147 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
148 CYCL DEF 32.1 T0.1
149 CYCL DEF 32.2 HSC-MODE:1 TA2
150 L X236.0 Z-95.05 R0 FQ3
151 L Z-98.75 F0.2
152 L X200.0
153 L Z-97.05
154 L X202.8284 Z-95.6358
155 L X300.0 Z-70.0 FQ3
156 ; -----
157 ; END TOOLPATH : ЧОРПТОРЕЦЬ2
158 ; -----
159 M09
160 M05
161 L M140 MBMAX FMAX
162 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
163 CYCL DEF 32.1
164 CYCL DEF 32.2
165 M30
166 END PGM УСТАНОВ20 MM

100 ; -----

```
101 ; NO.| ID      | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 2|ЧИСТРІЗЕЦЬ| | 0.0 |
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM УСТАНОВ21 ММ
105 ; PROGRAM NAME : УСТАНОВ21
106 ; PART NAME    : БАЛ
107 ; PROGRAM DATE : 2025-06-11 - 21:14:26
108 ; PROGRAMMED BY : ADMIN
109 ; POWERMILL CB : 2024019.0
110 ; POST VER     : 2024.0.0.5142
111 ; OPTION FILE  : HEIDENHAINMOD
112 ; OUTPUT WORKPLANE : 1
113 ;
114 ; -----
115 ; NO.| ID      | DIA.| TIP RAD| LENGTH
116 ; -----
117 ; 2|ЧИСТРІЗЕЦЬ| | 0.0 |
118 ; -----
119 ;
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 0 MIN 2 SEC
122 ;
123 BLK FORM 0.1 Z X-39.5 Y-39.5 Z-432.7
124 BLK FORM 0.2 X39.5 Y39.5 Z2.7
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
    Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : ЧИСТТОРЕЦЬ2
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   : ЧИСТРІЗЕЦЬ
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 X260.0 Y0.0 FMAX
145 L Z-70.0 FMAX
146 M08
147 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
148 CYCL DEF 32.1 T0.1
149 CYCL DEF 32.2 HSC-MODE:1 TA2
150 L X234.0 Z-99.75 R0 FQ3
151 L X230.0 F0.2
152 L X200.0
153 L X196.1363 Z-99.2324
154 L X300.0 Z-70.0 FQ3
155 ; -----
156 ; END TOOLPATH : ЧИСТТОРЕЦЬ2
157 ; -----
158 M09
159 M05
160 L M140 MBMAX FMAX
161 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
162 CYCL DEF 32.1
163 CYCL DEF 32.2
```

164 M30
165 END PGM УСТАHOБ21 MM

100 ; -----
101 ; NO.| ID | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 1|ЧОРПІЗЕЦЬ| | 0.0 |
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM УСТАHOБ22 MM
105 ; PROGRAM NAME : УСТАHOБ22
106 ; PART NAME : БАЛ
107 ; PROGRAM DATE : 2025-06-11 - 21:14:28
108 ; PROGRAMMED BY : ADMIN
109 ; POWERMILL CB : 2024019.0
110 ; POST VER : 2024.0.0.5142
111 ; OPTION FILE : HEIDENHAINMOD
112 ; OUTPUT WORKPLANE : 1
113 ;
114 ; -----
115 ; NO.| ID | DIA.| TIP RAD| LENGTH
116 ; -----
117 ; 1|ЧОРПІЗЕЦЬ| | 0.0 |
118 ; -----
119 ;
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 8 MIN 54 SEC
122 ;
123 BLK FORM 0.1 Z X-39.5 Y-39.5 Z-432.7
124 BLK FORM 0.2 X39.5 Y39.5 Z2.7
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : ЧОРПТОЧ2
130 ; -----
131 ; PARAMETRIC FEEDRATE DEFINITION
132 Q1=500; PLUNGE FEED RATE
133 Q2=1000; CUTTING FEED RATE
134 Q3=3000; SKIM FEED RATE
135 ; FMAX USED FOR RAPID
136 ;
137 ; TOOL NO. :1
138 ; TOOL TYPE :
139 ; TOOL ID : ЧОРПІЗЕЦЬ
140 ; TOOL DIA : 0.0 LENGTH 0.0
141 ;
142 TOOL CALL 1 Z S1000 DL+0.0 DR+0.0
143 M03
144 L X260.0 Y0.0 FMAX
145 L Z-70.0 FMAX
146 M08
147 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
148 CYCL DEF 32.1 T0.1
149 CYCL DEF 32.2 HSC-MODE:1 TA2
150 L X312.3042 Z-97.0 R0 FQ3
151 L X308.3042 F0.2
152 L Z-330.0
153 L X312.2229
154 L X315.0513 Z-328.5858
155 L Z-97.0 FQ3
156 L X308.3855
157 L X304.3855 F0.2
158 L Z-330.0

159 L X308.3042
160 L X311.1326 Z-328.5858
161 L Z-97.0 FQ3
162 L X304.4669
163 L X300.4669 F0.2
164 L Z-330.0
165 L X304.3855
166 L X307.214 Z-328.5858
167 L Z-97.0 FQ3
168 L X300.5482
169 L X296.5482 F0.2
170 L Z-330.0
171 L X300.4669
172 L X303.2953 Z-328.5858
173 L Z-97.0 FQ3
174 L X296.6295
175 L X292.6295 F0.2
176 L Z-330.0
177 L X296.5482
178 L X299.3766 Z-328.5858
179 L Z-97.0 FQ3
180 L X292.7108
181 L X288.7108 F0.2
182 L Z-330.0
183 L X292.6295
184 L X295.4579 Z-328.5858
185 L Z-97.0 FQ3
186 L X288.7922
187 L X284.7922 F0.2
188 L Z-330.0
189 L X288.7108
190 L X291.5393 Z-328.5858
191 L Z-97.0 FQ3
192 L X284.8735
193 L X280.8735 F0.2
194 L Z-330.0
195 L X284.7922
196 L X287.6206 Z-328.5858
197 L Z-97.0 FQ3
198 L X280.9548
199 L X276.9548 F0.2
200 L Z-330.0
201 L X280.8735
202 L X283.7019 Z-328.5858
203 L Z-97.0 FQ3
204 L X277.0361
205 L X273.0361 F0.2
206 L Z-330.0
207 L X276.9548
208 L X279.7832 Z-328.5858
209 L Z-97.0 FQ3
210 L X273.1175
211 L X269.1175 F0.2
212 L Z-330.0
213 L X273.0361
214 L X275.8646 Z-328.5858
215 L Z-97.0 FQ3
216 L X269.1988
217 L X265.1988 F0.2
218 L Z-330.0
219 L X269.1175
220 L X271.9459 Z-328.5858
221 L Z-97.0 FQ3
222 L X265.2801
223 L X261.2801 F0.2

224 L Z-330.0
225 L X265.1988
226 L X268.0272 Z-328.5858
227 L Z-97.0 FQ3
228 L X261.3614
229 L X257.3614 F0.2
230 L Z-330.0
231 L X261.2801
232 L X264.1085 Z-328.5858
233 L Z-97.0 FQ3
234 L X257.4428
235 L X253.4428 F0.2
236 L Z-330.0
237 L X257.3614
238 L X260.1899 Z-328.5858
239 L Z-97.0 FQ3
240 L X253.5241
241 L X249.5241 F0.2
242 L Z-330.0
243 L X253.4428
244 L X256.2712 Z-328.5858
245 L Z-97.0 FQ3
246 L X249.6054
247 L X245.6054 F0.2
248 L Z-330.0
249 L X249.5241
250 L X252.3525 Z-328.5858
251 L Z-97.0 FQ3
252 L X245.6867
253 L X241.6867 F0.2
254 L Z-330.0
255 L X245.6054
256 L X248.4338 Z-328.5858
257 L Z-97.0 FQ3
258 L X241.7681
259 L X237.7681 F0.2
260 L Z-330.0
261 L X241.6867
262 L X244.5152 Z-328.5858
263 L Z-97.0 FQ3
264 L X237.8494
265 L X233.8494 F0.2
266 L Z-330.0
267 L X237.7681
268 L X240.5965 Z-328.5858
269 L Z-97.0 FQ3
270 L X233.9307
271 L X229.9307 F0.2
272 L Z-330.0
273 L X233.8494
274 L X236.6778 Z-328.5858
275 L Z-97.0 FQ3
276 L X230.012
277 L X226.012 F0.2
278 L Z-330.0
279 L X229.9307
280 L X232.7591 Z-328.5858
281 L Z-97.0 FQ3
282 L X226.0934
283 L X222.0934 F0.2
284 L Z-330.0
285 L X226.012
286 L X228.8405 Z-328.5858
287 L Z-97.0 FQ3
288 L X222.1747

```
289 L X218.1747 F0.2
290 L Z-330.0
291 L X222.0934
292 L X224.9218 Z-328.5858
293 L Z-97.0 FQ3
294 L X218.256
295 L X214.256 F0.2
296 L Z-330.0
297 L X218.1747
298 L X221.0031 Z-328.5858
299 L Z-97.0 FQ3
300 L X214.3373
301 L X210.3373 F0.2
302 L Z-330.0
303 L X214.256
304 L X217.0844 Z-328.5858
305 L Z-97.0 FQ3
306 L X210.4187
307 L X206.4187 F0.2
308 L Z-330.0
309 L X210.3373
310 L X213.1658 Z-328.5858
311 L Z-97.0 FQ3
312 L X206.5
313 L X202.5 F0.2
314 L Z-330.0
315 L X206.4187
316 L X209.2471 Z-328.5858
317 L X300.0 Z-70.0 FQ3
318 ; -----
319 ; END TOOLPATH : ЧОРНТОЧ2
320 ; -----
321 M09
322 M05
323 L M140 MBMAX FMAX
324 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
325 CYCL DEF 32.1
326 CYCL DEF 32.2
327 M30
328 END PGM УСТАНОВ22 MM

100 ; -----
101 ; NO.| ID   | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 2|ЧИСТРІЗЕЦЬ| | 0.0 |
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM УСТАНОВ23 MM
105 ; PROGRAM NAME : УСТАНОВ23
106 ; PART NAME   : ВАЛ
107 ; PROGRAM DATE : 2025-06-11 - 21:14:30
108 ; PROGRAMMED BY : ADMIN
109 ; POWERMILL CB : 2024019.0
110 ; POST VER    : 2024.0.0.5142
111 ; OPTION FILE : HEIDENHAINMOD
112 ; OUTPUT WORKPLANE : 1
113 ;
114 ; -----
115 ; NO.| ID   | DIA.| TIP RAD| LENGTH
116 ; -----
117 ; 2|ЧИСТРІЗЕЦЬ| | 0.0 |
118 ; -----
119 ;
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 0 MIN 20 SEC
122 ;
```

123 BLK FORM 0.1 Z X-39.5 Y-39.5 Z-432.7
124 BLK FORM 0.2 X39.5 Y39.5 Z2.7
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
 Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : ЧИСТТОЧ2
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 : ЧИСТРИЗЕЦЬ
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 X260.0 Y0.0 FMAX
145 L Z-70.0 FMAX
146 M08
147 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
148 CYCL DEF 32.1 T0.1
149 CYCL DEF 32.2 HSC-MODE:1 TA2
150 L X200.5 Z-98.0 R0 FQ3
151 L Z-100.0 F0.2
152 L Z-330.0
153 L X201.5353 Z-331.9319
154 L X300.0 Z-70.0 FQ3
155 ; -----
156 ; END TOOLPATH : ЧИСТТОЧ2
157 ; -----
158 M09
159 M05
160 L M140 MBMAX FMAX
161 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
162 CYCL DEF 32.1
163 CYCL DEF 32.2
164 M30
165 END PGM УСТАНОВ23 MM

БР.ПМ-077.01.02.000

12.5 V(V)

1. Нейвласні шпигувальні шпильки Ø15
2. Нейвласні шпигувальні радіуси R3
3. Діаметри значення по площині розрізу шпиготка не більше Ø8мм
4. Допустима задирака - Ø0,15
5. Нейвлас покриття №: 74, M2, C2

БР.ПМ-077.01.02.000	
Завтоварка	11
Сталь 40Х ДСТУ 7806:2016	ЮНІУНІ
	ПМ-23-К

- 1 H14, H16, ± 2.
- 2 HRC 38...48

БР.ПМ-077.01.02.000

12.5 V(V)

БР.ПМ-077.01.02.000	
Вал	11
Сталь 40Х ДСТУ 7806:2016	ЮНІУНІ
	ПМ-23-К

- 1 H14, H16, ± 2.
- 2 HRC 38...48

БР.ПМ-077.01.02.000

3.2 V(V)

1. Матеріал радіальної частини - шліфувальна сталь Р6М5 ДСТУ 19265:2005; 63.66 НРС.
2. Матеріал хвостовика - Сталь 45 ДСТУ 1050:1999; 37.4 НРС.
3. H14, H16.
4. Рецита технічних вимог за ДСТУ 14952:2005.

БР.ПМ-077.01.02.000	
Свердло центральне комбіноване	2-5-1
ЮНІУНІ	11
ПМ-23-К	

БР.ПМ-077.01.02.000

3.2 V(V)

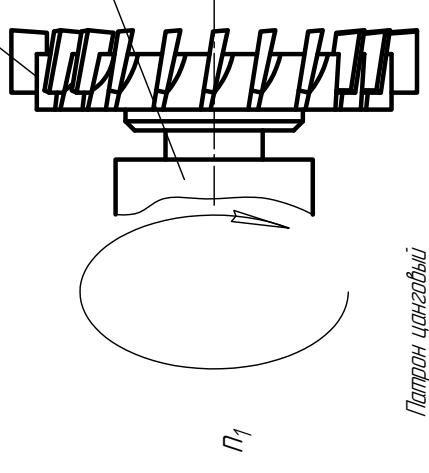
1. Матеріал державки - Сталь 40Х
2. Матеріал підкладки - твердий сплав ВК8
3. Пластика твердостадія Т1418

БР.ПМ-077.01.02.000	
Прохідний різець	2-1
ЮНІУНІ	11
ПМ-23-К	

√ Ra 6,3 (✓)

1
2
Фреза 2214-0003 T5K10
ДСТУ 24359:2008

Оправка 6222-0041
ГОСТ 13785:2003

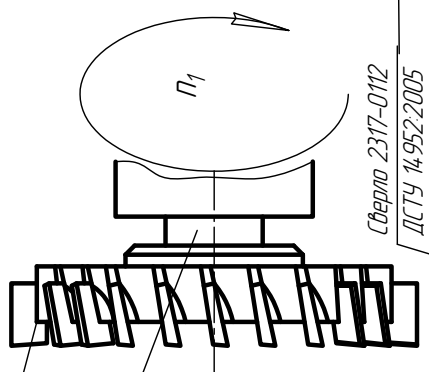


S₁

П₁

Фреза 2214-0003 T5K10
ГОСТ 24359:2008

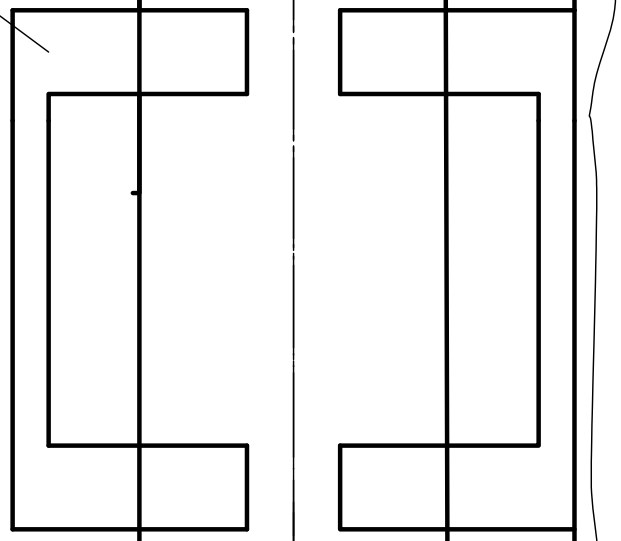
Оправка 6222-0041
ГОСТ 13785-83



Сверло 2317-0112
ДСТУ 14952:2005

4

Приспособления
при верстаке



S₂

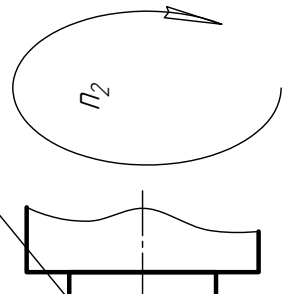
П₂

A

Патрон цанговый

Сверло 2317-0112
ДСТУ 14952:2005

3



S₂

П₂

A

2 отб.

φ6^{+0,12}

7,7^{+0,15}

.09

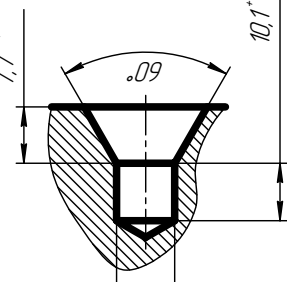
1

15

4,32^{-0,4}

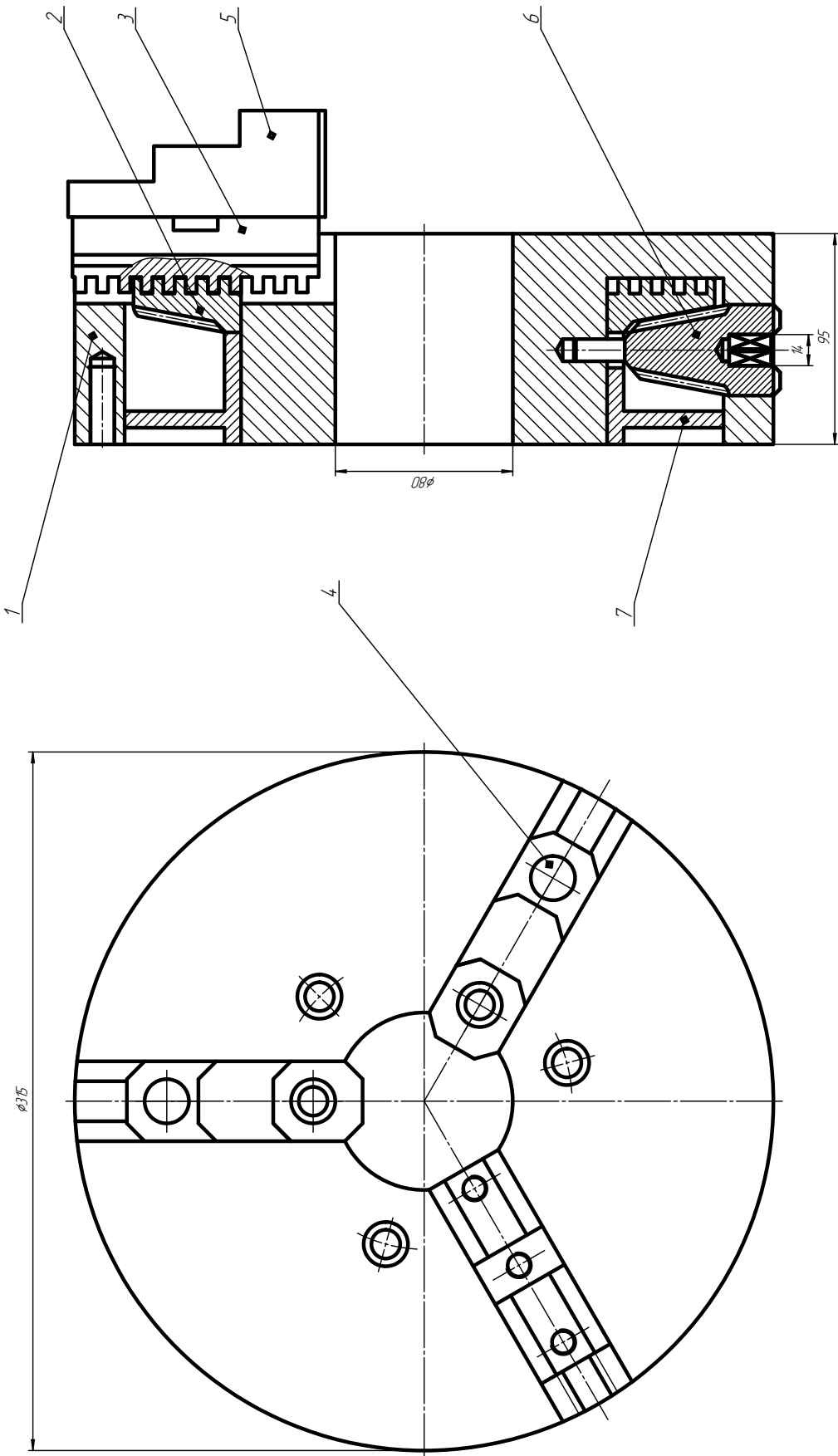
14

10,1^{-0,18}



№ пер.	№ пров.	№ инст.	t, мм	i	S, мм/об	П, об/об	V, м/об	T _о , об
1	14, 15	12	3	1	400	500	196,35	0,377
2	1	3, 4	4	1	160	800	201	0,119

Б.Р.ПМ-077.02.00.000		Док.	Масштаб
Фр. Држ.	№ докум.	Лист	
Сверло	Высочайший		
Держав.	Получен		
Т. констр.	Получен		
Изготв.	Получен		
Заб.	Получен		
Карта наладження на фрезерно-циркульну операцію		ФНТУНФ ПМ-23-Ж	
Верстат мод. МР71		Держав. 1 Держинст. 1	



БР.ПМ-077.01.02.000		Лист	Контур	Материал	11
Патрон приключковий		Масштаб	Масштаб	Масштаб	Масштаб
Складальне креслення		Масштаб	Масштаб	Масштаб	Масштаб
ПМ-27-Ж		Масштаб	Масштаб	Масштаб	Масштаб

БР.ПМ-077.01.02.000

