

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

Інститут інженерної механіки та робототехніки
Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

КАЧУР Вадим Вадимович
(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК621.91
(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Тема роботи: «Технологічний процес виготовлення деталі
Втулка ПМ298.22.003»

(назва роботи)

бакалавр

(назва освітньої програми)

131- Прикладна механіка
(шифр і назва спеціальності)

Вадим КАЧУР

(підпис, ім'я та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Керівник: Лоліта ПІТУЛЕЙ к.т.н. доцент кафедри КМВ
(ім'я, прізвище, науковий ступінь, вчене звання)

Допущено до захисту
Завідувач кафедри:

професор
(посада) (підпис) (дата)

Віталій ПАНЧУК
(ім'я та прізвище)

Рецензент:

(посада) (підпис) (дата) (ім'я 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**

КАЧУРУ Вадиму Вадимовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Технологічний процес виготовлення деталі

Втулка ПМ 298.22.003»

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» червня 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 заготовки та ріжучий інструмент 1арк.фор.А1.

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

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

4. Керуюча програма для верстата з ЧПК2арк.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 КАЧУР В.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

РЕФЕРАТ

Темою кваліфікаційної роботи є «Технологічний процес виготовлення деталі **Втулка ПМ298.22.003**»

Кваліфікаційна бакалаврська робота містить пояснювальну записку виконану на 68 сторінках, 56.рисуноків, 11таблиць, З додаток і графічну частину (5 арк. фор. А1)

Мета бакалаврської роботи полягає в розробленні для вказаної деталі **Втулка ПМ298.22.003**, проектного процесу її виготовлення, користуючись типовими маршрутами обробки та нормативною базою

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 обґрунтовано в даній бакалаврській роботі;

- оформлено комплекс технологічних документів виготовлення втулки з картами налагодження технологічних операцій і режимами 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 Втулки ПМ298.22.003.

Для розроблення керуючої програми механічної обробки втулки 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

The topic of the qualification work is "Technological process of manufacturing the part **Bushing PM298.22.003**"

The qualification bachelor's work contains an explanatory note made on 68 pages, 56 drawings, 11 tables, 3 appendices and a graphic part (5 sheets of A1 format)

The purpose of the bachelor's work is to develop a design process for the specified part **Bushing PM298.22.003**, its manufacturing process, using typical processing routes and regulatory framework

In the technological part of the project:

- the purpose and features of the bushing design are described, as well as an analysis of the manufacturability of its design;

- an analysis of the typical process of its manufacturing 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 of the **Bushing PM298.22.003**.

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

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

1.3 Визначення річної програми випуску деталей і кількості деталей в партії

1.4 Аналіз заводського варіанту технологічного процесу виготовлення деталі і запропонування змін по процесу її виготовлення

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

1.6 Засоби технологічного оснащення

1.7 Розрахунок міжопераційних припусків

1.8 Розрахунок режимів різання та основного часу

1.9 Техніко-економічне обґрунтування

1.10 Оформлення технологічної документації

1.11 Аналіз технологічних можливостей засобів технологічного оснащення

2. Розроблення керуючої програми для верстата з ЧПК

3 Конструкторська частина

3.1 Опис призначення, будови і роботи пристрою. Опис деталей пристрою

3.2 Розрахунок потрібної сили затиску заготовки в пристрої

3.3 Вимоги з техніки безпеки

3.4 Розрахунок та конструювання різального інструменту

Список використаних джерел

Додатки:

- Керуюча програма для верстату з ЧПК
- Комплект технічної документації
- Специфікація

					БР.ПМ-298.00.000 ПЗ			
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Качур В.В.				Технологічний процес виготовлення деталі	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	Пітвлей Л.Д.						5::	68
Реценз.					Втулка ПМ-298.22.003	ІФНТУНГ ПМ-21-1		
Н. Контр.	Пітвлей Л.Д.							
Затв	Панчук В.Г.							

Вступ

В розвитку технології обробки металів різанням за останні роки проходять принципові зміни. Інтенсифікація технологічних процесів на основі застосування різальних інструментів із нових інструментальних матеріалів, розширення області застосування обладнання з ЧПК, створення розташованих системних комплексів і гнучких виробничих систем з управлінням від ЕОМ (комп'ютера) підвищення розмірної і геометричної точності досягнутої при обробці – такий неповний перерахунок важливих напрямків розвитку технологій машинобудування.

Ефективність проектування і виведення передової технології, комплексної механізації і автоматизації процесів виробництва певної деталі чи складальної одиниці забезпечується широко розвинутою спеціалізацією виробництва на основі агрегування, уніфікації і нормалізації деталей і цінних вузлів. Люди нового покоління на сучасних підприємствах будуть реалізувати набуті теоретичні знання з основ машинобудівного виробництва. Ними будуть впроваджуватись нові технології при реалізації на виробництві своїх винаходів, раціоналізаторських пропозицій, що дозволить різко скоротити затрати для випуску продукту виробництва та підвищити продуктивність праці.

В розробці своєї бакалаврської роботи я постараюся максимально використати передові розробки і нові методи обробки, щоб підвищити продуктивність праці і знизити собівартість деталі.

					БР.ПМ-298.00.000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 Технологічна частина

1.1 Опис призначення та конструкції деталі

Деталь Втулка ПМ298.22.003 є тіло обертання. Оскільки креслення вузла в нас не має, то я припускаю, що дана деталь служить як проміжний елемент в конструкції, для забезпечення точності розміщення штока, або плунжера в корпусі. Оскільки на цьому штоку, плунжері, чи на валу є елементи, які мають бути точно розміщені, то для зручності монтування існує саме така деталь.

Конструкція деталі не представляє собою особливої складності. Поверхні її циліндричні. У втулці виконано отвір $\text{Ø}30\text{H}8^{+0,033}$ (10). Даний отвір призначений для розміщення в ньому плунжера. На деталі виконані чотири отвори (12) – (15), які служать для подачі мастила. Також, у втулці є виконана виточка

(8) – (9). Очевидно, вона призначена для насадження в неї іншої деталі. Зовнішня циліндрична поверхня $\text{Ø}80\text{u}8^{(+0,178}_{+0,124)}$ (5) є точною. Вона входить в іншу деталь.

В основному до поверхонь виробу високих вимог не ставиться щодо точності та шорсткості виготовлення.

					БР.ПМ-298.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

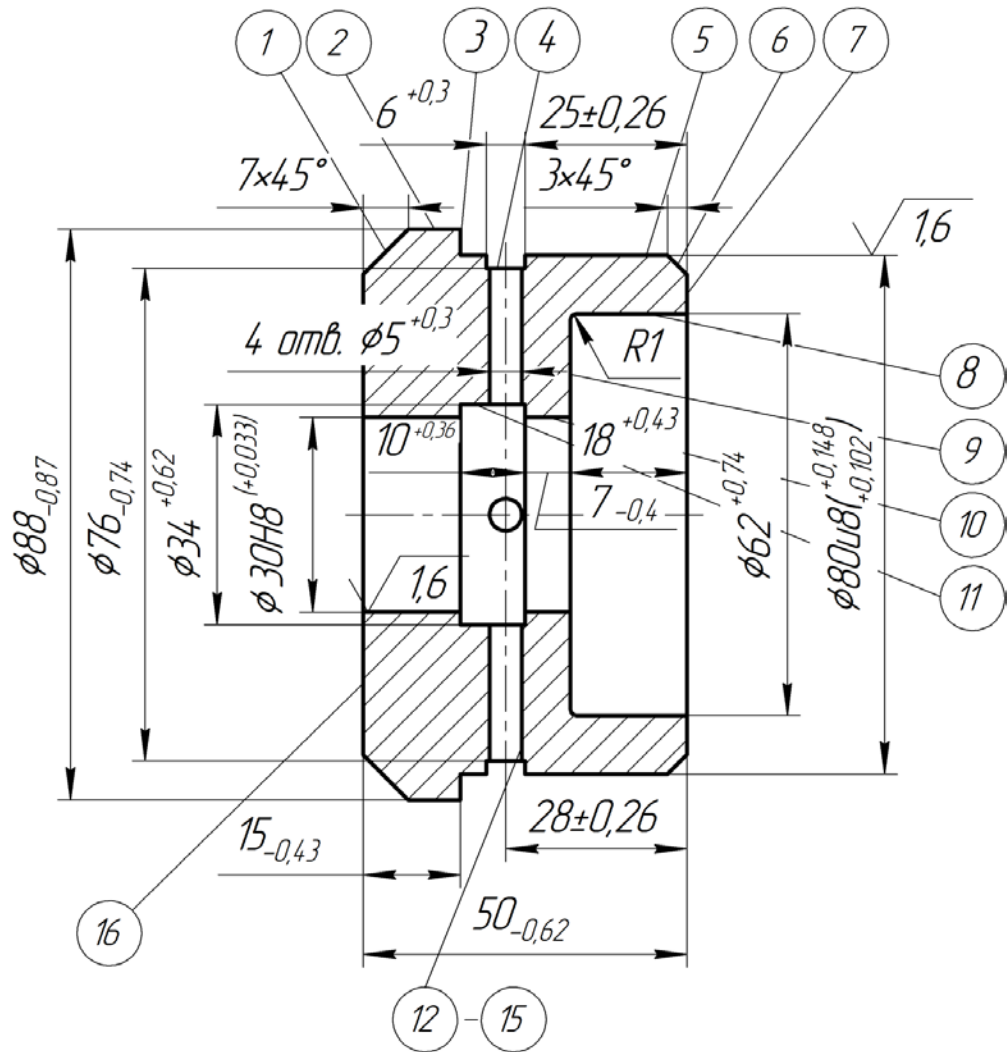


Рисунок.1.1 – Ескіз деталі Втулка ПМ-298.22.003 з нумерацією поверхонь

Таблиця 1.1 – Характеристики поверхонь деталі Втулка ПМ298.22.003

№ пов.	Конфігурація поверхні	Службове призначення (функції) поверхні	Розмір, допуск, квалітет	Точність форми і розміщення	Шорсткість Ra, мкм
1	Фаска	Вільна поверхня	7x45°	Особливих вимог немає	12,5
2	Зовнішня циліндрична	Вільна поверхня	Ø88h14(-0,87)	Особливих вимог немає	12,5
3	Торець	Для опору іншої деталі	15h14(-0,3)	Особливих вимог немає	12,5
4	Канавка	Для набивки сальника	Ø76h14(-0,74) 6h14(+0,3)	Особливих вимог немає	12,5
5	Зовнішня циліндрична	Для монтажу в іншій деталі	Ø80u8(+0,148/+0,102)	Особливих вимог немає	1,6
6	Фаска	Служить для полегшення монтування у втулці	3x45°	Особливих вимог немає	1,6

Продовження таблиці 1.1 – Характеристики поверхонь деталі Втулка ПМ298.22.003

7, 16	Торець	Вільна	$50h14_{(-0,62)}$	Особливих вимог немає	12,5
8	Внутрішня циліндрична	Вільна	$\varnothing 62H14^{(+0,64)}$	Особливих вимог немає	12,5
9	Торець	Вільна	$18H14^{(+0,43)}$	Особливих вимог немає	12,5
10	Внутрішня циліндрична	Для розміщення плунжера	$\varnothing 30H8^{(+0,033)}$	Особливих вимог немає	1,6
11	Внутрішня канавка	Для набивки сальника	$\varnothing 34H14^{(+0,62)}$	Особливих вимог немає	12,5
12-15	Отвір	Для подання мастила	$\varnothing 5H14^{(+0,3)}$	Особливих вимог немає	12,5

Таблиця 1.2 – Хімічний склад та механічні властивості СЧ15 ДСТУ 1412: 2015

Марка чавуну	P, % не більше	C, %	Si, %	S, % не більше	Границя міцності, МПа	Твердість НВ
СЧ15	0,2	3,3-3,5	1,4-2,4	0,15	159-224	163-229

					БР.ПМ-298.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

Деталь Втулка ПМ298.22.003 не є складною у виготовленні. Деталь не має високо точних поверхонь і якихось особливих умов щодо допуску форми. Найточніший розмір виконаний по IT8 (9). Деталь не є тонкостінною що спрощує технологію обробки.

Високий клас шорсткості поверхонь, які є монтажними базами, може вказувати на те, що обробку доведеться вести в декілька етапів.

Достатньо великі допуски дають змогу використовувати в технології обробки універсальні пристрої нормальної точності, і проводити контроль стандартними інструментами.

Матеріал з якого виготовлена деталь є СЧ15 ДСТУ 1412:2015. Він добре обробляється різанням.

Складності у виготовленні заготовки не має. Оскільки, матеріал з якого має бути виготовлена деталь Втулка ПМ298.22.003 є сірий чавун, то заготованку отримують литтям. Центральний отвір пов.(9) і порожнина втулки пов.(8) отримуються при виготовленні заготовки. Заготованка має наближену форму до форми деталі.

На деталі є дві фаски (1), (5). Вони полегшують умови складання. У втулці є чотири взаємно перпендикулярні отвори пов.(11)-(14). Дані отвори призначені для подачі мастила. Вони прості в виконанні. Певних підвищених умов до виготовлення немає.

					БР.ПМ-298.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Визначення програми випуску деталей і кількості деталей в партії

Тип виробництва – середньосерійний.

Режим роботи підприємства – двозмінний.

Число металорізальних операцій $n=3$.

Таблиця 1.3 – Дані базового технологічного процесу із підприємства

№ п/п операції	Назва операції	Тшт, хв.
005	Термічна	-
010	Токарна з ЧПК	12,85
015	Токарна з ЧПК	13,17
020	Вертикально-свердлильна	3,45
020	Контрольна	-

1.3.1 Проводимо розрахунок річної програми випуску деталей

Сумарний штучний час

$$\sum T_{шт} = 12,85 + 13,17 + 4,45 = 29,47 \text{ хв.}$$

Середній штучний час

$$T_{шт.сер} = \frac{\sum T_{шт}}{n} = \frac{29,47}{3} = 9,82 \text{ хв.}$$

Такт випуску деталей

$$t_6 = k_3 \cdot T_{ум.сер} = 30 \cdot 9,82 = 294,6 \text{ хв.}$$

Річна програма випуску деталей

$$N = \frac{F \cdot 60}{t_6} = \frac{4015 \cdot 60}{294,6} = 820 \text{ шт.}$$

1.3.2 Проводимо розрахунок кількості деталей в партії

Періодичність запуску виробів $a=6$ днів.

Число робочих днів у році $F = 252$ днів.

Розрахунок кількості деталей в партії

$$n_0 = \frac{N \cdot a}{F} = \frac{820 \cdot 6}{252} = 19,52 \text{ шт.}$$

Приймаємо $n_0 = 20$ шт.

					БР.ПМ-298.00.000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахункове число змін на обробку партії деталей

$$C = \frac{T_{ум.сер} \cdot n_{\delta}}{480 \cdot 0,8} = \frac{3,48 \cdot 55}{480 \cdot 0,8} = 0,51$$

Прийнята кількість змін – 1

Прийнята кількість деталей в партії

$$n_{\delta} = \frac{C_{np} \cdot 480 \cdot 0,8}{T_{ум.сер}} = \frac{1 \cdot 480 \cdot 0,8}{9,82} = 39,1 шт.$$

Приймаємо $n_{\delta} = 40 шт.$

					БР.ПМ-298.00.000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4 Аналіз заводського варіанту технологічного процесу виготовлення деталі і запропоновані зміни по поліпшенню технології виготовлення

Аналіз існуючого технологічного процесу виконується з точки зору забезпечення заданої якості продукції. Для аналізу базового технологічного процесу складаємо таблицю 1.4.1

					БР.ПМ-298.00.000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.4.1 – Базовий технологічний процес

№ п/п оп-ї	Назва і зміст операції	Верстат	Пристрій
1	2	3	4
010	Токарна з ЧПК А. Встановити заготовку в трикулачковий патрон, закріпити, зняти. 1. Підрізати торець, як чисто (пов.16). 2. Проточити заготовку в розмір $\varnothing 88_{-0,87}$ мм на довжину $17 \pm 0,5$ мм (пов.2). 3. Свердлити отвір в розмір $\varnothing 28^{+0,5}$ мм, (пов.10). 4. Розточити канавку в розмір $\varnothing 34^{+0,62}$ мм шириною $10^{+0,36}$ мм (пов.11).	Токарний з ЧПК16К20Т1	Трикулачковий самоцентруючий патрон 7100-0007 ДСТУ 2675:2004 Кулачки ТО7016-4033
015	Токарна з ЧПК А. Встановити заготовку в трикулачковий патрон, закріпити, зняти. 1. Підрізати торець в розмір $52_{-0,62}$ мм, як чисто (пов.7). 2. Обточити заготовку в розмір $\varnothing 80_{+0,102}^{+0,148}$ мм на довжину 35 мм (пов.5). 3. Точити фаску в розмір $3 \times 45^\circ$ (пов.6). 4. Проточити канавку в розмір $\varnothing 76_{0,74} h14$ мм, шириною $6_{+0,3} h14$ мм (пов.4). 5. Точити заготовку в розмір $\varnothing 62_{+0,74} H14$ мм на довжину $18_{+0,43} H14$ мм (пов.8, 9). 6. Розточити отвір в розмір $\varnothing 30_{+0,033} H8$ мм (пов.10). Б. Встановити заготовку в трикулачковий патрон, закріпити, зняти. 7. Точити фаску в розмір $7 \times 45^\circ$ (пов.1).	Токарний з ЧПК16К20Т1	Трикулачковий самоцентруючий патрон 7100-0007 ДСТУ 2675:2004 Кулачки ТО7016-4033

					БР.ПМ-298.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Продовження таблиці 1.4.1 – Базовий технологічний процес

№п/п оп-ї	Назва і зміст операції	Верстат	Пристрій
1	2	3	4
020	<p>Вертикально-свердлильна</p> <p>А. Встановити заготовку в кондукторі закріпити, відкріпити, зняти.</p> <p>1. Свердлити отвір в розмір $\varnothing 5H14^{(+0,3)}$ мм (пов.12).</p> <p>Б. Переустановити кондуктор.</p> <p>2. Свердлити отвір в розмір $\varnothing 5H14^{(+0,3)}$ мм (пов.13).</p> <p>В. Переустановити кондуктор.</p> <p>3. Свердлити отвір в розмір $\varnothing 5H14^{(+0,3)}$ мм (пов.14).</p> <p>Г) Переустановити кондуктор.</p> <p>4. Свердлити отвір в розмір $\varnothing 5H14^{(+0,3)}$ мм (пов.15).</p>	Вертикально-свердлильний 2Н135	Кондуктор ТО73644009

Аналіз існуючого технологічного процесу виконується з точки зору забезпечення заданої якості продукції.

Матеріал, з якого виготовляється деталі Втулка ПМ298.22.003 є СЧ15 (можлива заміна матеріалу на СЧ25, СЧ30). Заготовки з чавуна виготовляють литтям.

Обладнання, що використовується при виготовленні вала, відповідає по точності, потужності та продуктивності, але для підвищення продуктивності та точності поверхонь раціональніше використати сучасний токарний верстат з ЧПК. При цьому зменшиться час на обробку.

Для свердління чотирьох отворів в деталі в базовому технологічному процесі використовують кондуктор. В новому технологічному процесі, також, пропонується використати кондуктор, що значно зменшить затрати часу і праці.

Обробка отворів за допомогою кондуктора є доцільним в умовах виробництва і не потребує високої кваліфікації робітника.

					БР.ПМ-298.00.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.4.2 – Розробка нового маршруту мех. обробки деталі Втулка ПМ298.22.003

№ п/п операції	Назва і зміст операції	Верстат	Пристрій
1	2	3	4
010	<p>Токарна з ЧПК А. Встановити заготовку в трикулачковий патрон закріпити, зняти. 1. Підрізати торець, як чисто (пов.16). 2. Проточити заготовку в розмір $\varnothing 88_{-0,87} \text{ мм}$ на довжину $17 \pm 0,5 \text{ мм}$ (пов.2).</p>	Токарний з ЧПК НААС TL-1	Трикулачковий самоцентруючий патрон 7100-0007 ДСТУ 2675:2004
015	<p>Токарна з ЧПК А. Встановити заготовку в трикулачковий патрон закріпити, зняти. 1. Підрізати торець в розмір $52_{0,62} \text{ мм}$, як чисто (пов.7). 2. Обточити заготовку в розмір $\varnothing 80_{i8}^{(+0,148)}_{(+0,102)} \text{ мм}$ на довжину 35 мм (пов.5). 3. Точити фаску в розмір $3 \times 45^\circ$ (пов.6). 4. Проточити канавку в розмір $\varnothing 76_{h14}^{(-0,74)} \text{ мм}$, шириною $6_{h14}^{(+0,3)} \text{ мм}$ (пов.4). 5. Точити заготовку в розмір $\varnothing 62_{H14}^{(+0,74)} \text{ мм}$ на довжину $18_{H14}^{(+0,43)} \text{ мм}$ (пов.8, 9). 6. Розточити отвір в розмір $\varnothing 30_{H8}^{(+0,033)} \text{ мм}$ (пов.10). 7. Розточити канавку в розмір $\varnothing 34^{+0,62} \text{ мм}$, шириною $10^{+0,36} \text{ мм}$ (пов.11). Б. Встановити заготовку в трикулачковий патрон закріпити, зняти. 8. Точити фаску в розмір $7 \times 45^\circ$ (пов.1).</p>	Токарний з ЧПК НААС TL-1	Трикулачковий самоцентруючий патрон 7100-0007 ДСТУ 2675:2004

Продовження таблиці 1.4.2 Розробка нового маршруту механічної обробки деталі Втулка ПМ298.22.003

1	2	3	4
020	<p>Вертикально-свердлильна А. Встановити заготовку в кондукторі закріпити, відкріпити, зняти. 1. Свердлити отвір в розмір $\varnothing 5H14^{+0,3}$ мм (пов.12). Б. Переустановити кондуктор. 2. Свердлити отвір в розмір $\varnothing 5H14^{+0,3}$ мм (пов.13). В. Переустановити кондуктор. 3. Свердлити отвір в розмір $\varnothing 5H14^{+0,3}$ мм (пов.14). Г) Переустановити кондуктор. 4. Свердлити отвір в розмір $\varnothing 5H14^{+0,3}$ мм (пов.15).</p>	Вертикально-свердлильний KNUTH R32 Basic	Кондуктор

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

Матеріал виливка: СЧ15.

Твердість заготовки: НВ=163...229.

Густина СЧ15: $\rho = 8,838 \text{ г/см}^3 = 0,00838 \text{ г/мм}^3$.

Границя міцності СЧ15: $\sigma_m = 180 \text{ МПа}$.

Діапазон класів точності $7_T \div 12$ (с.581, табл.1, [2]).

Литво в піщані форми (с.581, табл.1, [2]).

Діапазон рядів припусків на механічну обробку $2 \div 4$ (с.581, табл.1, [2]).

Ступінь складності виливка – група 2, $C_1=1$ (с.6, табл.2,1, [3]).

Тип виробництва: середньосерійне, $C_2=3$ (с.6, табл.2,1, [3]).

$$C = C_1 + C_2 = 1 + 3 = 4$$

$$K_m = 7_T, \quad K_o = 12.$$

1.5.1 Визначаємо клас точності розмірів

$$K_B = K_m + \left[C \cdot \frac{(K_o - K_m)}{8} \right] = 7_T + \left[4 \cdot \frac{(12 - 7)}{8} \right] = 9$$

1.5.2 Визначаємо ряд припусків

$$P_B = P_m + C \cdot \left(\frac{P_o - P_m}{8} \right) = 2 + 4 \cdot \left(\frac{4 - 2}{8} \right) = 3.$$

					БР.ПМ-298.00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

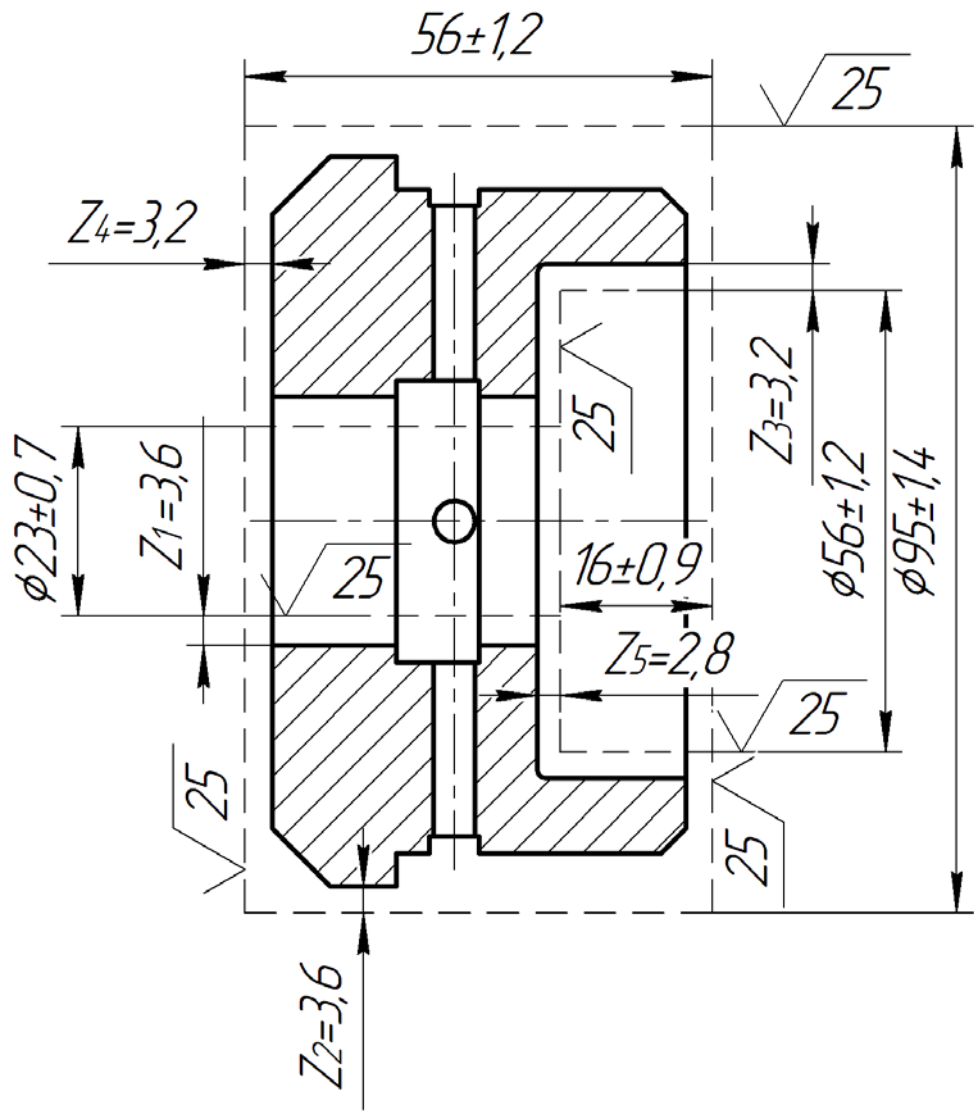


Рисунок.1.2 – Заготовка Втулки ПМ-298.22.003.

					БР.ПМ-298.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

1.5.3 Вибираємо допуски на розміри заготовки (с.582,табл.2,[2]). та припуски на обробку (с.583,табл.3,[2]).

Таблиця 1.5. – Базовий технологічний процес деталі: Втулка ПМ-298.22.003

Позначення розміру	D	d	D_1	L	l_1
Розмір, мм	30	88	62	50	18
Номер поверхні	10	2	8	2	8
Квалітет	IT8	IT14	IT14	IT14	IT14
Допуск на розмір, мм	0,033	0,87	0,74	0,62	0,43
Шорсткість Ra, мкм	1,6	12,6	12,6	12,6	12,6
Заготовка					
Клас точності	9T	9	9	9	9
Допуск, мм	1,4	2,8	2,4	2,4	1,8
Відхилення, мм	$\pm 0,7$	$\pm 1,4$	$\pm 1,2$	$\pm 1,2$	$\pm 0,9$
Позначення припуску	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5
Основний припуск на сторону, мм	3,6	3,6	3,2	3,2	2,8
Додатковий припуск, мм	–	–	–	–	–
Загальний припуск, мм	$3,6 \cdot 2 = 7,2$	$3,6 \cdot 2 = 7,2$	$3,2 \cdot 2 = 6,4$	$3,2 \cdot 2 = 6,4$	$(2,8 \cdot 2) - 3,2 = 2,4$
Розрахунковий розмір, мм	22,8	95,2	55,6	56,4	15,6
Округлений розмір, мм	23	95	56	56	16
Розмір заготовки, мм	$23 \pm 0,7$	$95 \pm 1,4$	$\varnothing 56 \pm 1,2$	$56 \pm 1,2$	$16 \pm 0,9$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-298.00.000 ПЗ	Арк.
						20

1.5.3 Обчислюємо об'єм деталі

$$V_{\text{дет.}} = \left[\left(\frac{3,14 \cdot 88^2}{4} \cdot 15 \right) + \left(\frac{3,14 \cdot 80^2}{4} \cdot 35 \right) \right] - \left[\left(\frac{1}{2} \cdot \frac{3,14 \cdot 88^2}{4} \cdot 7 \right) + \left(\frac{3,14 \cdot 30^2}{4} \cdot 32 \right) + \left(\frac{3,14 \cdot 5^2}{4} \cdot 23 \cdot 4 \right) + \left(\frac{3,14 \cdot 62^2}{4} \cdot 18 \right) \right] =$$
$$= [91186 + 175840] - [21277 + 22608 + 1806 + 54315] = 267026 - 100006 = 167020 \text{ мм}^3.$$

1.5.4 Обчислюємо об'єм заготовки

$$V_{\text{заг.}} = \left[\frac{3,14 \cdot 95^2}{4} \cdot 56 \right] - \left[\left(\frac{3,14 \cdot 23^2}{4} \cdot 40 \right) + \left(\frac{3,14 \cdot 56^2}{4} \cdot 16 \right) \right] = 203699,24 \text{ мм}^3.$$

1.5.4 Обчислюємо масу деталі

$$G_{\text{дет.}} = V_{\text{дет.}} \cdot \rho = 167020 \cdot 0,00838 = 1399,62 \text{ г} \approx 1,4 \text{ кг}.$$

1.5.5 Обчислюємо масу заготовки

$$G_{\text{заг.}} = V_{\text{заг.}} \cdot \rho = 203699,24 \cdot 0,00838 = 1707 \text{ г} \approx 1,707 \text{ кг}.$$

1.5.6 Обчислюємо коефіцієнт використання матеріалу

$$КВМ = \frac{G_{\text{дет.}}}{G_{\text{заг.}}} = \frac{1,4}{1,707} = 0,82.$$

					БР.ПМ-298.00.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.6 Засоби технологічного оснащення

Виходячи з розмірів та конфігурації деталі, а також типу виробництва, для токарної обробки деталі (чорнових і чистових операцій) вибираємо токарний верстат з ЧПК мод. HAAS TL-1

Для зручності подання інформації всі дані зводимо в таблицю. Інструмент вибраний із каталогу фірми ZhuZhou Cemented Carbide Cutting Tools.

Технологічне обладнання – каталог фірми Knuth.

Таблиця 1.6 – Засоби технологічного оснащення.

№ оп-ії	Назва операції та зміст переходу	Технологічне оснащення
1	2	3
005	Заготівельна	
010	Токарна з ЧПК	HAAS TL-1
	А. Встановити заготовку, закріпити, зняти.	Трикулачковий самоцентруючий патрон 7100-0007 ДСТУ 2675:2004
	1. Підрізати торець, як чисто (пов.16).	Державка різця MSSCR3225L20, пластина SCAN200704VT
	2. Проточити заготовку в розмір $\varnothing 88_{-0,87}$ мм на довжину $17 \pm 0,5$ мм (пов.2).	Державка різця STFR2525M06, пластина TCUM200410VM
015	Токарна з ЧПК	HAAS TL-1
	А. Встановити заготовку, закріпити, зняти.	Трьохкулачковий самоцентруючий патрон 7100-0007 ДСТУ 2675:2004
	1. Підрізати торець в розмір $52_{-0,62}$ мм, як чисто (пов.7).	Державка різця MSSCR3225L20, пластина SCAN200704VT
	2. Обточити заготовку в розмір $\varnothing 80_{+0,148}^{+0,102}$ мм на довжину 35 мм (пов.5).	Державка різця STFR2525M06, пластина TCUM200410VM;
	3. Точити фаску в розмір $3 \times 45^\circ$ (пов.6).	Державка різця MSSCR3225L20, пластина SCAN200704VT
	4. Проточити канавку в розмір $\varnothing 76_{-0,74}$ мм, шириною $6_{+0,3}$ мм (пов.4).	Державка різця QZQCR3225L6, пластина ZTAD06070EG
	5. Розточити заготовку в розмір $\varnothing 62_{+0,74}$ мм на довжину $18_{+0,43}$ мм (пов.8, 9).	Державка різця SCLP3225L10, пластина CDAA100704VT

					БР.ПМ-298.00.000 ПЗ	Арк. 22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиця 1.6 – Засоби технологічного оснащення.

1	2	3				
	6. Розточити отвір в розмір $\varnothing 30H8^{(+0,033)}$ мм (пов.10).	Державка різця SCLP3225L10, пластина CDAА100712VT				
	7. Розточити канавку в розмір $\varnothing 34^{+0,62}$ мм, шириною $10^{+0,36}$ мм (пов.11).	Державка різця QZQCR3225L6, пластина ZTAD10070EG				
	Б. Встановити заготовку, закріпити, зняти.	Трьохкулачковий самоцентруючий патрон 7100-0007 ДСТУ 2675:2004				
	8. Точити фаску в розмір $7 \times 45^\circ$ (пов.1).	Державка різця MSSCR3225L20, пластина SCAN200704VT				
020	Вертикально-свердлильна	KNUTH R32 Basic				
	А. Встановити заготовку в кондукторі закріпити, відкріпити, зняти.	Пристрій спеціальний				
	1. Свердлити отвір в розмір $\varnothing 5H14^{(+0,3)}$ мм (пов.12).	Свердло 2300-6173 ДСТУ 10902:2007, патрон свердлильний ДСТУ 8522:2009, оправка для свердлильних патронів 6039-0009 ДСТУ 2682:2002				
	Б. Переустановити кондуктор					
	2. Свердлити отвір в розмір $\varnothing 5H14^{(+0,3)}$ мм (пов.13).	Свердло 2300-6173 ДСТУ 10902:2007, патрон свердлильний ДСТУ 8522:2009, оправка для свердлильних патронів 6039-0009 ДСТУ 2682:2002				
	В. Переустановити кондуктор					
	3. Свердлити отвір в розмір $\varnothing 5H14^{(+0,3)}$ мм (пов.14).	Свердло 2300-6173 ДСТУ 10902:2007, патрон свердлильний ДСТУ 8522:2009, оправка для свердлильних патронів 6039-0009 ДСТУ 2682:2002				
Г. Переустановити кондуктор						
4. Свердлити отвір в розмір $\varnothing 5H14^{(+0,3)}$ мм (пов.15).	Свердло 2300-6173 ДСТУ 10902:2007, патрон свердлильний ДСТУ 8522:2009, оправка для свердлильних патронів 6039-0009 ДСТУ 2682:2002					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-298.00.000 ПЗ	Арк.
						23



Рисунок.1.3 . Універсальний токарний верстат з ЧПУ HAAS TL-1

Основні технічні характеристики токарного верстата з ЧПУ моделі HAAS TL-1 [www.knuth.net.ua]

Модель верстату	Характеристики верстату	Значення характеристики
HAAS TL-1	Висота центрів над станиною	508мм
	Висота центрів над кареткою	279мм
	Максимальна довжина оброблення	762мм
	Максимальна частота обертання шпинделя	1800/3000 об/хв.
	Переміщення по осі X	203мм
	Переміщення по осі Z	762мм
	Максимальна швидкість поздовжніх переміщень	11400±6%мм/хв.
	Кількість інструментів у револьверній головці	4/8
	Точність позиціонування	±0,01мм
	Кількість одночасно керованих координат	2
	Максимальне осьове зусилля X/Z	17,3/8,7кН
	Потужність електродвигуна	7,5кВт
	Маса верстату	2230кг



Рисунок 1.4 Свердильний верстат KNUTH R32 Basic

Технічна характеристика
Свердильний верстат KNUTH R32 Basic

		Параметри
Діаметр свердління		32 мм
Довжина столу		1370 мм.
Ширина столу		700 мм.
Конус шпинделя		
Горловина		200 мм
Потужність		1.5 kW
Довжина x ширина x висота		1410,0 × 720,0 × 1890,0
Вага		1.425 kg

Верстат служить для свердління, розгортання та нарізування різьблення, рама верстата з високоякісного сірого чавуну з сильними ребрами жорсткості та мінімальною вібрацією. Випрямлені шестірні коробки передач, що забезпечують безшумну роботу, просте та ергономічне розташування електричних та механічних елементів, електричне регулювання висоти важеля. Якісний сталевий шпиндель, заточений для забезпечення точності з часом. Ручний бокаж голови, колони та рук.

					БР.ПМ-298.00.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.7 Розрахунок міжопераційних припусків

Так як в деталі Втулки ПМ-298.22.003 немає поверхонь які потребують чистової обробки.

Розраховуємо припуски для поверхні (10), отвір $\varnothing 30H8^{(+0,033)}$.

Таблиця 1.7 – Характеристики для обробки отвору $\varnothing 30H8^{(+0,033)}$

Назва операції	Заготовка	Чорнове точіння	Напівчистове точіння	Чистове точіння
Поле допуску	<i>IT16</i>	<i>H13</i>	<i>H11</i>	<i>H8</i>
Відхилення, мм	$\pm 0,7$	+0,330	+0,330	+0,330
Розміри після обробки, мм	$\varnothing 23IT16(\pm 0,7)$	$\varnothing 28,00H13^{(+0,330)}$	$\varnothing 29,60H11^{(+0,130)}$	$\varnothing 30H8^{(+0,033)}$

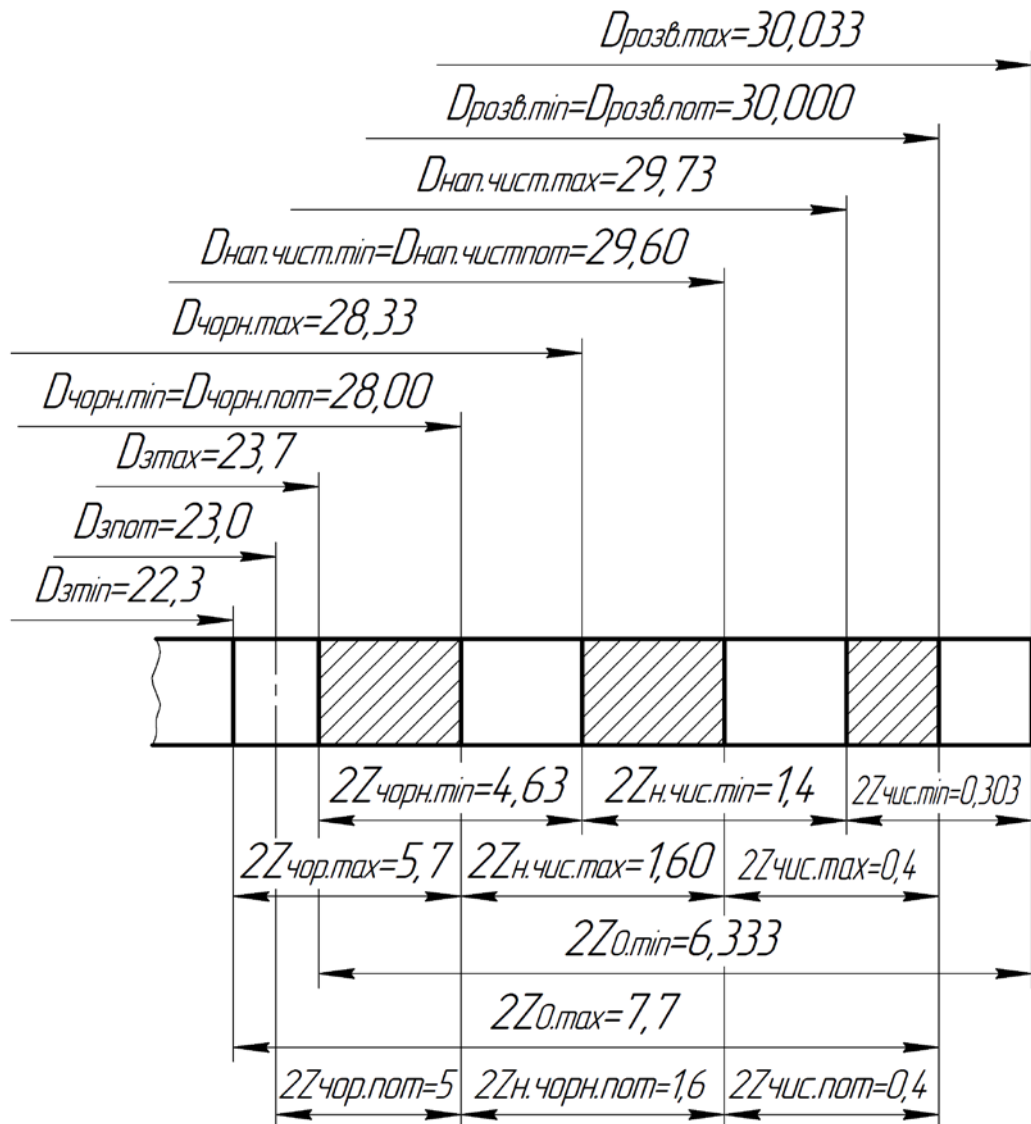


Рис.1.5 – Схема розташування полів допусків і припусків на обробку отвору $\varnothing 30H8^{+0,033}$.

									Арк.
									26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-298.00.000 ПЗ				

Таблиця 1.8 – Характеристики для обробки зовнішньої поверхні $\varnothing 80u8^{(+0,148)}_{(+0,102)}$

Назва операції	Заготовка	Чорнове точіння	Напівчистове точіння	Чистове точіння
Поле допуску	<i>IT16</i>	<i>h14</i>	<i>h11</i>	<i>u9</i>
Відхилення, мм	$\pm 1,4$	$\begin{matrix} 0 \\ -0,870 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 0 \\ -0,220 \end{matrix}$	$\begin{matrix} +0,148 \\ +0,102 \end{matrix}$
Розміри після обробки, мм	$\varnothing 95IT16(\pm 1,4)$	$\varnothing 81,50 h14(-0,870)$	$\varnothing 80,40 h11(-0,220)$	$\varnothing 80u8^{(+0,148)}_{(+0,102)}$

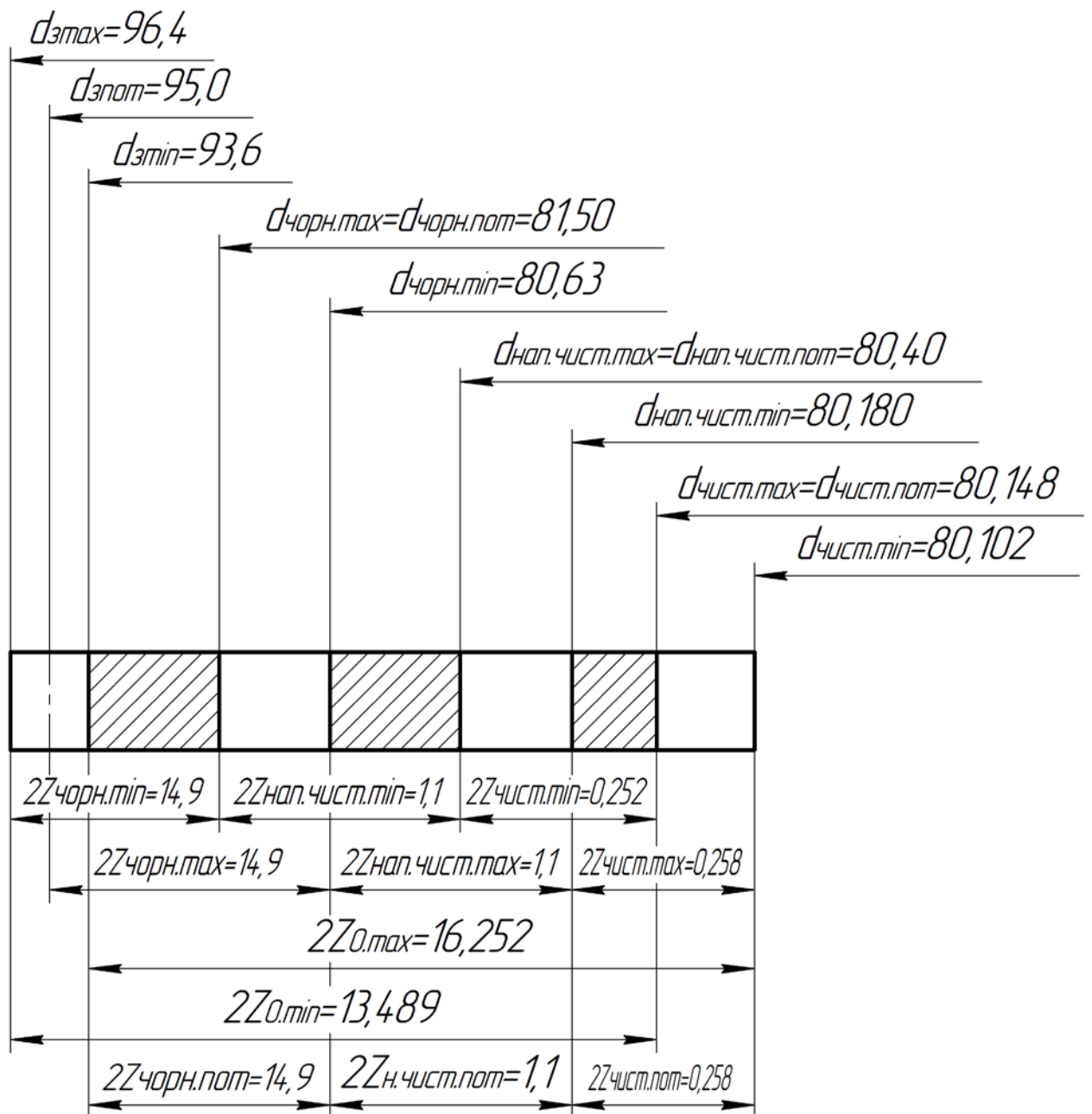


Рис.1.6 – Схема розташування полів допусків і припусків на обробку втулки $\varnothing 80u8^{(+0,148)}_{(+0,102)}$.

									Арк.
									27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-298.00.000 ПЗ				

1.8 Розрахунок режимів різання і норм часу

1.8.1 Визначення нормативним методом режимів різання для свердлильної операції 020.

Початкові дані:

– розміри поверхні:

діаметри отворів $d=5$ мм, довжина обробки $l=23$ мм;

– верстат: свердлильний KNUTH R32 Basic;

– деталь: Втулка ПМ-298.22.003;

– інструмент: свердло 2300-6173 ДСТУ 10902:2007;

– матеріал різальної частини: швидкорізальна сталь Р6М5;

– оброблюваний матеріал: СЧ15 ДСТУ 1412:2005;

– ($\sigma_B = 200$ МПа; $HB = 196$).

1. Визначаю глибину різання

$$t_{\text{свер.}} = \frac{D_{\text{св}}}{2} = \frac{5,0}{2} = 2,5 \text{ мм};$$

2. Визначаю величину подачі:

$$S_{\text{табл.}} = 0,10 \div 0,15 \text{ мм / об (с.277, табл.25, [4])}.$$

$$K_{LS} = 1,0 \text{ (с.277, табл.25, [3])}.$$

$$S_{\text{розр.}} = S_{\text{табл.}} \cdot K_{LS} = (0,09 \div 0,12) \cdot 1,0 = (0,09 \div 0,12) \text{ мм / об.}$$

Коректую знайдену подачу згідно паспорту верстата

Приймаю $S_o = 0,10$ мм / об (с.374, [5]).

3. Визначаю швидкість різання за емпіричною формулою

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

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{nv} \text{ (с.261, [3])};$$

$$n_v = 1,3 \text{ (с.262, табл.2, [4])};$$

$$K_{mv} = \left(\frac{196}{200} \right)^{1,3} = 0,97$$

					БР.ПМ-298.00.000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{iv} = 1,0 (\text{с.263, табл.6, [4]});$$

$$K_{Lv} = 0,75 (\text{с.280, табл.24, [4]}).$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{Lv} = 0,97 \cdot 1,0 \cdot 0,75 = 0,73$$

$$C_v = 14,7; \quad q = 0,25; \quad y = 0,55; \quad m = 0,125 \quad (\text{с.278, табл.29, [4]}).$$

Період стійкості інструменту $T=20$ хв. (с.280, табл.30, [4]).

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{14,7 \cdot 5,0^{0,25}}{20^{0,125} \cdot 0,10^{0,55}} \cdot 0,73 = 12 \text{ м/хв.}$$

4. Визначаю частоту обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 12}{3,14 \cdot 5} = 764 \text{ хв}^{-1}.$$

Коректую знайдені оберти шпинделя згідно паспорту верстата

Приймаю: $n_{\partial} = 710 \text{ хв}^{-1}$ (с.374, [5]).

5. Визначаю дійсну швидкість різання

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 5 \cdot 710}{1000} = 11,15 \text{ м/хв.}$$

6. Визначаю крутний момент за емпіричною формулою

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

$$C_m = 0,021; \quad q = 2,0; \quad y = 0,8; \quad K_p = 1,0 \quad (\text{с.281, табл.32, [4]}).$$

$$M_{кр.} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,021 \cdot 5^{2,0} \cdot 0,10^{0,8} \cdot 1,0 = 0,83 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

7. Визначаю потужність різання за формулою

$$N_{риз.} = \frac{M_{кр.} \cdot n}{9750} = \frac{0,83 \cdot 710}{9750} = 0,06 \text{ кВт.}$$

Обраховую ефективну потужність верстата за формулою:

$$N_e = N_{Дв.} \cdot \eta = 4,5 \cdot 0,8 = 3,6 \text{ кВт.}$$

Повинна виконуватись умова

$$N_e \geq N_{риз.}; \quad 0,06 \text{ кВт.} \geq 3,6 \text{ кВт.}$$

Умова виконується.

8. Обчислюю основний час за формулою:

Врізання і перебіг становить $l_1 + l_2 = 2$ (с.206, приложение 1, лист 2, [6])

					БР.ПМ-298.00.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$L = l + l_1 + l_2 = 23 + 2,5 = 25,5 \text{ мм.}$$

$$T_0 = \frac{L}{n \cdot S_{\phi}} \cdot i = \frac{25,5}{710 \cdot 0,10} \cdot 4 = 1,44 \text{ хв.}$$

1.8.2 Визначення основного (технологічного) часу

Штучно-калькуляційний час :

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

Оперативний час

$$T_{оп} = T_o + T_{доп}$$

Допоміжний час

$$T_{доп} = T_{уст} + T_{пер} + T_{вим}$$

$T_{уст}$ – час на установку деталі;

Зняти швидкозмінну шайбу + встановити деталь + закрутити гайку + повернути кондуктор трічі.

$$T_{уст} = 0,34 \text{ хв (с.42, карта 8, [6])}.$$

При переустановленні деталі час по карті визначають з коефіцієнтом

$$k_{пер.} = 0,8 \text{ (с.43, карта 9, примечание 1 [6])}.$$

$$T_{пер.} = 0,34 \cdot 0,8 = 0,27 \text{ хв.}$$

Допоміжний час зв'язаний з переходом

$$T_{доп.пер} = 0,07 \text{ хв. (с.95, карта 27, лист 1, [6])}.$$

Знаходимо час який не ввійшов в комплекс:

$$T_{не.к} = 0,10 \text{ хв (с.102, карта 29, [6])}.$$

Знаходимо час на вимірювання і коефіцієнт періодичності промірів:

$$T_{вим} = 0,06 \text{ хв (с.188, карта 86, лист 4, [6])}$$

$$K = 0,3 \text{ (с.200, карта 87, лист 1, [6])}$$

$$T_{вим} = 0,06 \cdot 0,3 = 0,018 \text{ хв.}$$

Знаходимо величину допоміжного часу без поправочного коефіцієнта, який залежить від величини партії деталей

$$T_{доп} = T_{уст} + T_{пер} + T_{нев.к} + T_{вим} = 0,34 + 0,27 + 0,10 + 0,018 = 0,73 \text{ хв.}$$

Визначаємо величину оперативного часу

$$T_{опер} = T_{осн} + T_{доп} = 1,44 + 0,73 = 2,17 \text{ хв}$$

					БР.ПМ-298.00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Знаходимо час на обслуговування,

де a – процент від оперативного часу

$$a = 4 \quad (\text{с.100, карта 28, [6]})$$

$$T_{\text{обс}} = \frac{a \cdot T_{\text{опер}}}{100} = \frac{4,5 \cdot 2,17}{100} = 0,087 \text{ хв.}$$

Знаходимо час на відпочинок та особисті потреби:

ϵ – процент від оперативного часу.

$$\epsilon = 4 \quad (\text{с.203, карта 88, [6]})$$

$$T_{\text{відп}} = \frac{\epsilon \cdot T_{\text{опер}}}{100} = \frac{4 \cdot 2,17}{100} = 0,087 \text{ хв.}$$

Знаходимо величину штучного часу

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{опер}} + T_{\text{обс}} + T_{\text{відп}} = 2,17 + 0,087 + 0,087 = 2,34 \text{ хв.}$$

Знаходимо величину підготовчо-заключного часу:

$$T_{\text{нз}}^1 = 11 \text{ хв} \quad (\text{с.100, карта 28, [6]});$$

$$T_{\text{нз}}^2 = 5 \text{ хв} \quad (\text{с.101, карта 28, [6]});$$

$$T_{\text{нз}} = T_{\text{нз}}^1 + T_{\text{нз}}^2 = 11 + 5 = 16 \text{ хв.}$$

Визначаємо величину штучно-калькуляційного часу,

де N – величина партії деталей

$$T_{\text{шт.к}} = \frac{T_{\text{нз}}}{N} + T_{\text{шт}} = \frac{16}{40} + 2,34 = 2,74 \text{ хв.}$$

					БР.ПМ-298.00.000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.9 – Зведена таблиця режимів різання та норм часу

Назва і зміст операції	Розміри поверхні		Режими різання							Норми часу			
	$D, (d), мм$	$L, мм$	$t, мм$	$S, мм/хв$	$v, м/хв.$	n	$N, кВт$	i	$T_o, хв.$	$T_{\partial}, хв.$	$T_{nz}/N, хв.$	$T_{ум}, хв.$	$T_{ум-к}, хв.$
010 Токарна з ЧПК													
1.Підрізати торець, пов.16-чорновий прохід	95	37	2,5	0,5	178	600	3,97	1	0,13	0,32	0,12	1,98	2,10
-чистовий прохід	95	37	0,5	0,1	208	700	-	1	0,57				
2.Обточити заготовку 2	88	17	1,7	0,8	193	700	4,14	4	0,12				
015 Токарна з ЧПК													
1.Підрізати торець, пов.7: -чорновий прохід	95	37	2,5	0,5	178	600	3,97	1	0,13	2,46	0,25	7,69	7,94
-чистовий прохід	95	37	0,5	0,1	208	700	-	1	0,57				
2.Проточити загот., пов.5: - чорновий прохід-напів-чистовий прохід-чистовий прохід	81,5	39	2,25	0,5	153	600	3,07	3	0,4				
	80,40	39	0,55	0,2	177	700	0,93	1	0,11				
	80,148	39	0,252	0,08	176,2	700	-	1	0,71				
3.Точити фаску, пов.6	80,148	3	3	0,2	176,2	700	1,8	1	0,021				
4.Проточити канавку, пов.4	76	2,1	6	0,2	167	700	4,50	1	0,02				
5.Розточ.заготовку, пов.8, 9	62	22	1,5	0,5	117	600	1,55	2	0,15				
6.Розточити отвір, пов.10: -чорновий прохід-	28,33	50	2	0,5	71,2	800	1,27	3	0,39				
БР.ПМ-298.00.000 ПЗ													
											32		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата									

напівчистовий прохід	29,73	50	0,35	0,1	75	800	0,07	2	1,25				
-чистовий прохід	30,033	50	0,15	0,08	85	900	-	1	0,69				
7.Проточити канавку, пов.11	34,62	2	10	0,08	85	800	1,90	1	0,03				
8.Точити фаску, пов.1	80	7	7	0,2	176	700	5,56	1	0,05				

020 Вертикально-свердлильна

1.Свердлити отвір, пов.12	5	25,5	2,5	0,10	11,15	710	0,06	1	1,44	0,73	0,4	2,34	2,74
2.Свердлити отвір, пов.13	5	25,5	2,5	0,10	11,15	710	0,06	1	1,44				
3.Свердлити отвір, пов.14	5	25,5	2,5	0,10	11,15	710	0,06	1	1,44				
4.Свердлити отвір, пов.15	5	25,5	2,5	0,10	11,15	710	0,06	1	1,44				

1.9 Техніко-економічне обґрунтування

Техніко-економічне обґрунтування неможливо провести так, як відсутня повна інформація про час обробки в заводському технологічному процесі.

Коефіцієнт використання матеріалу однакові, так як використовується одна і та ж заготовка.

Виграш в часі обробки досягнеться за рахунок використання високопродуктивних токарних різців із швидкозмінними твердосплавними пластинками. Також, скорочення часу на виготовлення деталі скоротиться через те, що виготовлення Втулка 0735.405342.315 проводитиметься на сучасному токарному верстаті з ЧПУ HAAS TL-1

При виготовленні чотирьох взаємно перпендикулярних отворів заготовка буде закріплена в кондукторі. Кондуктор фіксується в чотирьох положеннях. Це зменшить допоміжний час на установ та переустанов.

1.10 Оформлення технологічної документації

Оформлення технологічної документації на проект технологічного процесу.

В технологічну документацію входять такі карти технологічного процесу

- маршрутна карта
- операційна карта
- карта налагодження
- схема встановлення і закріплення заготовки

Всі наведені карти, а також креслення карт налагодження подаються на листах і в додатках.

					БР.ПМ-298.00.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.11 Аналіз технологічних можливостей засобів технологічного оснащення

Обладнання для технологічного процесу виготовлення Втулки ПМ-298.22.003: токарного верстата з ЧПУ моделі HAAS TL-1; Свердлильний верстат KNUTH R32 Basic

Таблиця 1.10 – Основні технічні характеристики токарного верстата з ЧПУ моделі HAAS TL-1 [www.knuth.net.ua]

Модель верстату	Характеристики верстату	Значення характеристики
HAAS TL-1	Висота центрів над станиною	508мм
	Висота центрів над кареткою	279мм
	Максимальна довжина оброблення	762мм
	Максимальна частота обертання шпинделя	1800/3000 об/хв.
	Переміщення по осі X	203мм
	Переміщення по осі Z	762мм
	Максимальна швидкість поздовжніх переміщень	11400±6%мм/хв.
	Кількість інструментів у револьверній головці	4/8
	Точність позиціонування	±0,01мм
	Кількість одночасно керованих координат	2
	Максимальне осьове зусилля X/Z	17,3/8,7кН
	Потужність електродвигуна	7,5кВт
	Маса верстату	2230кг

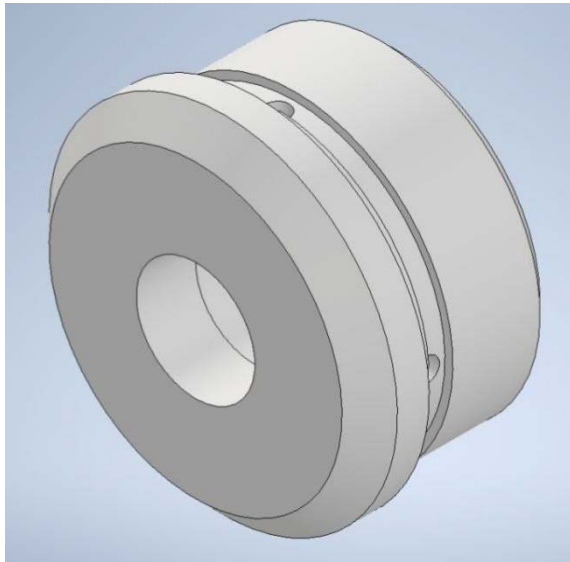
Таблиця 1.11 – Технічні характеристики верстата моделі KNUTH R32 Basic
Технічна характеристика
Свердлильний верстат KNUTH R32 Basic

	Параметри
Діаметр свердління	32 мм
Довжина столу	1370 мм.
Ширина столу	700 мм.
Конус шпинделя	
Горловина	200 мм
Потужність	1.5 kW
Довжина x ширина x висота	1410,0 × 720,0 × 1890,0
Вага	1.425 kg

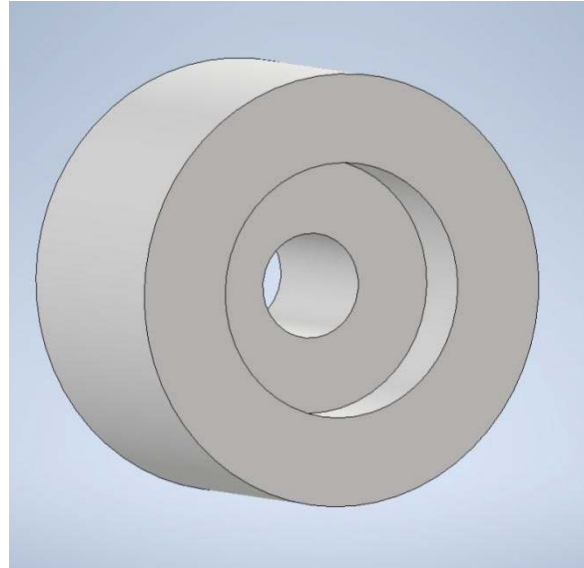
2. Розроблення керуючої програми для верстата з ЧПК

Для розроблення керуючої програми обробки **Втулка ПМ298.22.003** на верстаті **HAAS TL-1** з ЧПК використовую систему PowerMill.

Для роботи в програмі треба мати тривимірні моделі деталі та заготовки. Моделі були створені в програмі AutoDesk Inventor (рисунки 2.1, а), б)).



а)



б)

Рисунок 2.1 – Тривимірні моделі: а) деталі, б) заготовки

Моделі імпортуємо в систему PowerMill (рисунки 2.2-2.4).

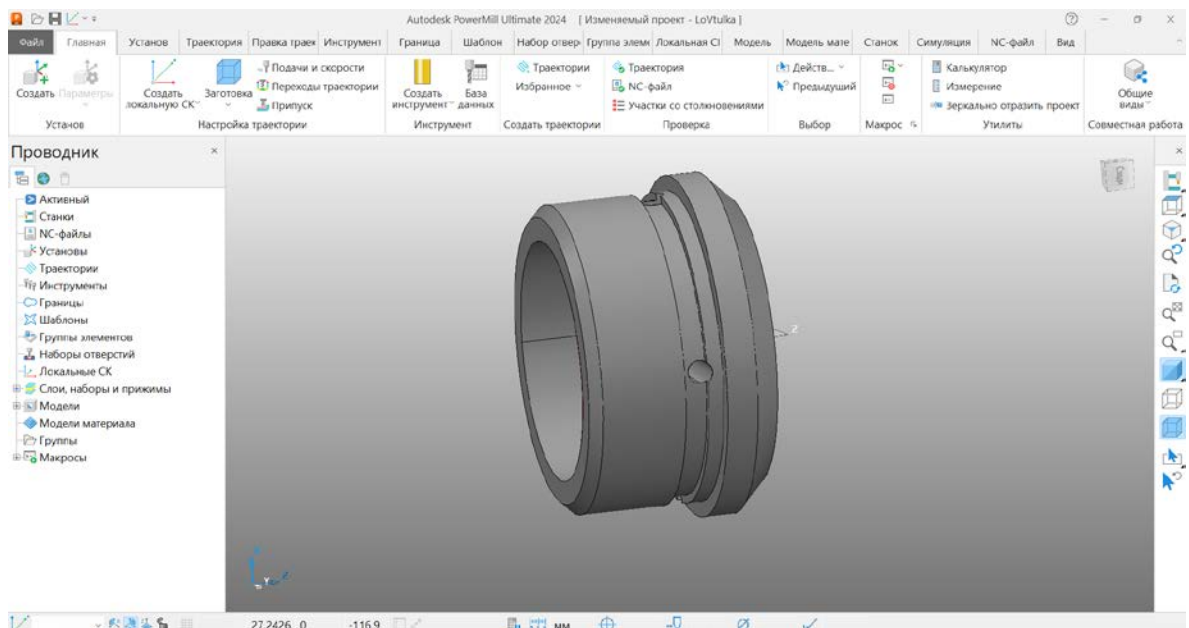


Рисунок 2.2 – Модель деталі, імпортована в систему PowerMill

					БР.ПМ-298.00.000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

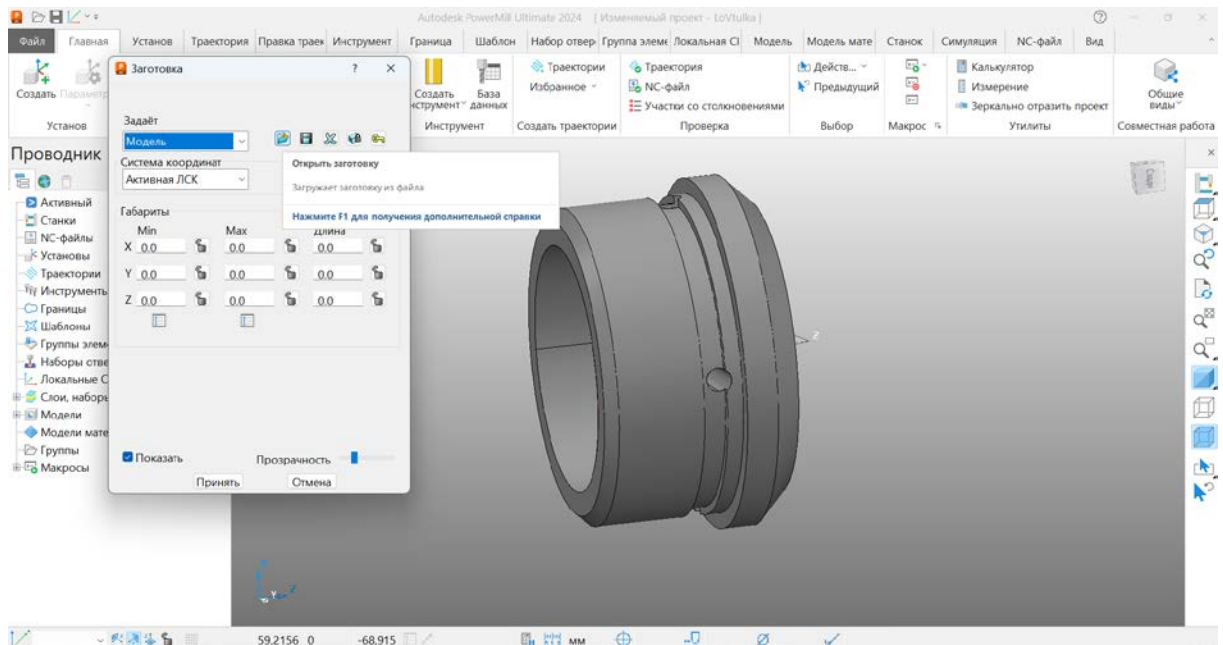


Рисунок 2.3 – Вибір способу задання заготовки

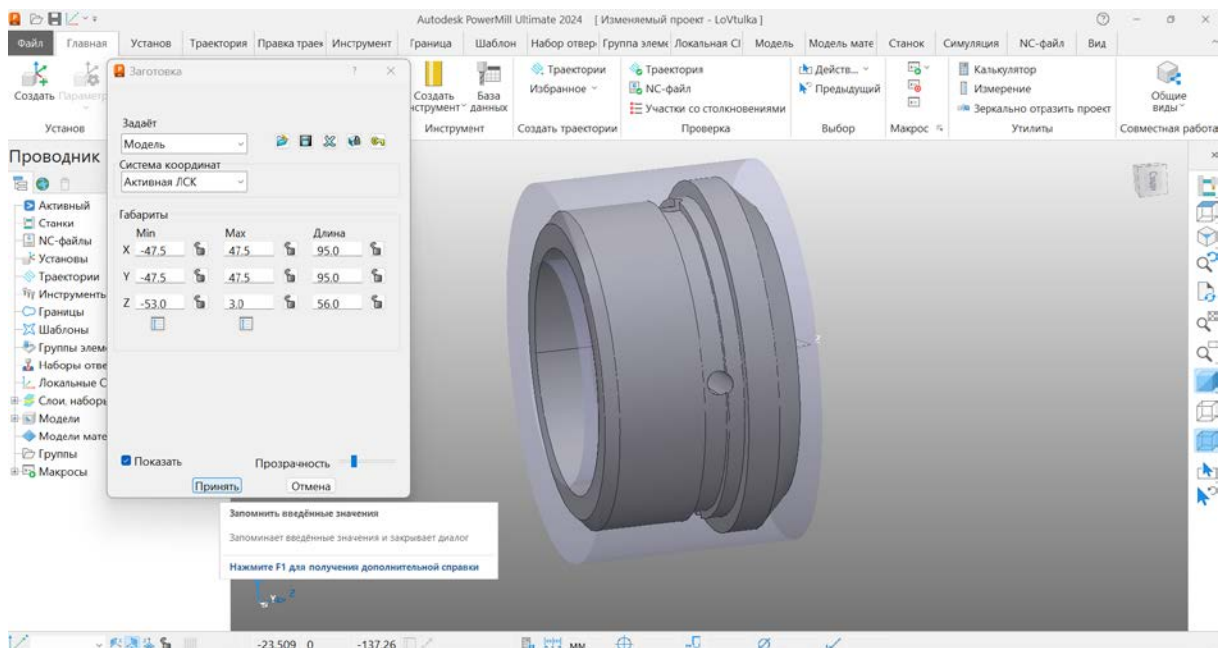


Рисунок 2.4 – Імпортовані моделі деталі та заготовки

Етапи проектування та розрахунку траєкторій обробки поверхонь деталі на верстаті з ЧПК показані на рисунках 3.5 – 3.49. Згенеровані керуючі програми обробки наведені в Додатку.

					БР.ПМ-298.00.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

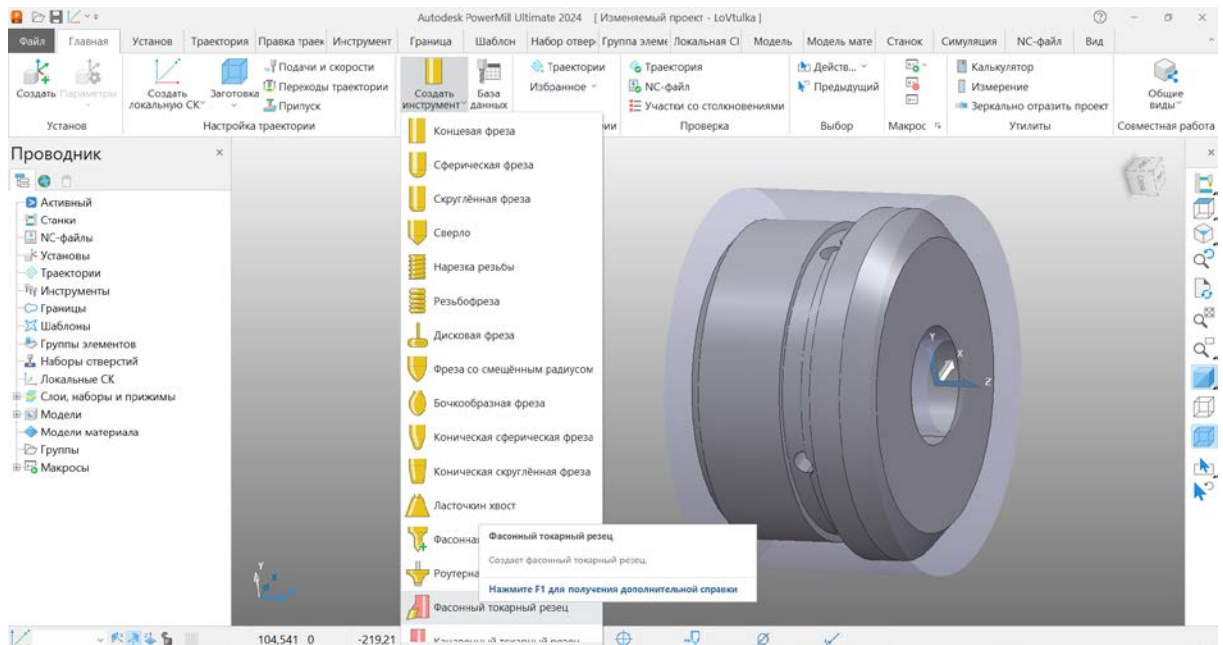


Рисунок 2.5 – Вибір виду інструменту для моделювання

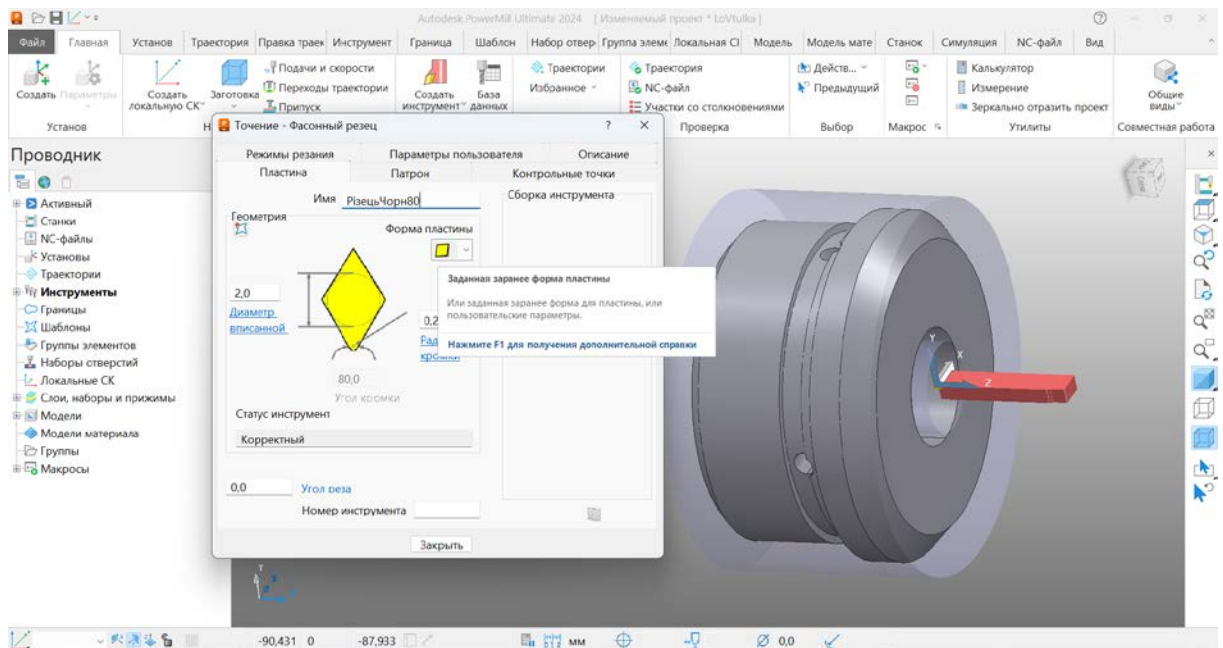


Рисунок 2.6 – Створення моделі чорнового різця

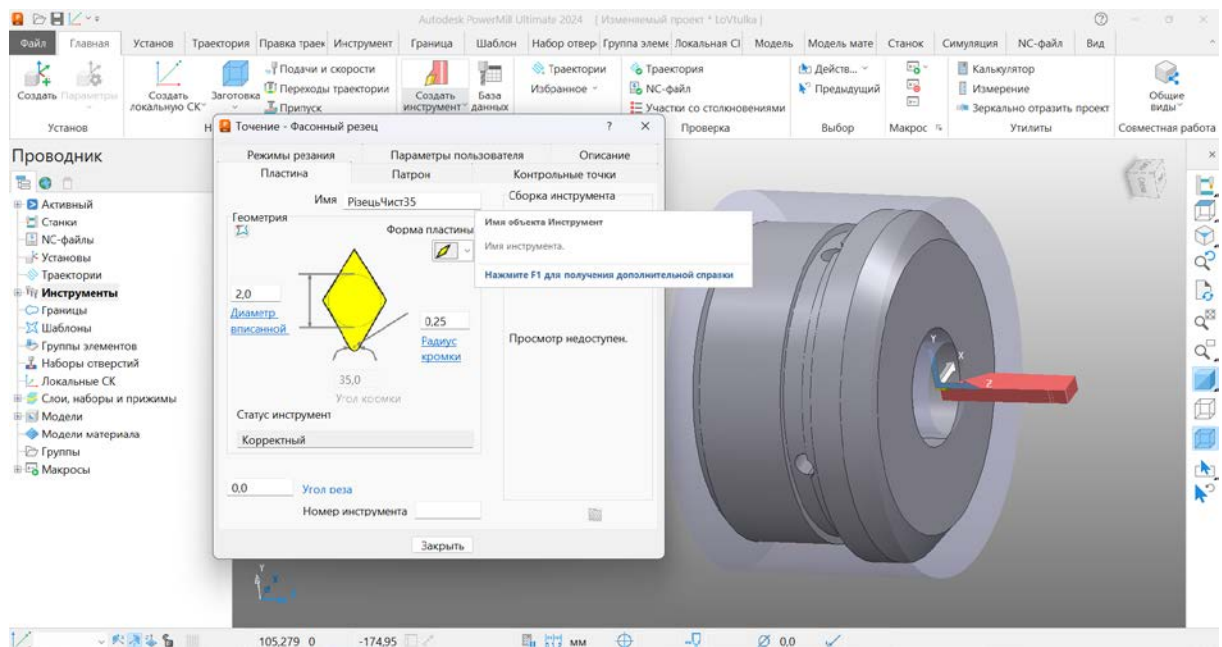


Рисунок 2.7 – Створення чистового різця

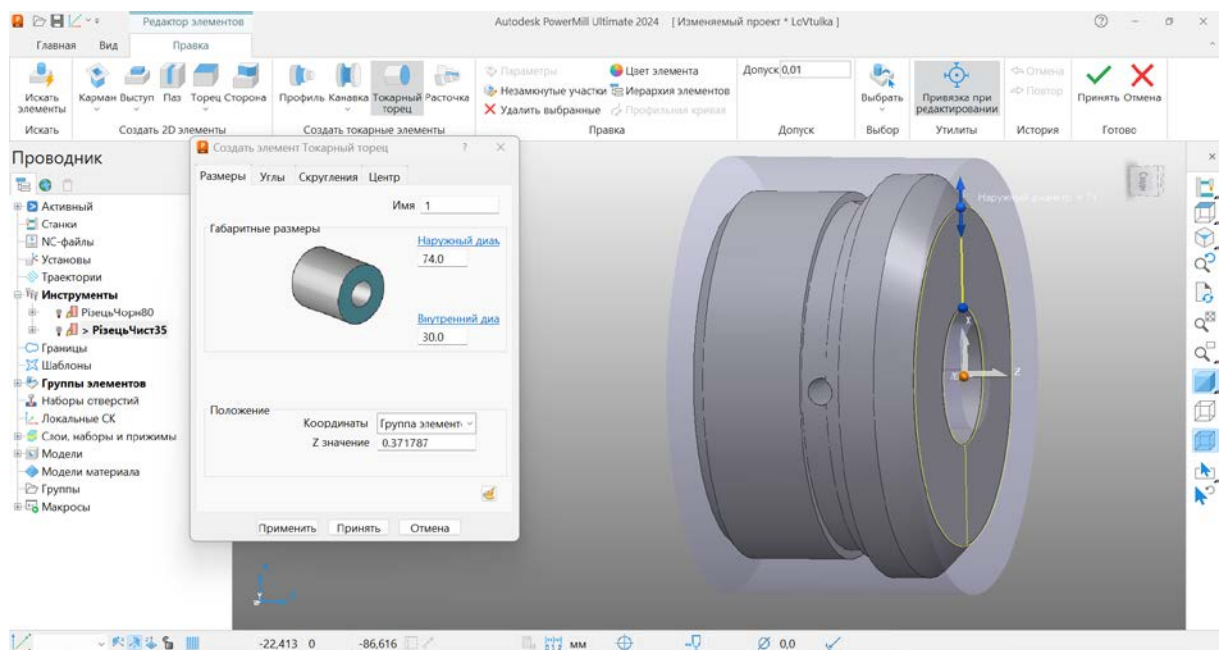


Рисунок 2.8 – Створення елементу «Токарний торець»

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-298.00.000 ПЗ

Арк.

39

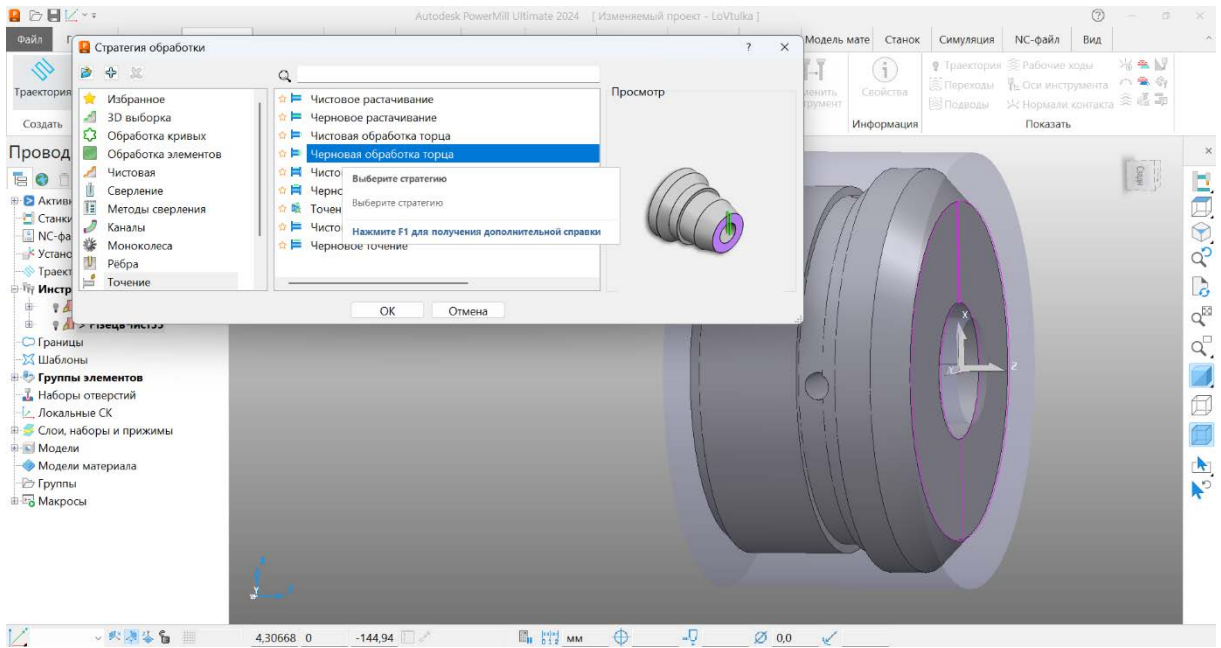


Рисунок 2.9 – Вибір стратегії обробки

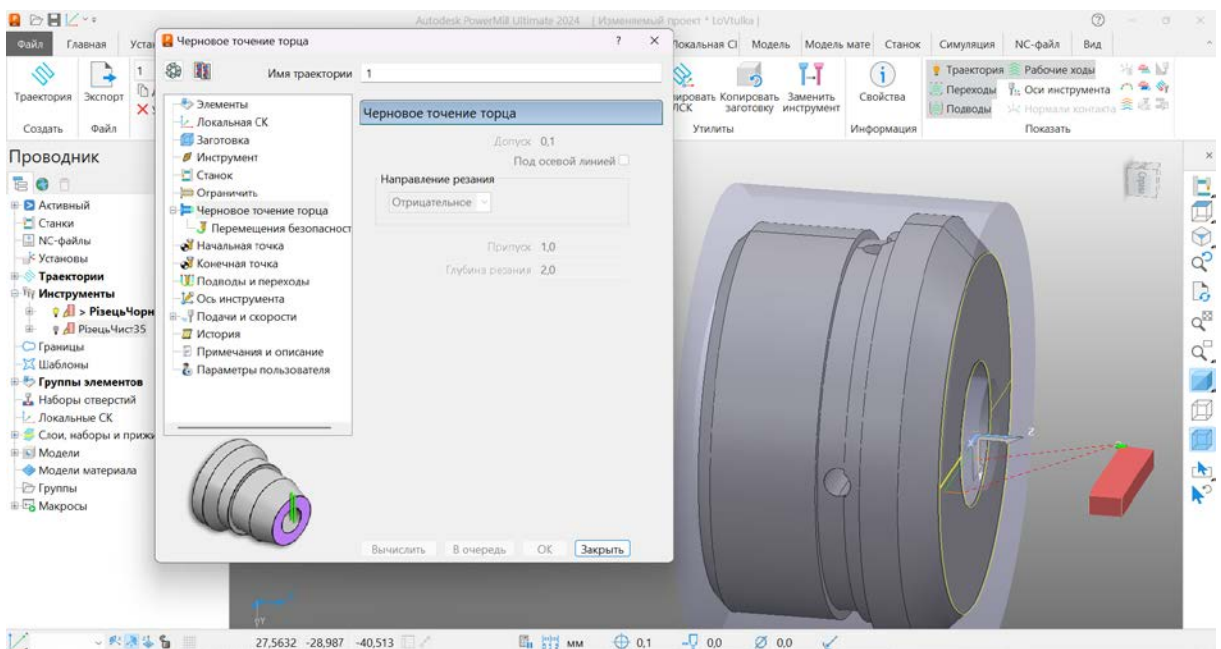


Рисунок 2.10 – Проектування чорної обробки торця

					БР.ПМ-298.00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

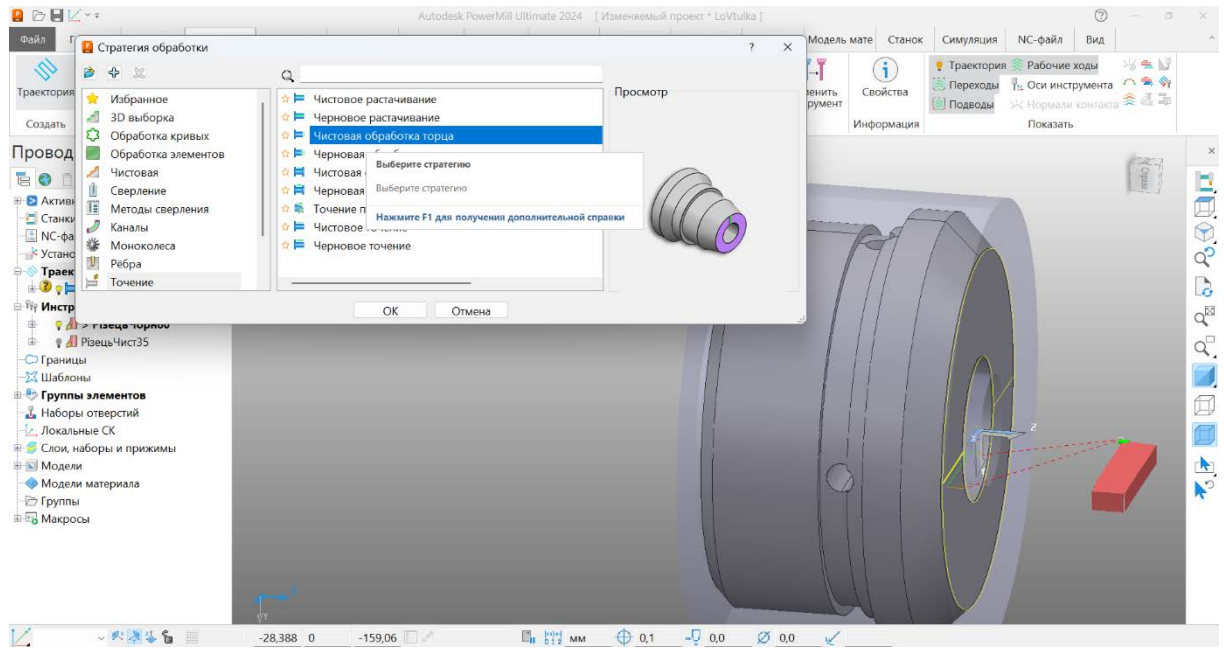


Рисунок 2.11 – Вибір стратегії обробки

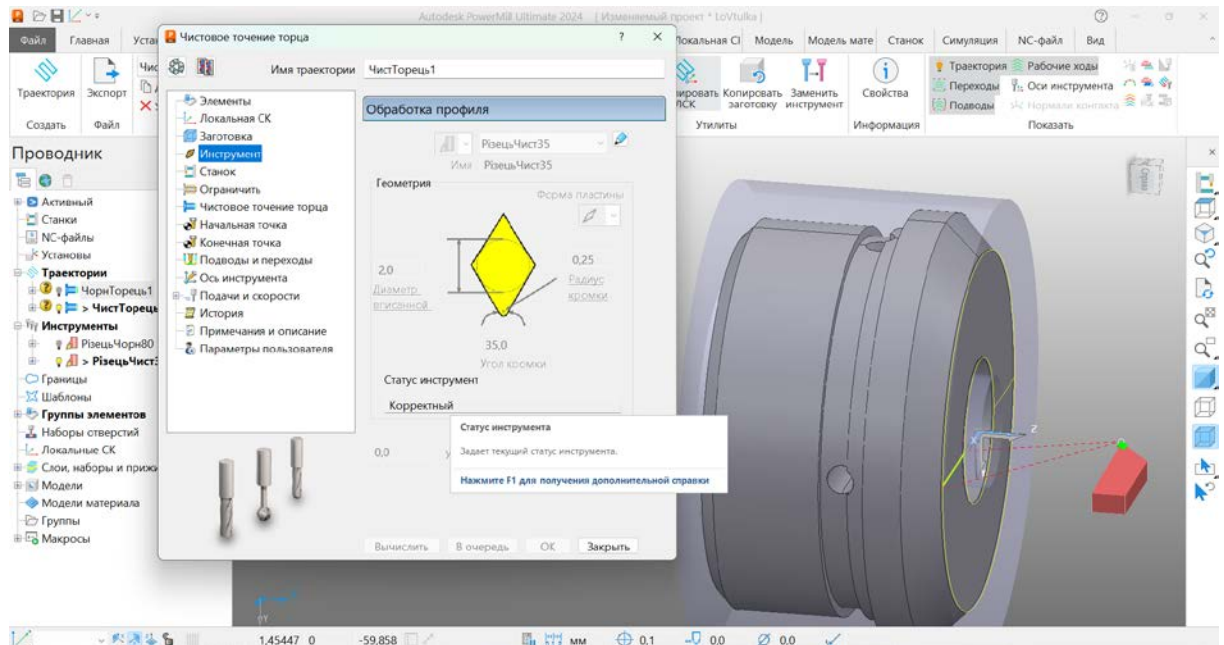


Рисунок 2.12 – Проектування чистової обробки торця

					БР.ПМ-298.00.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

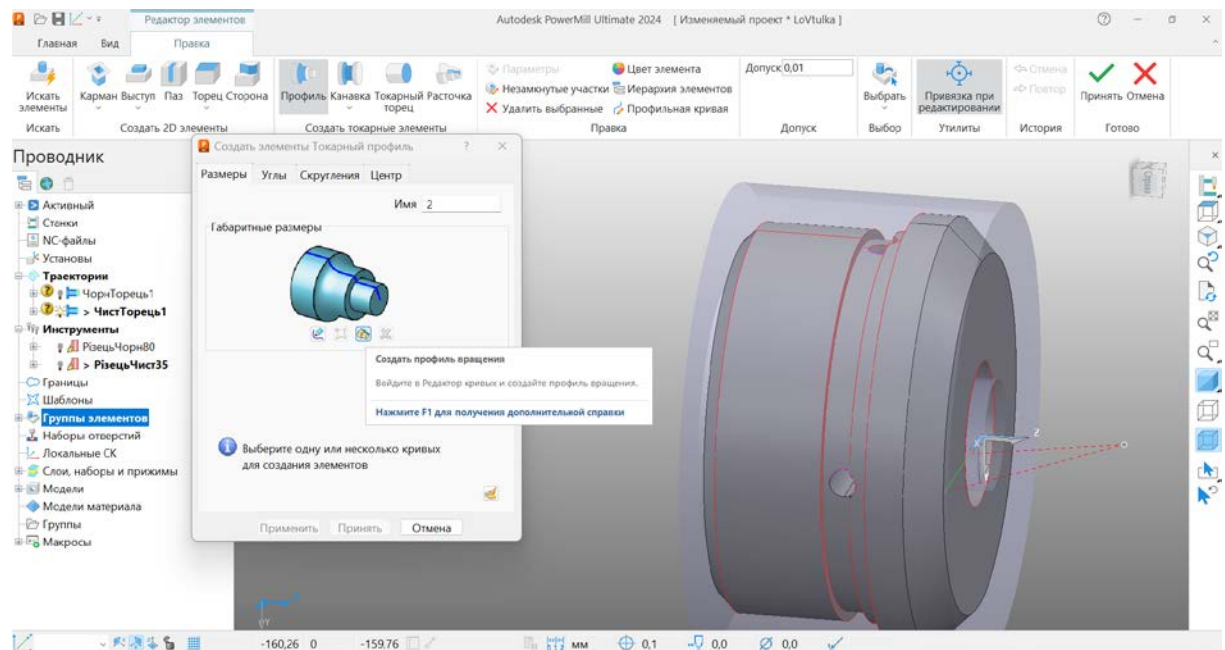


Рисунок 2.13 – Створення профілю обертання

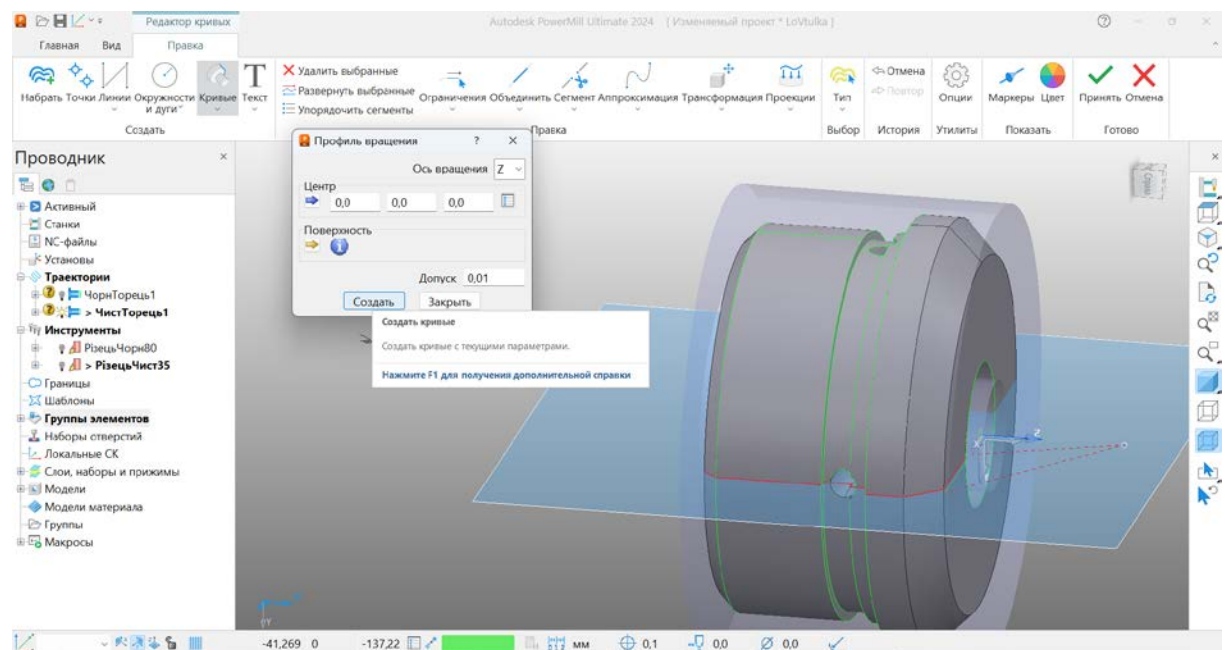


Рисунок 2.14 – Перетин площиною

										Арк.
										42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

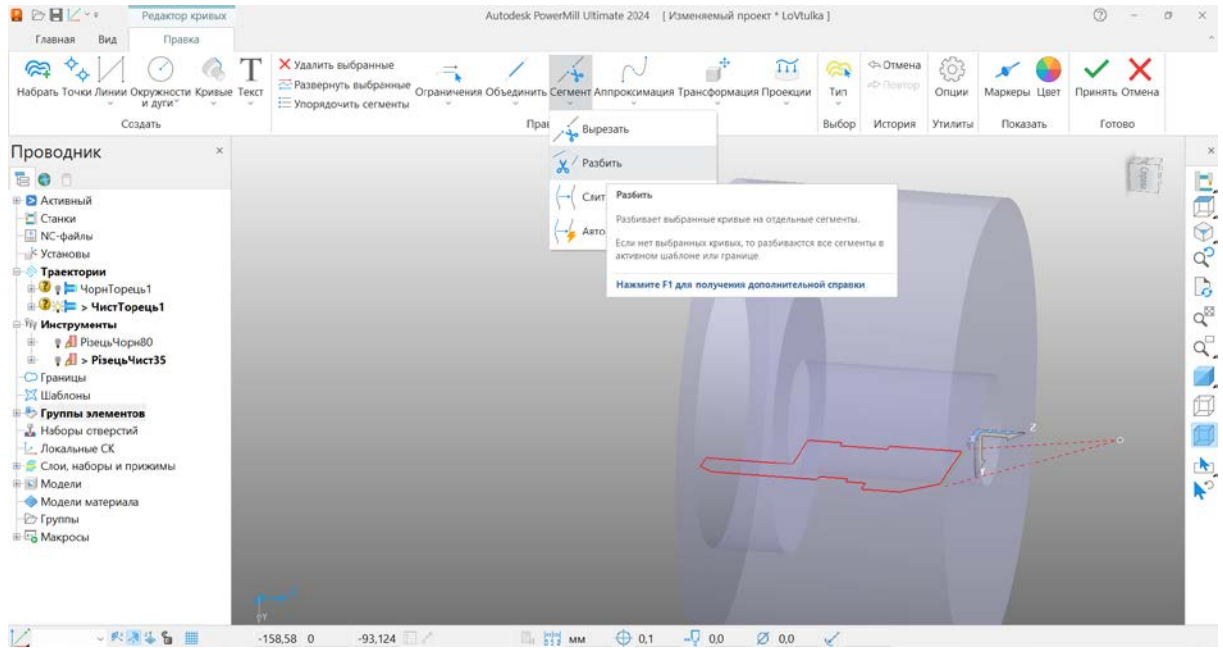


Рисунок 2.15 – Розбиття лінії перетину на ділянки

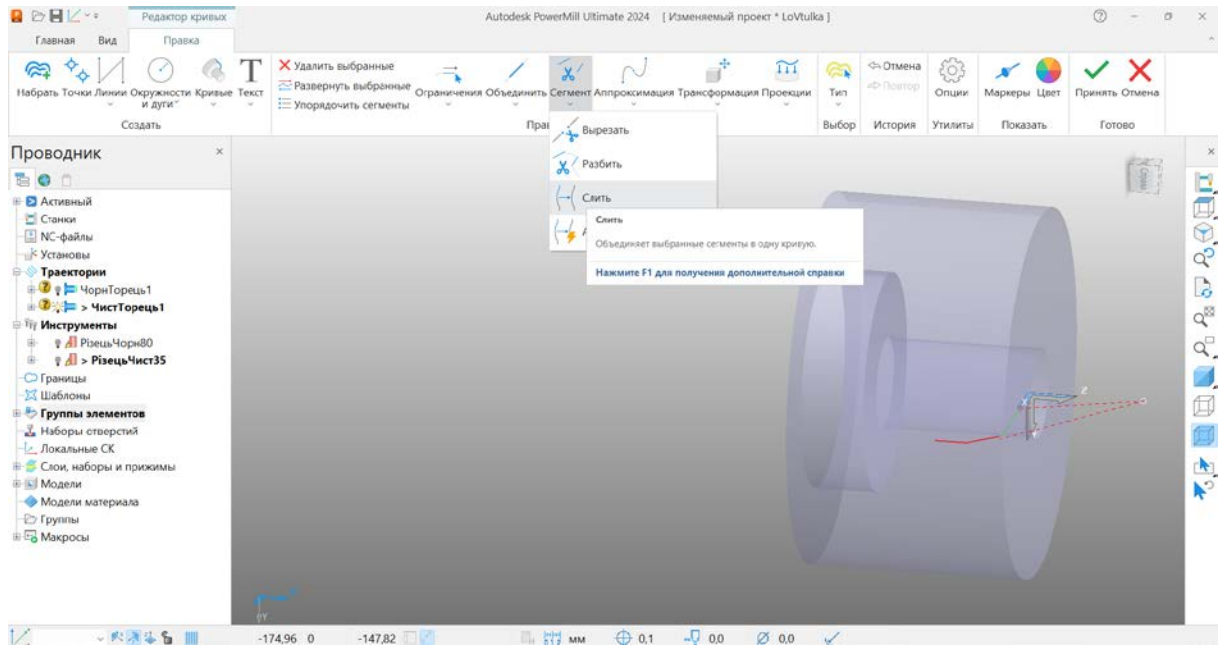


Рисунок 2.16 – Злиття ділянок шуканого профілю

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-298.00.000 ПЗ

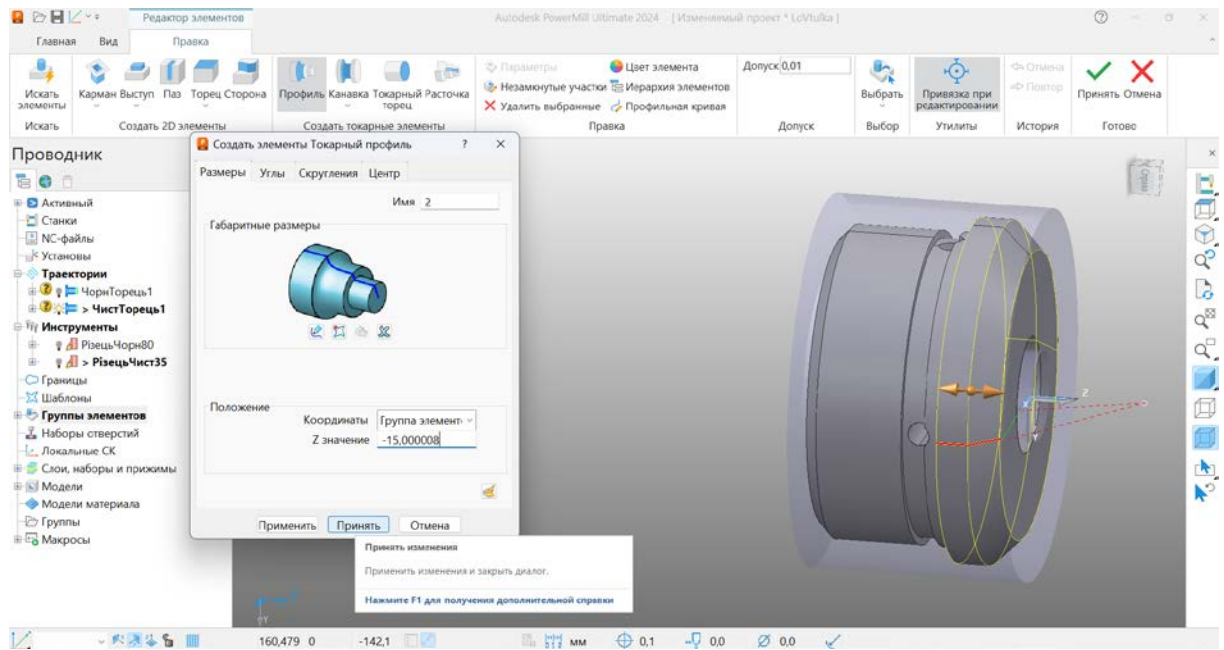


Рисунок 2.17 – Створення елементу «Токарний профіль»

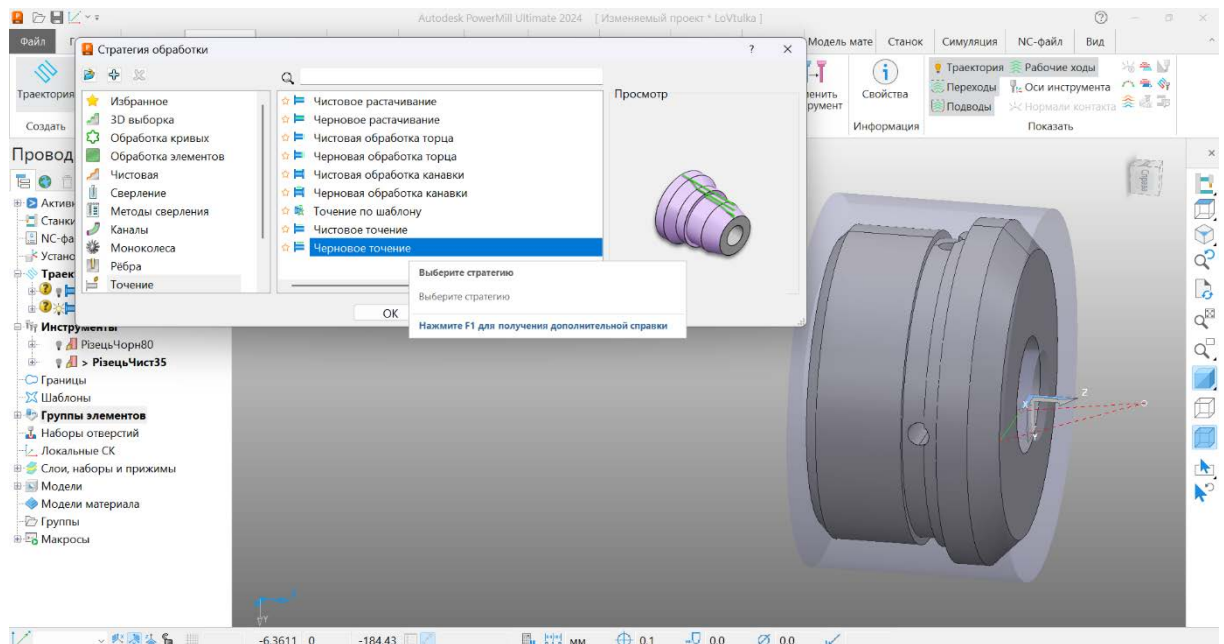


Рисунок 2.18 – Вибір стратегії обробки

					БР.ПМ-298.00.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

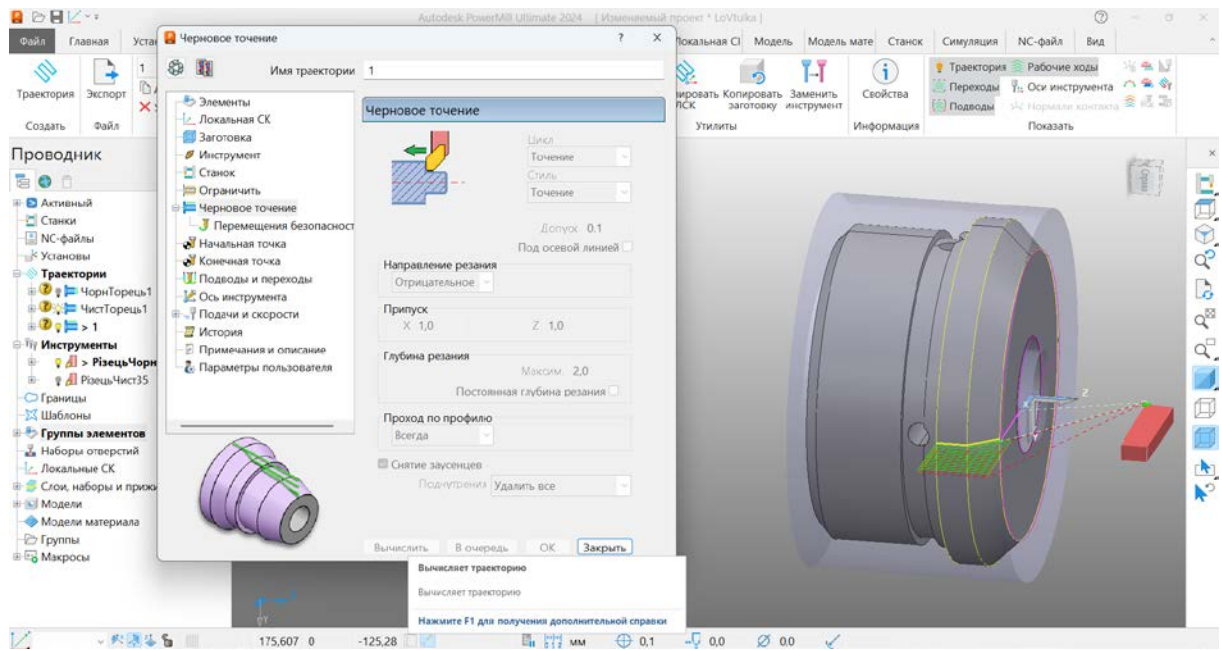


Рисунок 2.19 – Проектування чорнового точіння

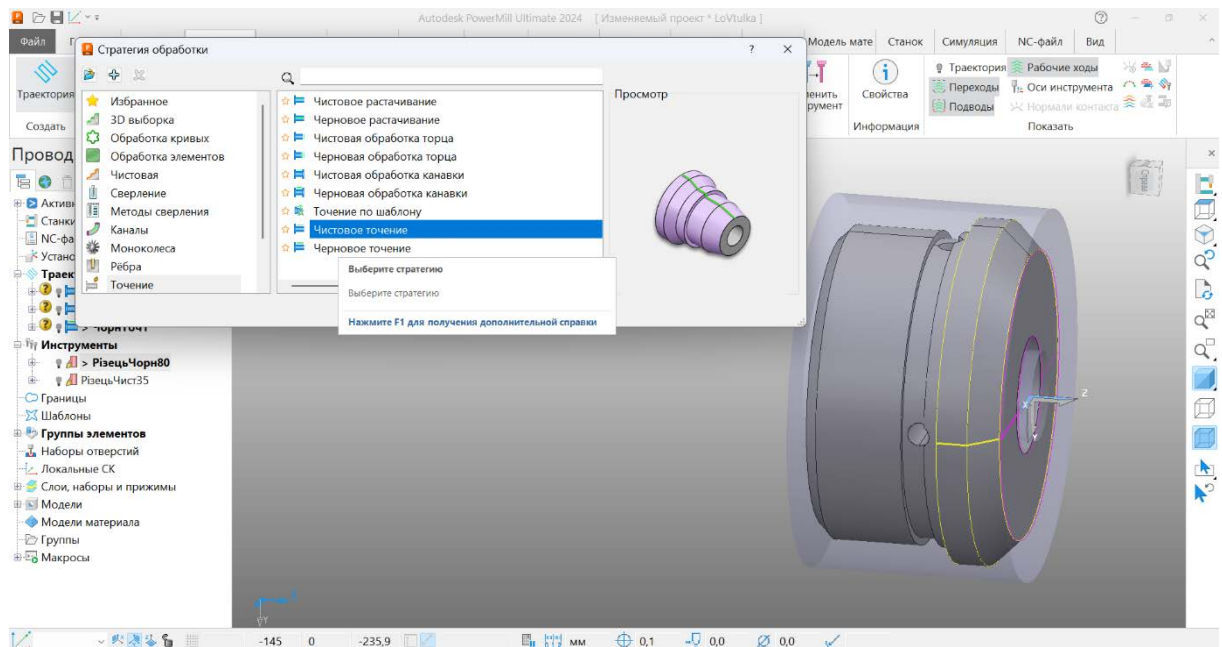


Рисунок 2.20 – Вибір стратегії обробки

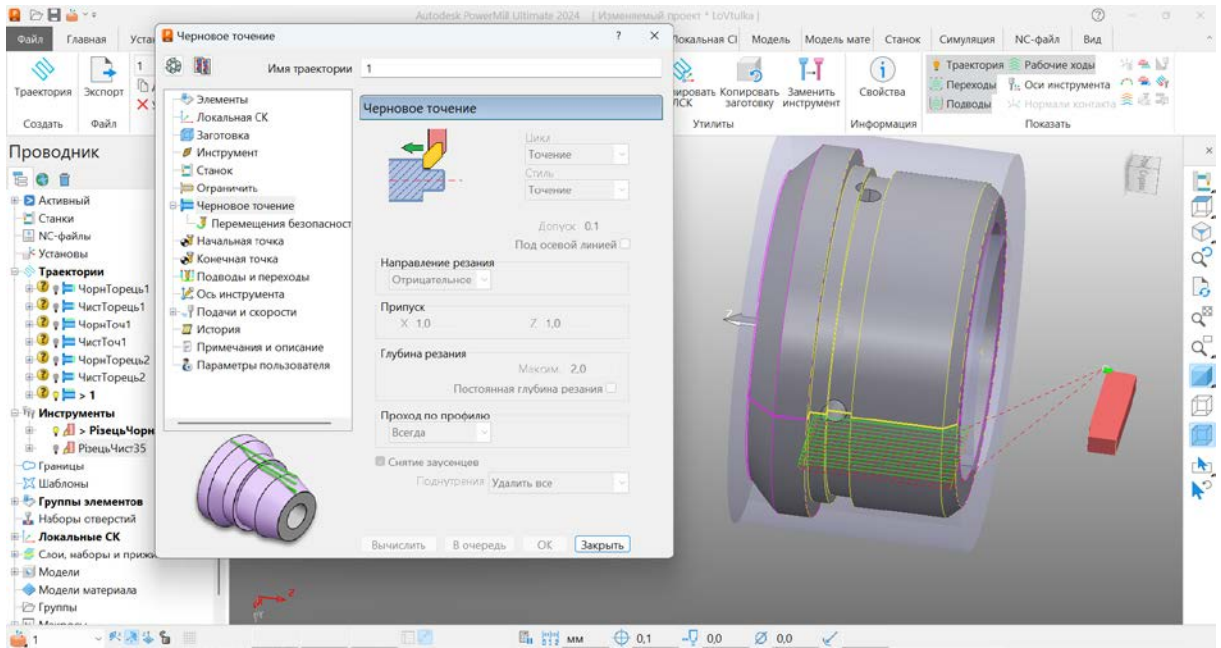


Рисунок 2.27 – Проективання чорнового точіння

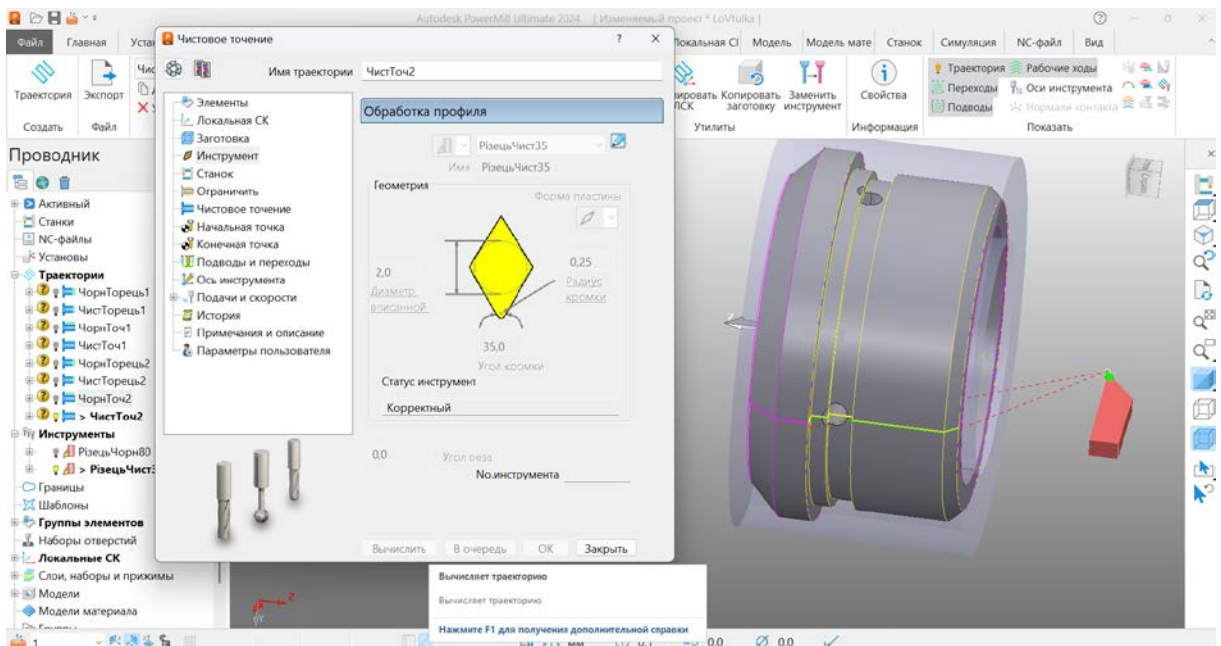


Рисунок 2.28 – Проективання чистового точіння

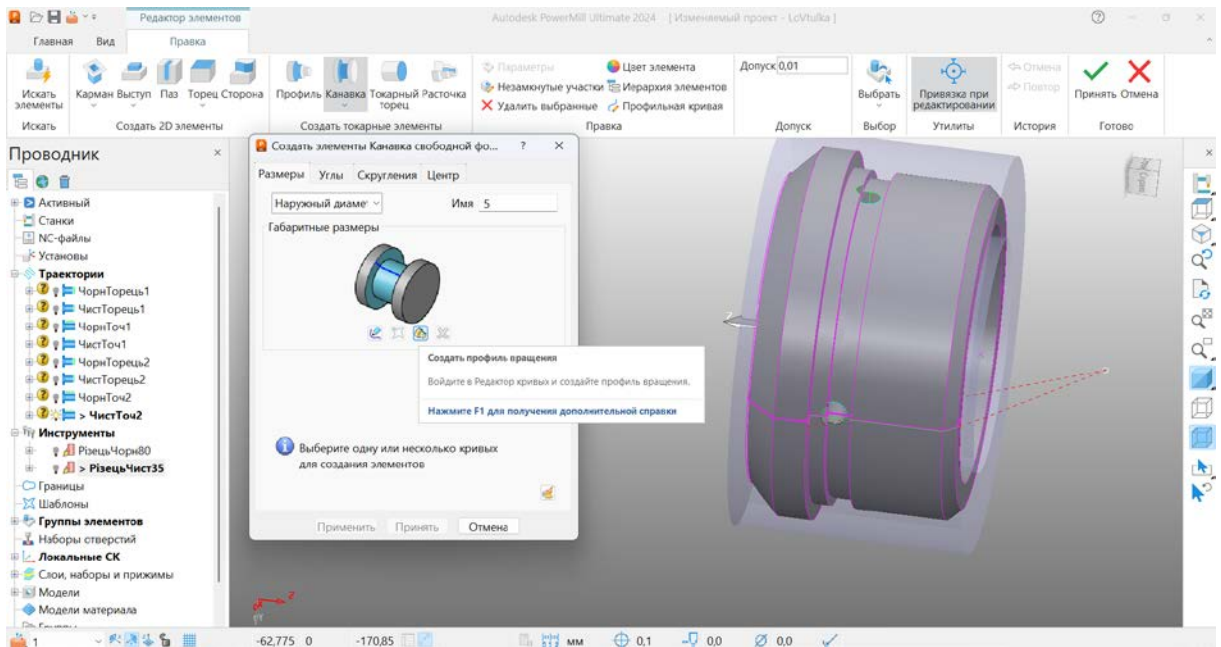


Рисунок 2.29 – Створення профілю обертання

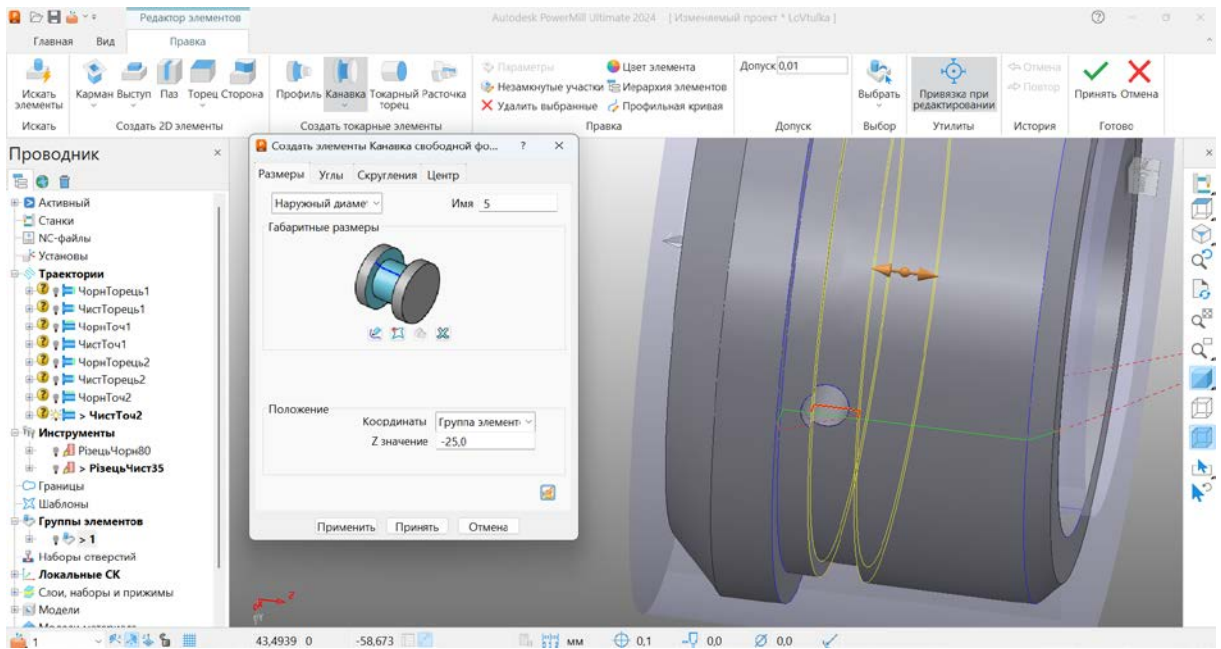


Рисунок 2.30 – Створення елементу «Канавка»

										Арк.
										50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.ПМ-298.00.000 ПЗ

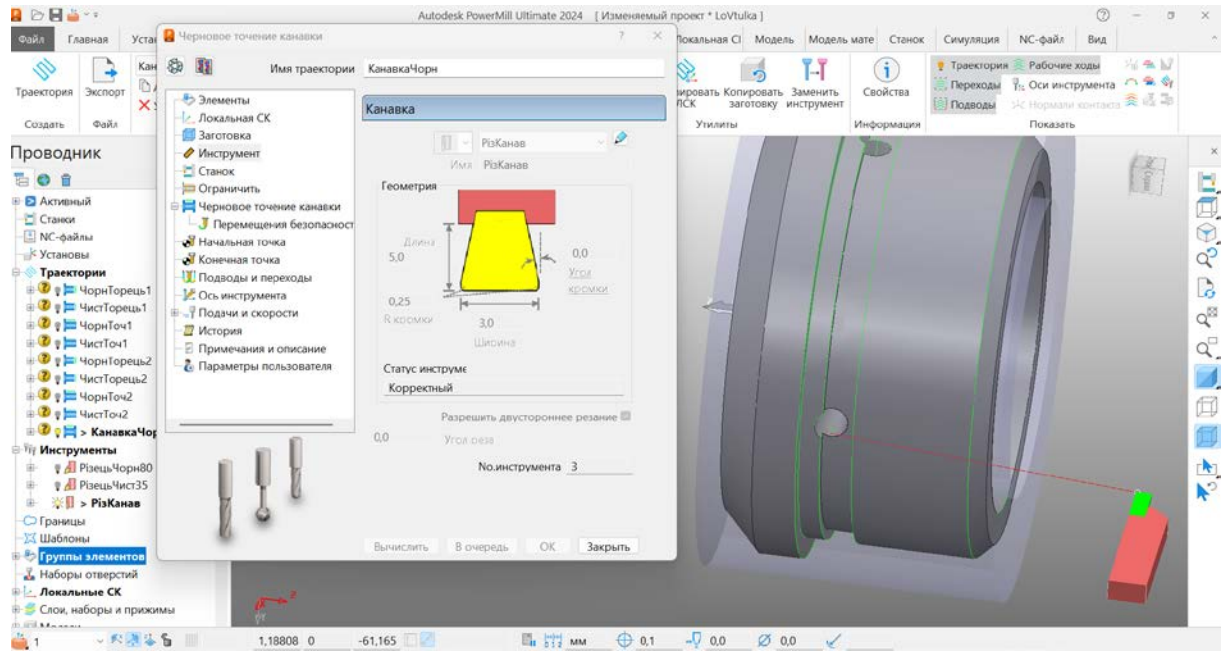


Рисунок 2.33 – Проектування чорного точіння канавки

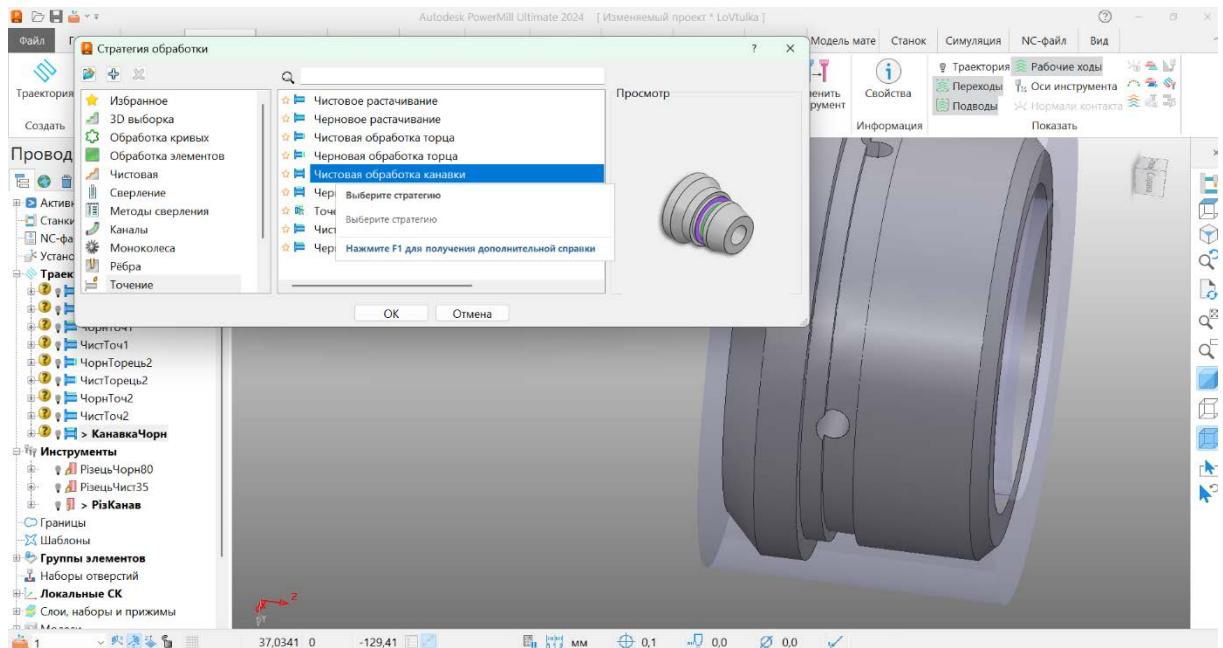


Рисунок 2.34 – Вибір стратегії обробки

										Арк.
										52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.ПМ-298.00.000 ПЗ

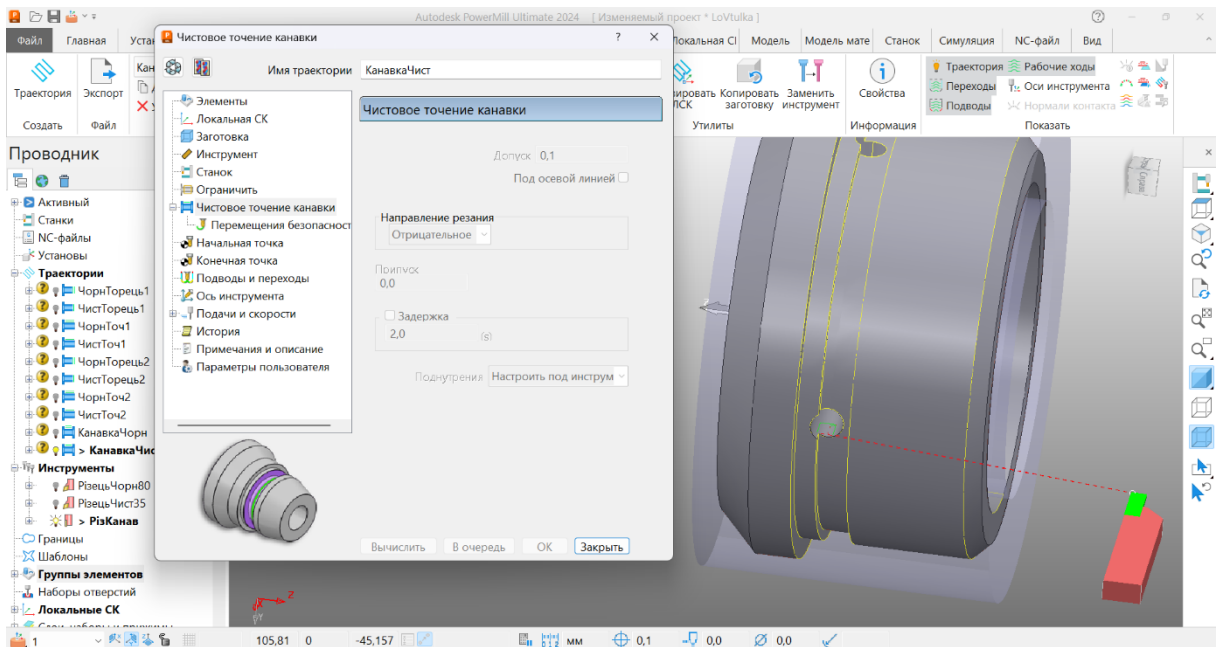


Рисунок 2.35 – Проекування чистового точіння канавки

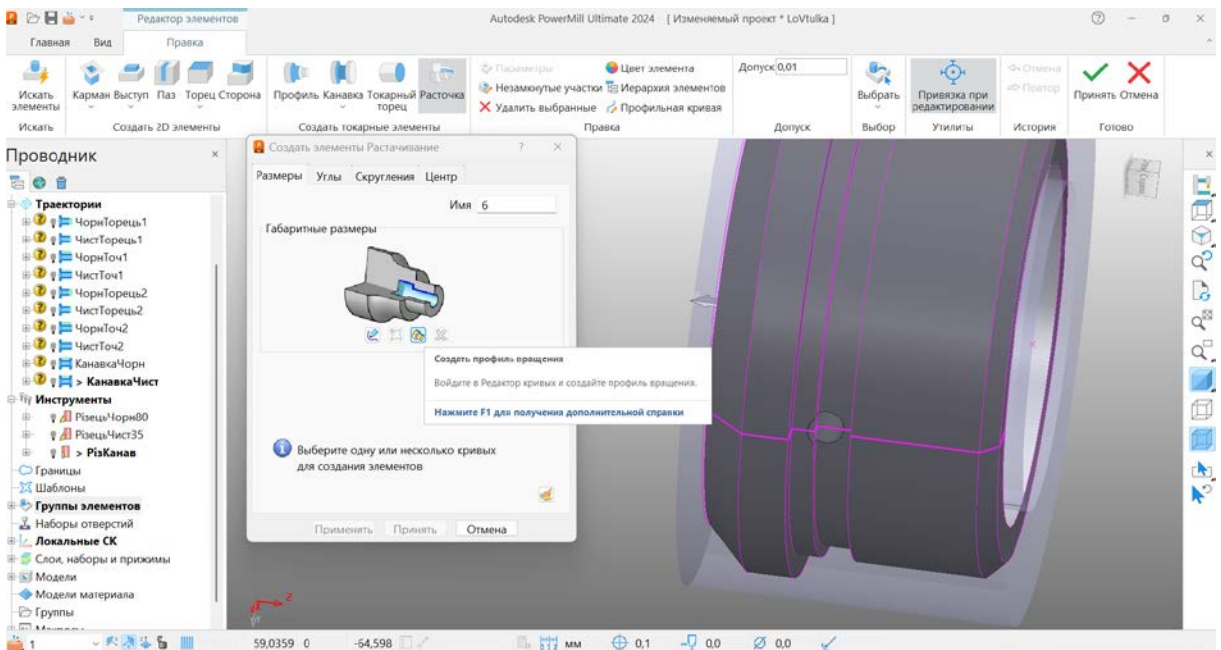


Рисунок 2.36 – Отримання профілю розточування

										Арк.
										53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-298.00.000 ПЗ					

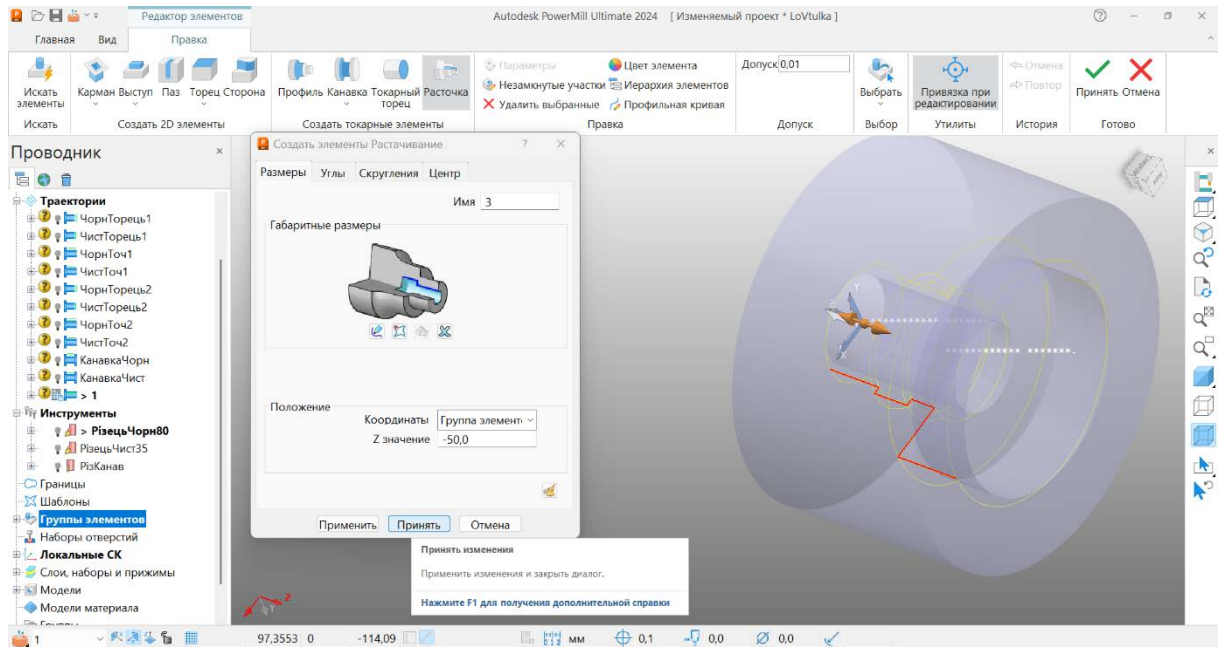


Рисунок 2.37 – Створення елементу «Розточування»

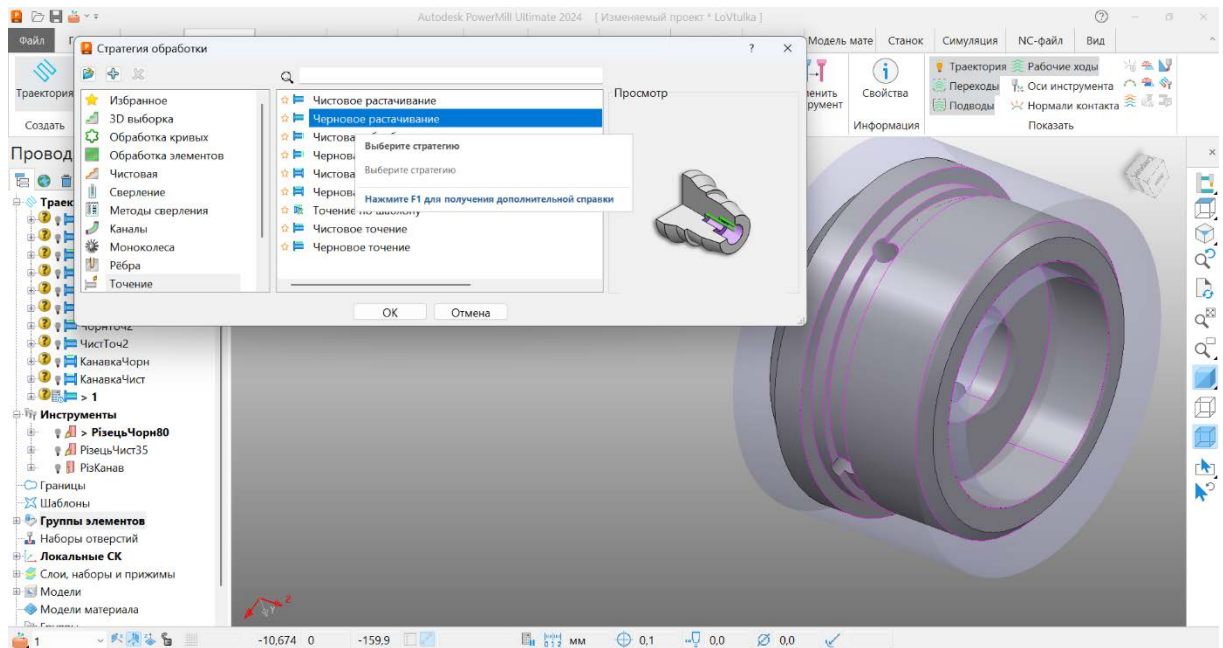


Рисунок 2.38 – Вибір стратегії обробки

										Арк.
										54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.ПМ-298.00.000 ПЗ

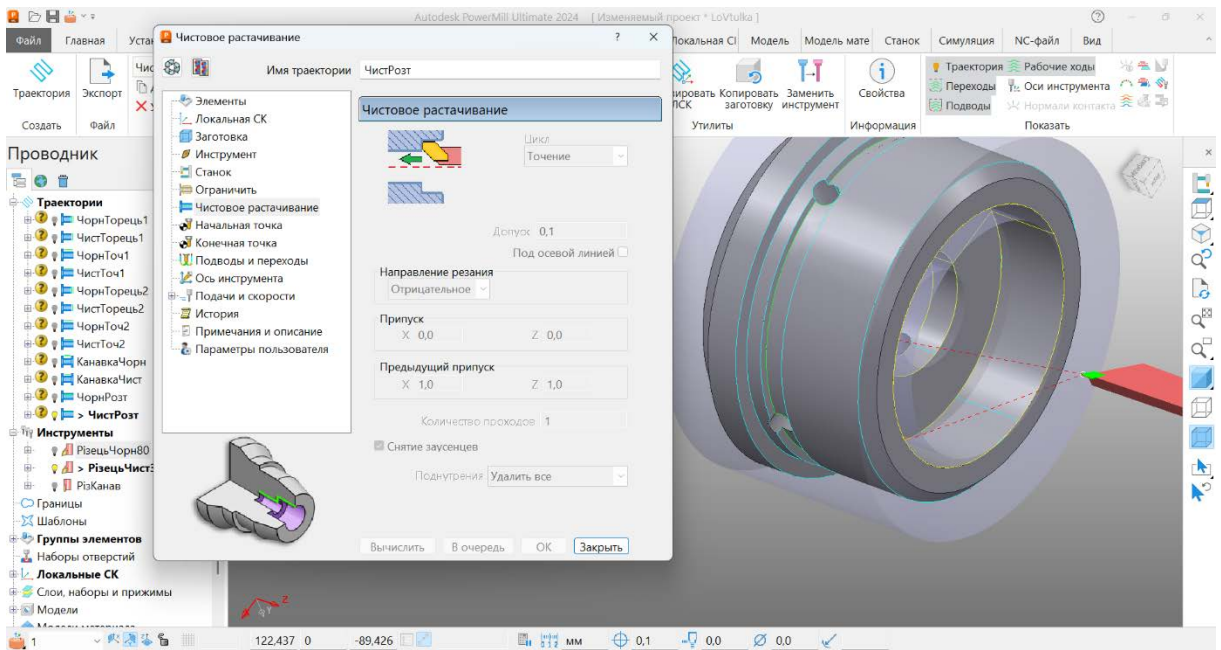


Рисунок 2.41 – Проективання чистового розточування

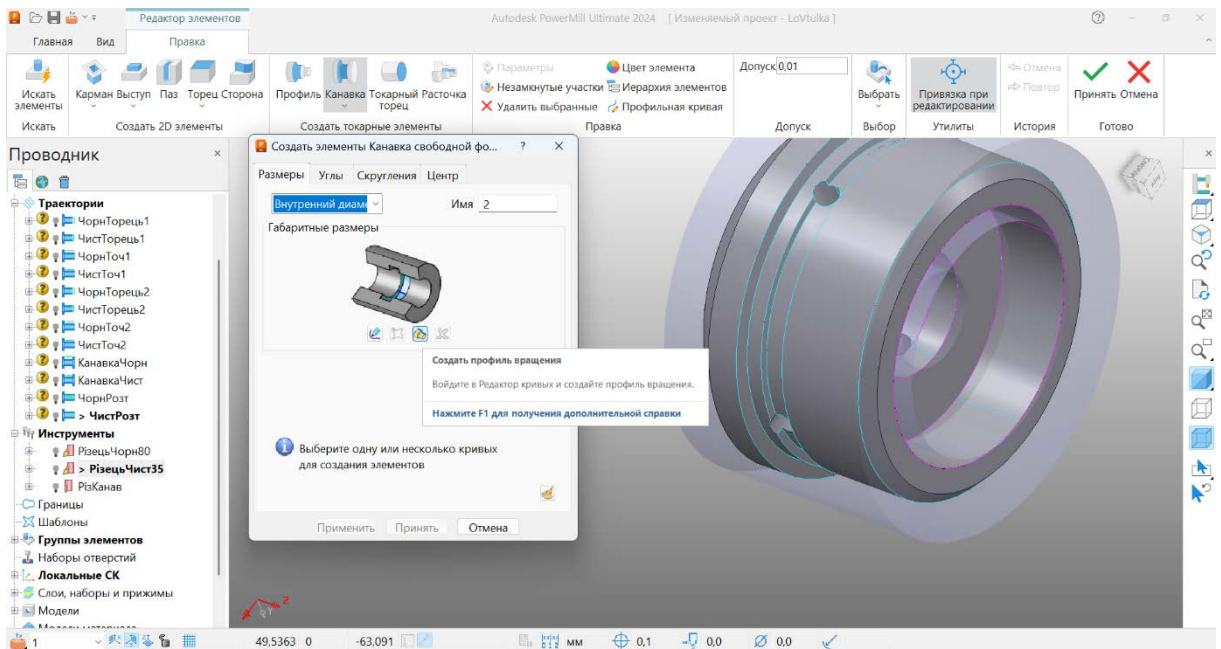


Рисунок 2.42 – Створення профілю обертання

										Арк.
										56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.ПМ-298.00.000 ПЗ

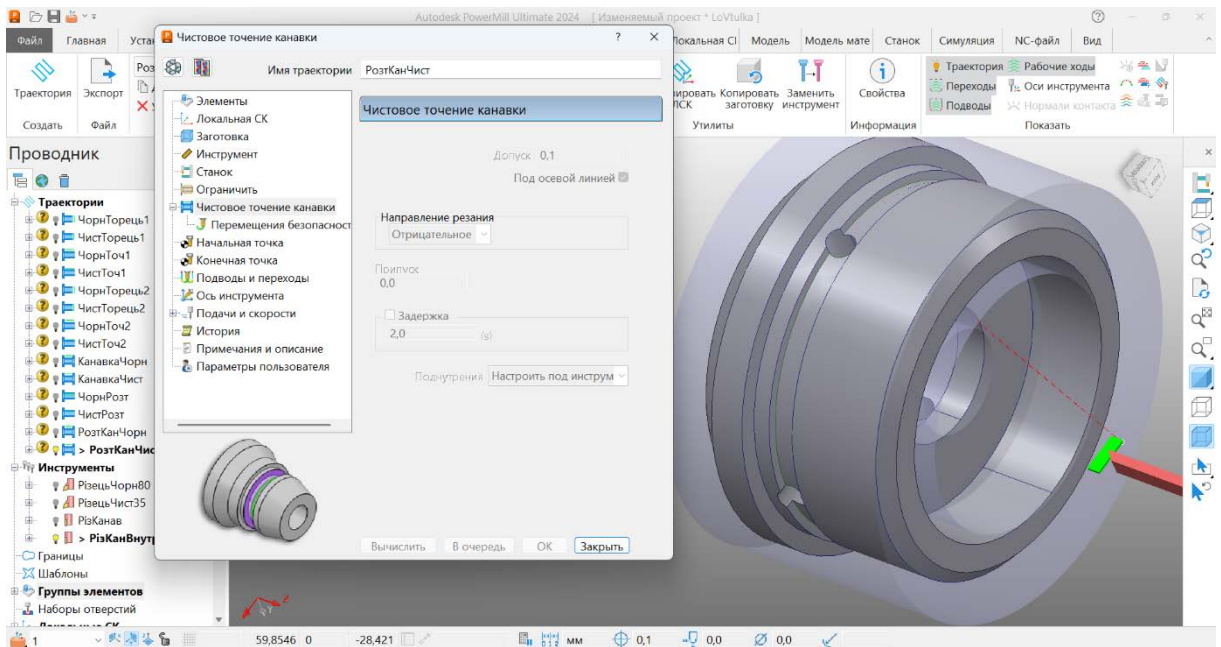


Рисунок 2.47 – Проекування чистового розточування канавки

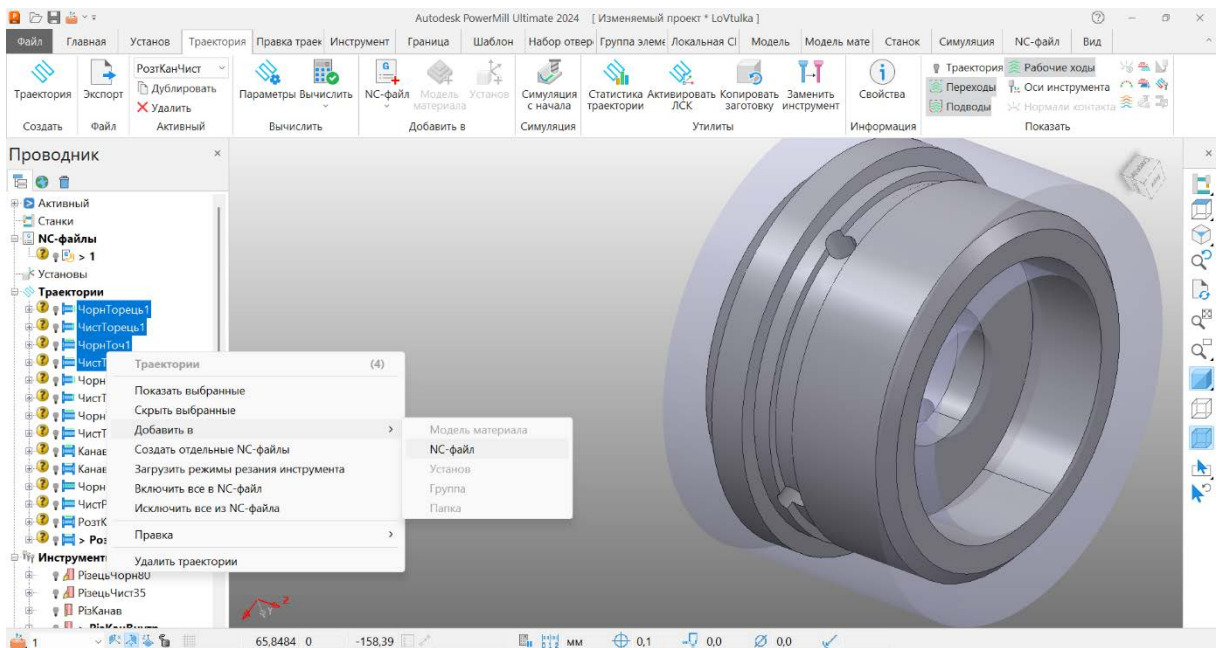


Рисунок 2.48 – Передавання траекторій в NC-файл

										Арк.
										59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.ПМ-298.00.000 ПЗ

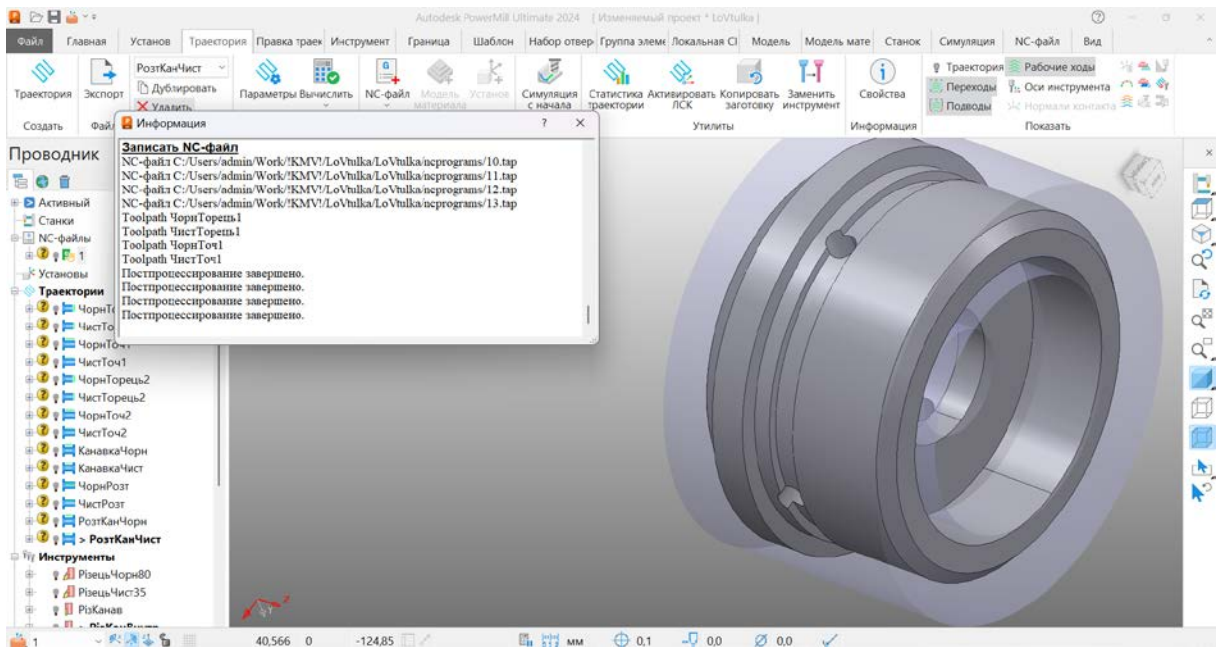


Рисунок 2.49 – Запис NC-файлу

Текст розробленої керуючої програми для ЧПК подано у Додатку.

										Арк.
										60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.ПМ-298.00.000 ПЗ

3 Конструкторська частина

3.1 Опис призначення, будови і роботи пристрою. Опис деталей пристрою

Пристрій призначений для обробки отворів 12, 13, 14, 15 на деталі Втулка ПМ-298.22.003. Пристрій кріпиться на столі верстату KNUTH R32 Basic. Центрується пристрій по центральному пазу стола свердлильного верстату, закріплюється за допомогою гвинтів.

Деталь базується на шпильці 10, які проходить крізь пристрій та опирається об виточку шпинделя 11. Потім закладається шайба 9, та здійснюється закріплення гайкою 13. Виконується позиціонування шпинделя в потрібному положенні та фіксується положення фіксатором 12. Після обробки першого отвору відтягується фіксатор, а деталь разом зі шпинделем повертається на 90° та знову фіксується фіксатором. За такою схемою відбувається обробка усіх чотирьох взаємно перпендикулярних отворів. Фіксатор можливо відтягнути і він повертається завдяки пружині 8.

Після обробки розгвинчується гайка 13 (2, 3 витка різьби, гайка не знімається), виймається шайба 9 та знімається деталь.

					БР.ПМ-298.00.000 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

3.2 Розрахунок потрібної сили затиску заготовки в пристрої

В процесі свердління на деталь діє сила P_x , яка намагається прокрутити деталь навколо своєї осі і крутячий момент, який намагається повернути деталь.

Схема дій сил показана на рисунку 4.1.

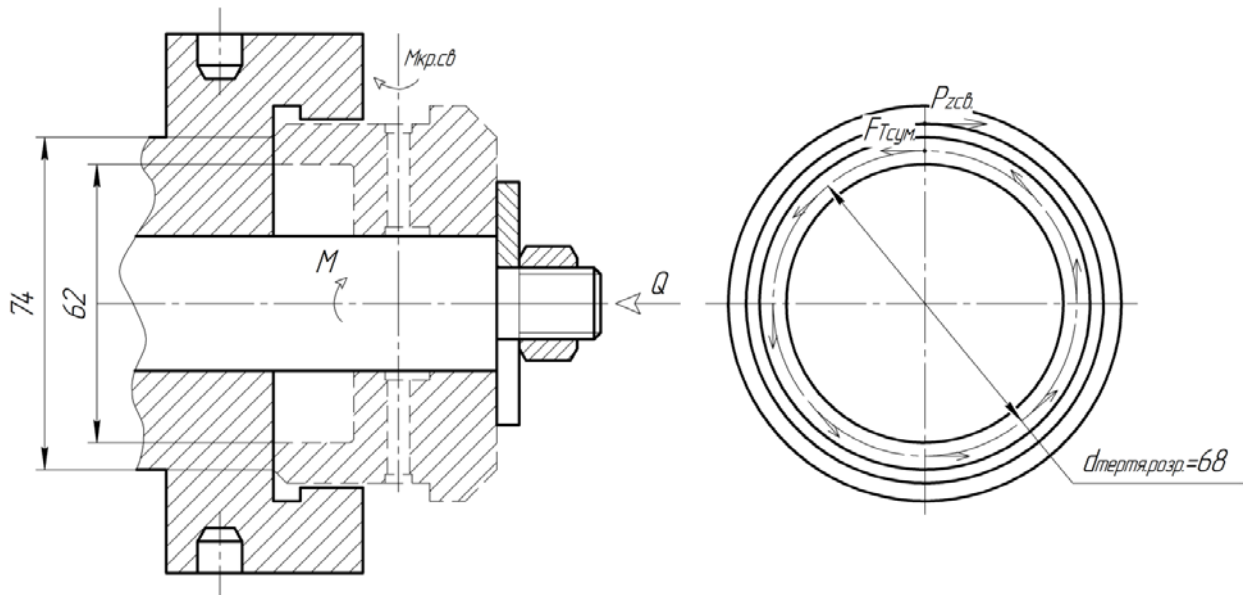


Рис 3.1 – Схема до розрахунку сил закріплення.

Сила різання

$$P_z = \frac{2 \cdot M_{кр.}}{d_{св.}}$$

де $M_{кр.}$ – крутний момент (момент від сили різання P_z), $H \cdot м$;

$$M_{кр.} = 0,83 H \cdot м \text{ (із пункту 1.8)}$$

$$P_z = \frac{2 \cdot M_{кр.}}{d_{св.}} = \frac{2 \cdot 0,83}{0,005} = 332 H.$$

Коефіцієнт запасу

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3,$$

де K_0 - гарантований коефіцієнт запасу рівний 1,5;

K_1 - постійність сили закріплення, так як затискач гвинтовий він рівний 1,3;

K_2 - стан бази технологічної ($K_2=1,0$, так як поверхня оброблена);

K_3 - враховує стан різального інструменту $K_3=1,1$;

$$K = 1,5 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,1 = 2,145.$$

					БР.ПМ-298.00.000 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Момент від сил тертя

$$M_{FT} = M_{кр} \cdot K = 0,83 \cdot 2,145 = 1,81 H$$

Умова виконується

$$M_{FT} > M_{кр},$$
$$1,8 > 0,83.$$

Знаходимо силу затиску Q

$$Q = P_z \cdot K = 332 \cdot 2,145 = 712,1 H$$

$$\sum M_{FT} = F_{T\Sigma} \cdot d_{сер.терт.розр.},$$

де $F_{T\Sigma}$ – сумарна сила тертя, H ;

$d_{сер.терт.розр.}$ – середній діаметр зони тертя, m ;

$$F_{T\Sigma} = Q \cdot f,$$

f – коефіцієнт тертя в місці контакту;

$$f=0,15,$$

$$F_{T\Sigma} = Q \cdot f = 712,1 \cdot 0,15 = 106,8 H.$$

Розраховуємо потрібний момент закріплення на гайці

$$M_{FT} = 0,25 \cdot d \cdot Q = 0,25 \cdot 0,068 \cdot 106,8 = 1,81 H \cdot m.$$

Розраховуємо силу, яка прикладається робітником для затиску заготовки, враховуючи, що стандартний ключ 16 має довжину 20 мм (Ключ С 1 Х9 7811-0148 ДСТУ 2841:2008)

$$P_{np} = \frac{M_{FT}}{l} = \frac{1815,9}{20} = 90 H.$$

Оскільки сила затиску, має невелике значення, то робітник має змогу здійснити затиск за допомогою ключа.

					БР.ПМ-298.00.000 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3 Вимоги з техніки безпеки

Загальні вимоги:

- 1) Зовнішні елементи конструкції пристрою повинні бути без гострих кромek, задирок. Радіуси заокруглень і фаски повинні бути не менше 1 мм.
- 2) Конструктивні елементи пристрою, які виходять за габарити стола верстата, не повинні створювати перешкоду для роботи верстата і доступу до органів керування.
- 3) Параметри зовнішніх поверхонь обертання не повинні перевищувати Ra1,25.
- 4) Пристрої, які обертаються, повинні бути збалансовані.
- 5) Конструкція пристрою повинна забезпечувати вільне або примусове видалення стружки.
- 6) Повинна забезпечуватись безпека встановлення і зняття заготовок.
- 7) В конструкції пристрою повинна передбачатись можливість змащування поверхонь, які труться.
- 8) Не допускається ущільнення фарбою і лаками поверхонь, які труться.

Вимоги до механізмів затиску:

- 1) Сила затиску заготовок береться з коефіцієнтом запасу не менше 2,5.

Вимоги до органів керування:

- 1) Висота від підлоги до органів керування повинна бути 1000-1600мм.
- 2) До органів керування, використання яких недопустиме при роботі верстата, прикріплюються таблички з попереджувальним написом, який добре читається на відстані не менше 500мм.

Вимоги до пневмоприводів:

- 1) Пневмоприводи повинні забезпечувати надійне закріплення заготовки.
- 2) Пневмоприводи повинні бути обладнані засобами для захисту робочого середовища від забруднення, і від падіння тиску в робочій порожнині циліндра при припиненні подачі стиснутого повітря.

Пневмоприводи повинні бути обладнані засобами для контролю тиску в пневмережі.

					БР.ПМ-298.00.000 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3 Розрахунок та конструювання різального інструменту

Спроекуємо токарний прохідний різець з механічним кріпленням багатогранної пластини із твердого сплаву Т5К10 для точіння деталей із СЧ15 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 таблицю 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:

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

де $B=16$ мм – ширина державки різця;

H – висота державки різця;

$\sigma_{zd} = 200 - 300$ 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-298.00.000 ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновок

В даній бакалаврській дипломній роботі: Технологічний процес виготовлення деталі **Втулка ПМ298.22.003** для умов середньо серійного типу виробництва проведено аналіз типового технологічного процесу та заготованки, в результаті чого обґрунтовано застосування більш економічної заготовки, змінено маршрут обробки на більш раціональний; для технологічного процесу, пораховані припуски, режими різання та норми часу.

Розроблено карту налагодження на 010 операцію .

В конструкторській частині для ефективнішого закріплення нашої деталі при механічній обробці на верстатах підібрано верстатне обладнання з параметрами які можуть запобігти негативним явищам, що мають місце при реальному процесі даної обробки.

Для керування обробкою на токарній операції розробили керуючу програму. Деталь **Втулка ПМ298.22.003** виготовляється з використанням токарного з ЧПК HAAS TL-1 . Для розроблення керуючої програми обробки **Втулка ПМ298.22.003** на верстаті з ЧПК використовую систему PowerMill.

					БР.ПМ-298.00.000 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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-298.00.000 ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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]

					БР.ПМ-298.00.000 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток

Додаток – Керуюча програма для верстату з ЧПК

```
100 ; -----
101 ; NO.| ID      | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 1|РізецьЧорн80|  | 0.0 |
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 10 MM
105 ; PROGRAM NAME : 10
106 ; PART NAME   : 1
107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-29 - 1:45:10
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|РізецьЧорн80|  | 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-47.5 Y-47.5 Z-53.0
124 BLK FORM 0.2 X47.5 Y47.5 Z3.0
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   : РізецьЧорн80
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 X200.0 Y0.0 FMAX
145 L Z-180.0 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 X278.0 Z-155.25 R0 FQ3
151 L Z-151.6218 F0.2
152 L X230.0
153 L Z-153.25
154 L X232.8284 Z-154.6642
155 L X200.0 Z-180.0 FQ3
156 ; -----
157 ; END TOOLPATH : ЧорнТорець1
158 ; -----
159 M09
160 M05
161 L M140 MBMAX FMAX
162 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
163 CYCL DEF 32.1
164 CYCL DEF 32.2
165 M30
166 END PGM 10 MM

100 ; -----
101 ; NO.| ID      | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 1|РізецьЧист35|   | 0.0 |
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 11 MM
105 ; PROGRAM NAME : 11
106 ; PART NAME    : 1
107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-29 - 1:45:12
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|РізецьЧист35|   | 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-47.5 Y-47.5 Z-53.0
124 BLK FORM 0.2 X47.5 Y47.5 Z3.0
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. :1
138 ; TOOL TYPE :
139 ; TOOL ID : РізецьЧист35
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 X200.0 Y0.0 FMAX
145 L Z-180.0 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 X278.0 Z-150.6218 R0 FQ3
151 L X274.0 F0.2
152 L X230.0
153 L X226.1363 Z-151.1394
154 L X200.0 Z-180.0 FQ3
155 ; -----
156 ; END TOOLPATH : ЧистТорець1
157 ; -----
158 M09
159 M05
160 L M140 MBMAX FMAX
161 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
162 CYCL DEF 32.1
163 CYCL DEF 32.2
164 M30
165 END PGM 11 MM

100 ; -----
101 ; NO.| ID | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 1|РізецьЧорн80| | 0.0 |
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 12 MM
105 ; PROGRAM NAME : 12
106 ; PART NAME : 1
107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-29 - 1:45:14
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|РізецьЧорн80| | 0.0 |
118 ; -----

```

119 ;
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 0 MIN 29 SEC
122 ;
123 BLK FORM 0.1 Z X-47.5 Y-47.5 Z-53.0
124 BLK FORM 0.2 X47.5 Y47.5 Z3.0
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
 Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : ЧорнТоч1
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 : РізецьЧорн80
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 X200.0 Y0.0 FMAX
145 L Z-180.0 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 X338.7729 Z-153.1336 R0 FQ3
151 L X331.1544 F0.2
152 L Z-135.0
153 L X334.8503
154 L X337.6787 Z-136.4142
155 L Z-153.1336 FQ3
156 L X335.0771
157 L X327.4586 F0.2
158 L Z-135.0
159 L X331.1544
160 L X333.9829 Z-136.4142
161 L Z-153.1336 FQ3
162 L X331.3812
163 L X323.7627 F0.2
164 L Z-135.0
165 L X327.4586
166 L X330.287 Z-136.4142
167 L Z-153.1336 FQ3
168 L X327.6854
169 L X320.0669 F0.2
170 L Z-135.0
171 L X323.7627

172 L X326.5912 Z-136.4142
173 L Z-153.1336 FQ3
174 L X323.9895
175 L X316.371 F0.2
176 L Z-135.0
177 L X320.0669
178 L X322.8953 Z-136.4142
179 L Z-153.1336 FQ3
180 L X320.2936
181 L X312.6751 F0.2
182 L Z-135.0
183 L X316.371
184 L X319.1994 Z-136.4142
185 L Z-153.1336 FQ3
186 L X316.5978
187 L X308.9793 F0.2
188 L Z-135.0
189 L X312.6751
190 L X315.5036 Z-136.4142
191 L Z-153.1336 FQ3
192 L X312.9019
193 L X305.2834 F0.2
194 L Z-135.0
195 L X308.9793
196 L X311.8077 Z-136.4142
197 L Z-153.1336 FQ3
198 L X309.2061
199 L X301.5876 F0.2
200 L Z-135.0
201 L X305.2834
202 L X308.1119 Z-136.4142
203 L Z-153.1336 FQ3
204 L X305.5102
205 L X297.8917 F0.2
206 L Z-135.0
207 L X301.5876
208 L X304.416 Z-136.4142
209 L Z-153.1336 FQ3
210 L X301.8144
211 L X294.1959 F0.2
212 L Z-135.0
213 L X297.8917
214 L X300.7201 Z-136.4142
215 L Z-153.1336 FQ3
216 L X298.1185
217 L X290.5 F0.2
218 L Z-135.0
219 L X294.1959
220 L X297.0243 Z-136.4142
221 L Z-153.1336 FQ3
222 L X294.4226
223 L X286.8171 F0.2
224 L Z-145.3589
225 L X289.7678 Z-143.8835

226 L X290.3097 Z-143.4779
 227 L X290.5 Z-142.9996
 228 L X293.3284 Z-144.4138
 229 L Z-153.1336 FQ3
 230 L X290.7397
 231 L X283.1342 F0.2
 232 L Z-147.2005
 233 L X286.8171 Z-145.3589
 234 L X289.6455 Z-146.7731
 235 L Z-153.1336 FQ3
 236 L X287.0568
 237 L X279.4513 F0.2
 238 L Z-149.042
 239 L X283.1342 Z-147.2005
 240 L X285.9626 Z-148.6147
 241 L Z-153.1336 FQ3
 242 L X283.3739
 243 L X275.7684 F0.2
 244 L Z-150.8836
 245 L X279.4513 Z-149.042
 246 L X282.2797 Z-150.4562
 247 L X200.0 Z-180.0 FQ3
 248 ; -----
 249 ; END TOOLPATH : ЧорнТоч1
 250 ; -----
 251 M09
 252 M05
 253 L M140 MBMAX FMAX
 254 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
 255 CYCL DEF 32.1
 256 CYCL DEF 32.2
 257 M30
 258 END PGM 12 MM

100 ; -----
 101 ; NO.| ID | DIA.| TIP RAD| LENGTH
 102 ; -----
 103 ; 1|РізецьЧист35| | 0.0 |
 104 ; -----
 0.00 BEGIN PGM 13 MM
 105 ; PROGRAM NAME : 13
 106 ; PART NAME : 1
 107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-29 - 1:45:16
 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|РізецьЧист35| | 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-47.5 Y-47.5 Z-53.0
124 BLK FORM 0.2 X47.5 Y47.5 Z3.0
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
    Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : ЧистТоч1
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   : РізецьЧист35
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 X200.0 Y0.0 FMAX
145 L Z-180.0 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 X271.5258 Z-151.5907 R0 FQ3
151 L X274.3541 Z-150.1765 F0.2
152 L X288.3536 Z-143.1764
153 L X288.4619 Z-143.0953
154 L X288.5 Z-142.9996
155 L Z-135.0
156 L X289.5353 Z-133.0681
157 L X200.0 Z-180.0 FQ3
158 ; -----
159 ; END TOOLPATH : ЧистТоч1
160 ; -----
161 M09
162 M05
163 L M140 MBMAX FMAX
164 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
165 CYCL DEF 32.1
166 CYCL DEF 32.2
167 M30
168 END PGM 13 MM

100 ; -----
101 ; NO.| ID      | DIA.| TIP RAD| LENGTH

```

```
102 ; -----
103 ; 1|РізецьЧорн80| | 0.0 |
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 20 MM
105 ; PROGRAM NAME : 20
106 ; PART NAME : Втулка
107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-29 - 1:47:13
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|РізецьЧорн80| | 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-47.5 Y-47.5 Z-53.0
124 BLK FORM 0.2 X47.5 Y47.5 Z3.0
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
    Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : ЧорнТорець2
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 : РізецьЧорн80
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 X200.0 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 X278.0 Z-94.75 R0 FQ3
151 L Z-98.75 F0.2
152 L X262.0
153 L Z-96.75
```

```

154 L X264.8284 Z-95.3358
155 L X200.0 Z-70.0 FQ3
156 ; -----
157 ; END TOOLPATH : ЧорнТорець2
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 20 MM

100 ; -----
101 ; NO.| ID      | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 1|РізецьЧист35| | 0.0 |
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 21 MM
105 ; PROGRAM NAME : 21
106 ; PART NAME    : Втулка
107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-29 - 1:47:15
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|РізецьЧист35| | 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-47.5 Y-47.5 Z-53.0
124 BLK FORM 0.2 X47.5 Y47.5 Z3.0
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. :1

```

```

138 ; TOOL TYPE :
139 ; TOOL ID : РізецьЧист35
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 X200.0 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 X278.0 Z-99.75 R0 FQ3
151 L X274.0 F0.2
152 L X262.0
153 L X258.1363 Z-99.2324
154 L X200.0 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 21 MM

100 ; -----
101 ; NO.| ID | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 1|РізецьЧорн80| | 0.0 |
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 22 MM
105 ; PROGRAM NAME : 22
106 ; PART NAME : Втулка
107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-29 - 1:47:17
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|РізецьЧорн80| | 0.0 |
118 ; -----
119 ;
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 0 MIN 51 SEC
122 ;
123 BLK FORM 0.1 Z X-47.5 Y-47.5 Z-53.0

```

124 BLK FORM 0.2 X47.5 Y47.5 Z3.0
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
 Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : ЧорнТоч2
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 : РізецьЧорн80
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 X200.0 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 X338.7726 Z-96.8661 R0 FQ3
151 L X330.9115 F0.2
152 L Z-133.7497
153 L X334.8503
154 L X337.6787 Z-132.3355
155 L Z-96.8661 FQ3
156 L X334.8338
157 L X326.9727 F0.2
158 L Z-133.7497
159 L X330.9115
160 L X333.7399 Z-132.3355
161 L Z-96.8661 FQ3
162 L X330.895
163 L X323.0339 F0.2
164 L Z-133.7497
165 L X326.9727
166 L X329.8011 Z-132.3355
167 L Z-96.8661 FQ3
168 L X326.9562
169 L X319.0951 F0.2
170 L Z-133.7497
171 L X323.0339
172 L X325.8623 Z-132.3355
173 L Z-96.8661 FQ3
174 L X323.0174
175 L X315.1563 F0.2
176 L Z-133.7497

177 L X319.0951
178 L X321.9235 Z-132.3355
179 L Z-96.8661 FQ3
180 L X319.0786
181 L X311.2175 F0.2
182 L Z-133.7497
183 L X315.1563
184 L X317.9847 Z-132.3355
185 L Z-96.8661 FQ3
186 L X315.1398
187 L X307.2787 F0.2
188 L Z-133.7497
189 L X311.2175
190 L X314.0459 Z-132.3355
191 L Z-96.8661 FQ3
192 L X311.201
193 L X303.3399 F0.2
194 L Z-133.7497
195 L X307.2787
196 L X310.1071 Z-132.3355
197 L Z-96.8661 FQ3
198 L X307.2622
199 L X299.4011 F0.2
200 L Z-133.7497
201 L X303.3399
202 L X306.1684 Z-132.3355
203 L Z-96.8661 FQ3
204 L X303.3234
205 L X295.4623 F0.2
206 L Z-133.7497
207 L X299.4011
208 L X302.2296 Z-132.3355
209 L Z-96.8661 FQ3
210 L X299.3846
211 L X291.5235 F0.2
212 L Z-133.7497
213 L X295.4623
214 L X298.2908 Z-132.3355
215 L Z-96.8661 FQ3
216 L X295.4458
217 L X287.5847 F0.2
218 L Z-133.7496
219 L X288.0019 Z-133.7497
220 L X291.5235
221 L X294.352 Z-132.3355
222 L Z-96.8661 FQ3
223 L X291.507
224 L X283.6459 F0.2
225 L Z-133.7481
226 L X287.5847 Z-133.7496
227 L X290.4132 Z-132.3353
228 L Z-96.8661 FQ3
229 L X287.5682
230 L X279.7071 F0.2

231 L Z-101.0855
232 L X281.7678 Z-102.1158
233 L X282.3097 Z-102.5213
234 L X282.5 Z-102.9997
235 L Z-130.9993
236 L X282.504 Z-133.7477
237 L X283.6459 Z-133.7481
238 L X286.4744 Z-132.3339
239 L Z-96.8661 FQ3
240 L X283.6294
241 L X275.7683 F0.2
242 L Z-99.1161
243 L X279.7071 Z-101.0855
244 L X282.5356 Z-99.6713
245 L X200.0 Z-70.0 FQ3
246 ; -----
247 ; END TOOLPATH : ЧорнТоч2
248 ; -----
249 M09
250 M05
251 L M140 MBMAX FMAX
252 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
253 CYCL DEF 32.1
254 CYCL DEF 32.2
255 M30
256 END PGM 22 MM

100 ; -----
101 ; NO.| ID | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 1|РізецьЧист35| | 0.0 |
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 23 MM
105 ; PROGRAM NAME : 23
106 ; PART NAME : Втулка
107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-29 - 1:47:19
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|РізецьЧист35| | 0.0 |
118 ; -----
119 ;
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 0 MIN 5 SEC
122 ;
123 BLK FORM 0.1 Z X-47.5 Y-47.5 Z-53.0
124 BLK FORM 0.2 X47.5 Y47.5 Z3.0
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.   :1
138 ; TOOL TYPE  :
139 ; TOOL ID   : РізецьЧист35
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 X200.0 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 X271.5257 Z-98.409 R0 FQ3
151 L X274.3541 Z-99.8232 F0.2
152 L X280.3536 Z-102.8229
153 L X280.4619 Z-102.904
154 L X280.5 Z-102.9997
155 L Z-130.9996
156 L X280.5055 Z-134.747
157 L X288.0004 Z-134.7497
158 L X291.8649 Z-134.2335
159 L X200.0 Z-70.0 FQ3
160 ; -----
161 ; END TOOLPATH : ЧистТоч2
162 ; -----
163 M09
164 M05
165 L M140 MBMAX FMAX
166 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
167 CYCL DEF 32.1
168 CYCL DEF 32.2
169 M30
170 END PGM 23 MM

100 ; -----
101 ; NO.| ID   | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 3|ϕ | ϕ|рэрт| | 0.0 |
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 24 MM
105 ; PROGRAM NAME : 24

```



```

159 L X280.0037 F0.2
160 L X278.5098 Z-128.7511
161 L X284.5 FQ3
162 L Z-129.75
163 L X278.5161 F0.2
164 L X278.5098 Z-128.7511
165 L X284.5 FQ3
166 L X300.0 Z-70.0
167 ; -----
168 ; END TOOLPATH : 3|L | чL|pэpT| |юЁэ
169 ; -----
170 M09
171 M05
172 L M140 MBMAX FMAX
173 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
174 CYCL DEF 32.1
175 CYCL DEF 32.2
176 M30
177 END PGM 24 MM

100 ; -----
101 ; NO.| ID   | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 3|L | чL|pэpT| | 0.0 |
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 25 MM
105 ; PROGRAM NAME : 25
106 ; PART NAME   : T|C|ы|ы|p
107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-29 - 1:47:24
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 ; 3|L | чL|pэpT| | 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-47.5 Y-47.5 Z-53.0
124 BLK FORM 0.2 X47.5 Y47.5 Z3.0
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
    Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : 3|L | чL|pэpT| |шёC
130 ; -----
131 ; PARAMETRIC FEEDRATE DEFINITION

```

```

132 Q1=500; PLUNGE FEED RATE
133 Q2=1000; CUTTING FEED RATE
134 Q3=3000; SKIM FEED RATE
135 ; FMAX USED FOR RAPID
136 ;
137 ; TOOL NO. :3
138 ; TOOL TYPE :
139 ; TOOL ID : 11 | ч11рэрт
140 ; TOOL DIA : 0.0 LENGTH 0.0
141 ;
142 TOOL CALL 3 Z S1000 DL+0.0 DR+0.0
143 M03
144 L X300.0 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 X284.5 Z-130.75 R0 FQ3
151 L X276.519 F0.2
152 L X276.5069 Z-127.7526
153 L X278.5069 Z-128.7526
154 L X284.5 FQ3
155 L Z-127.75
156 L X280.0007 F0.2
157 L X276.5069 Z-127.7526
158 L X284.5 FQ3
159 L X300.0 Z-70.0
160 ; -----
161 ; END TOOLPATH : 11рэртър11шёс
162 ; -----
163 M09
164 M05
165 L M140 MBMAX FMAX
166 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
167 CYCL DEF 32.1
168 CYCL DEF 32.2
169 M30
170 END PGM 25 MM

100 ; -----
101 ; NO.| ID | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 1|РізецьЧорн80| | 0.0 |
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 26 MM
105 ; PROGRAM NAME : 26
106 ; PART NAME : Втулка
107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-29 - 1:47:26
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 ; 1|РізецьЧорн80| | 0.0 |
118 ; -----
119 ;
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 0 MIN 50 SEC
122 ;
123 BLK FORM 0.1 Z X-47.5 Y-47.5 Z-53.0
124 BLK FORM 0.2 X47.5 Y47.5 Z3.0
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : ЧорнРозт
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 : РізецьЧорн80
140 ; TOOL DIA : 0.0 LENGTH 0.0
141 ;
142 TOOL CALL 1 Z S1000 DL+0.0 DR+0.0
143 M03
144 L X0.0 Y0.0 FMAX
145 L Z30.0 FMAX
146 M08
147 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
148 CYCL DEF 32.1 T0.1
149 CYCL DEF 32.2 HSC-MODE:1 TA2
150 L X-4.5 Z2.25 R0 FQ3
151 L X3.4978 F0.2
152 L Z-50.0
153 L X-0.5
154 L X-3.3284 Z-48.5858
155 L Z2.25 FQ3
156 L X-1.0022
157 L X7.4957 F0.2
158 L Z-50.0
159 L X3.4978
160 L X0.6694 Z-48.5858
161 L Z2.25 FQ3
162 L X2.9957
163 L X11.4935 F0.2
164 L Z-50.0
165 L X7.4957

166 L X4.6672 Z-48.5858
167 L Z2.25 FQ3
168 L X6.9935
169 L X15.4913 F0.2
170 L Z-50.0
171 L X11.4935
172 L X8.6651 Z-48.5858
173 L Z2.25 FQ3
174 L X10.9913
175 L X19.4892 F0.2
176 L Z-50.0
177 L X15.4913
178 L X12.6629 Z-48.5858
179 L Z2.25 FQ3
180 L X14.9892
181 L X23.487 F0.2
182 L Z-50.0
183 L X19.4892
184 L X16.6607 Z-48.5858
185 L Z2.25 FQ3
186 L X18.987
187 L X27.4848 F0.2
188 L Z-50.0
189 L X23.487
190 L X20.6586 Z-48.5858
191 L Z2.25 FQ3
192 L X22.9848
193 L X31.4842 F0.2
194 L Z-16.7499
195 L X29.9844 Z-16.75
196 L X28.762 Z-16.9098
197 L X27.8041 Z-17.3888
198 L X27.4848 Z-18.0
199 L X24.6564 Z-16.5858
200 L Z2.25 FQ3
201 L X26.9842
202 L X35.4835 F0.2
203 L Z-16.7495
204 L X31.4842 Z-16.7499
205 L X28.6558 Z-15.3356
206 L Z2.25 FQ3
207 L X30.9835
208 L X39.4829 F0.2
209 L Z-16.7491
210 L X35.4835 Z-16.7495
211 L X32.6551 Z-15.3353
212 L Z2.25 FQ3
213 L X34.9829
214 L X43.4822 F0.2
215 L Z-16.7488
216 L X39.4829 Z-16.7491
217 L X36.6545 Z-15.3349
218 L Z2.25 FQ3
219 L X38.9822

220 L X47.4816 F0.2
221 L Z-16.7484
222 L X43.4822 Z-16.7488
223 L X40.6538 Z-15.3346
224 L Z2.25 FQ3
225 L X42.9816
226 L X51.4809 F0.2
227 L Z-16.748
228 L X47.4816 Z-16.7484
229 L X44.6532 Z-15.3342
230 L Z2.25 FQ3
231 L X46.9809
232 L X55.4803 F0.2
233 L Z-16.7477
234 L X51.4809 Z-16.748
235 L X48.6525 Z-15.3338
236 L Z2.25 FQ3
237 L X50.9803
238 L X59.4796 F0.2
239 L Z-16.7473
240 L X55.4803 Z-16.7477
241 L X52.6519 Z-15.3335
242 L X0.0 Z30.0 FQ3
243 ; -----
244 ; END TOOLPATH : ЧорнРозт
245 ; -----
246 M09
247 M05
248 L M140 MBMAX FMAX
249 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
250 CYCL DEF 32.1
251 CYCL DEF 32.2
252 M30
253 END PGM 26 MM

100 ; -----
101 ; NO.| ID | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 1|РізецьЧист35| | 0.0 |
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 27 MM
105 ; PROGRAM NAME : 27
106 ; PART NAME : Втулка
107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-29 - 1:47:28
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|РізецьЧист35| | 0.0 |

118 ; -----
119 ;
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 0 MIN 6 SEC
122 ;
123 BLK FORM 0.1 Z X-47.5 Y-47.5 Z-53.0
124 BLK FORM 0.2 X47.5 Y47.5 Z3.0
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
 Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : ЧистРозт
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 : РізецьЧист35
140 ; TOOL DIA : 0.0 LENGTH 0.0
141 ;
142 TOOL CALL 1 Z S1000 DL+0.0 DR+0.0
143 M03
144 L X0.0 Y0.0 FMAX
145 L Z30.0 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 X61.4796 Z2.0 R0 FQ3
151 L Z0.0 F0.2
152 L Z-17.7471
153 L X29.9847 Z-17.75
154 L X29.6312 Z-17.8232
155 L X29.4848 Z-18.0
156 L Z-50.0
157 L X28.4496 Z-51.9319
158 L X0.0 Z30.0 FQ3
159 ; -----
160 ; END TOOLPATH : ЧистРозт
161 ; -----
162 M09
163 M05
164 L M140 MBMAX FMAX
165 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
166 CYCL DEF 32.1
167 CYCL DEF 32.2
168 M30
169 END PGM 27 MM

```

100 ; -----
101 ; NO.| ID      | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 4|L | 4p3T3eE | | 0.0 |
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 28 MM
105 ; PROGRAM NAME : 28
106 ; PART NAME : T3eE3p
107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-29 - 1:47:30
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 ; 4|L | 4p3T3eE | | 0.0 |
118 ; -----
119 ;
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 0 MIN 5 SEC
122 ;
123 BLK FORM 0.1 Z X-47.5 Y-47.5 Z-53.0
124 BLK FORM 0.2 X47.5 Y47.5 Z3.0
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
    Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : L104eLp3T3eE3
130 ; -----
131 ; PARAMETRIC FEEDRATE DEFINITION
132 Q1=500; PLUNGE FEED RATE
133 Q2=1000; CUTTING FEED RATE
134 Q3=3000; SKIM FEED RATE
135 ; FMAX USED FOR RAPID
136 ;
137 ; TOOL NO. :4
138 ; TOOL TYPE :
139 ; TOOL ID : L | 4p3T3eE
140 ; TOOL DIA : 0.0 LENGTH 0.0
141 ;
142 TOOL CALL 4 Z S1000 DL+0.0 DR+0.0
143 M03
144 L X0.0 Y0.0 FMAX
145 L Z30.0 FMAX
146 M08
147 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
148 CYCL DEF 32.1 T0.1
149 CYCL DEF 32.2 HSC-MODE:1 TA2
150 L X-31.4941 Z-28.7529 R0 FQ3
151 L X-38.4941 F0.2

```

152 L X-31.4941
153 L Z-26.3529 FQ3
154 L X-38.4941 F0.2
155 L X-31.4941
156 L X-32.9084 Z-27.06
157 L X-31.4941 FQ3
158 L Z-31.1529
159 L X-38.4941 F0.2
160 L X-31.4941
161 L X-32.9084 Z-30.4458
162 L X-31.4941 FQ3
163 L Z-23.9529
164 L X-38.4941 F0.2
165 L X-31.4941
166 L X-32.9084 Z-24.66
167 L X-31.4941 FQ3
168 L Z-33.5529
169 L X-38.4941 F0.2
170 L X-31.4941
171 L X-32.9084 Z-32.8458
172 L X-31.4941 FQ3
173 L X0.0 Z30.0
174 ; -----
175 ; END TOOLPATH : 4|L | ЧL|pэTэeCÈ| | 0.0 |
176 ; -----
177 M09
178 M05
179 L M140 MBMAX FMAX
180 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
181 CYCL DEF 32.1
182 CYCL DEF 32.2
183 M30
184 END PGM 28 MM

100 ; -----
101 ; NO.| ID | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 4|L | ЧL|pэTэeCÈ| | 0.0 |
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 29 MM
105 ; PROGRAM NAME : 29
106 ; PART NAME : TСeыъp
107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-29 - 1:47:32
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 ; 4|L | ЧL|pэTэeCÈ| | 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-47.5 Y-47.5 Z-53.0
124 BLK FORM 0.2 X47.5 Y47.5 Z3.0
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
 Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : $\perp_{\text{юч}} \perp_{\text{рэ}} \perp_{\text{ш}} \perp_{\text{ё}} \perp_{\text{ё}}$
130 ; -----
131 ; PARAMETRIC FEEDRATE DEFINITION
132 Q1=500; PLUNGE FEED RATE
133 Q2=1000; CUTTING FEED RATE
134 Q3=3000; SKIM FEED RATE
135 ; FMAX USED FOR RAPID
136 ;
137 ; TOOL NO. :4
138 ; TOOL TYPE :
139 ; TOOL ID : $\perp_{\text{ч}} \perp_{\text{рэ}} \perp_{\text{т}} \perp_{\text{ё}} \perp_{\text{ё}}$
140 ; TOOL DIA : 0.0 LENGTH 0.0
141 ;
142 TOOL CALL 4 Z S1000 DL+0.0 DR+0.0
143 M03
144 L X0.0 Y0.0 FMAX
145 L Z30.0 FMAX
146 M08
147 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
148 CYCL DEF 32.1 T0.1
149 CYCL DEF 32.2 HSC-MODE:1 TA2
150 L X-38.4941 Z-33.75 R0 FQ3
151 L X-33.4941 F0.2
152 L Z-23.7559
153 L X-35.4941 Z-24.7559
154 L X-33.4941 FQ3
155 L X0.0 Z30.0
156 ; -----
157 ; END TOOLPATH : $\perp_{\text{юч}} \perp_{\text{рэ}} \perp_{\text{ш}} \perp_{\text{ё}} \perp_{\text{ё}}$
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 29 MM

Дубл.													
Взамін.													
Підпис										Зм	Ар	Недок.	Підпис
													Дата

				<i>І Ф Н Т У Н Г</i>		<i>ПМ-298.22.003</i>				10101.00001		
										<i>Втулка</i>		

Кафедра КМВ

**КОМПЛЕКТ
технологічної
документації**

*Технологічний процес
механічної обробки*

Втулка ПМ-298.22.003

Розробив КАЧУР В.В..

Перевірів ПІТУЛЕЙ Л.Д.

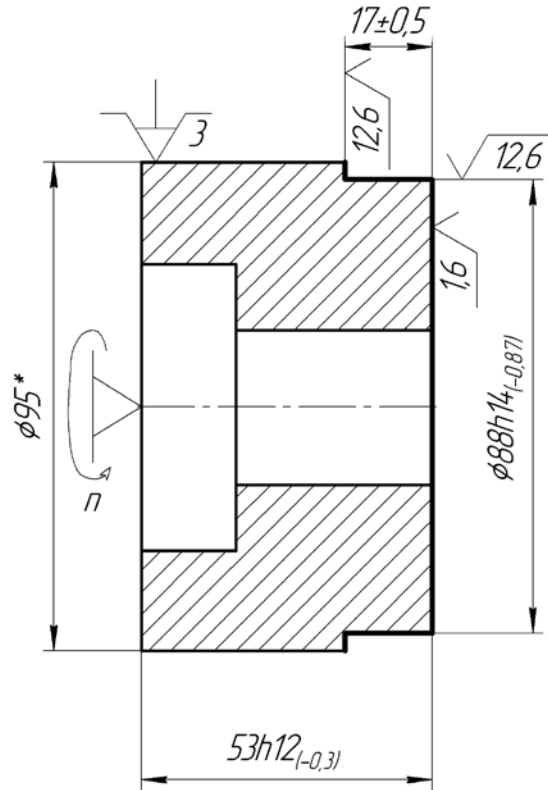
Акт № 145 від "29 " травня 2025р.

--	--

Дубл.			
Взам.			
Оригінал			

Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата					

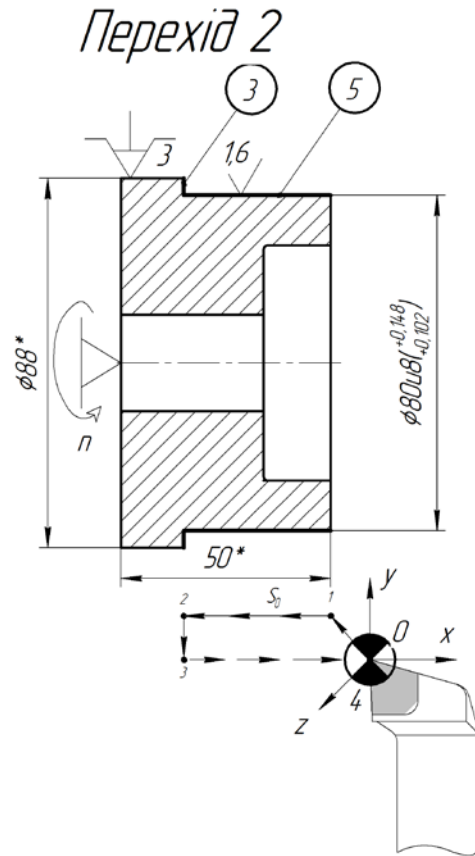
Розробив	Качур В.В.			ІФНТУНГ	ПМ-298.22.003					
Перевірів	Пітулей Л.Д.									
Т.контр.	Пітулей Л.Д.									
Реценз.				Втулка				П		
Н. контр.	Пітулей Л.Д.									



1. * Розмір для довідок

Дубл.										
Взам.										
Оригінал								Зм.	Арк.	№ Докум.
										Підпис
										Дата

Розробив	Качур В.В.			ІФНТУНГ	ПМ-298.22.003					
Перевірів	Пітулей Л.Д.									
Т.контр.	Пітулей Л.Д.									
Реценз.				Втулка				П		
Н. контр.	Пітулей Л.Д.									

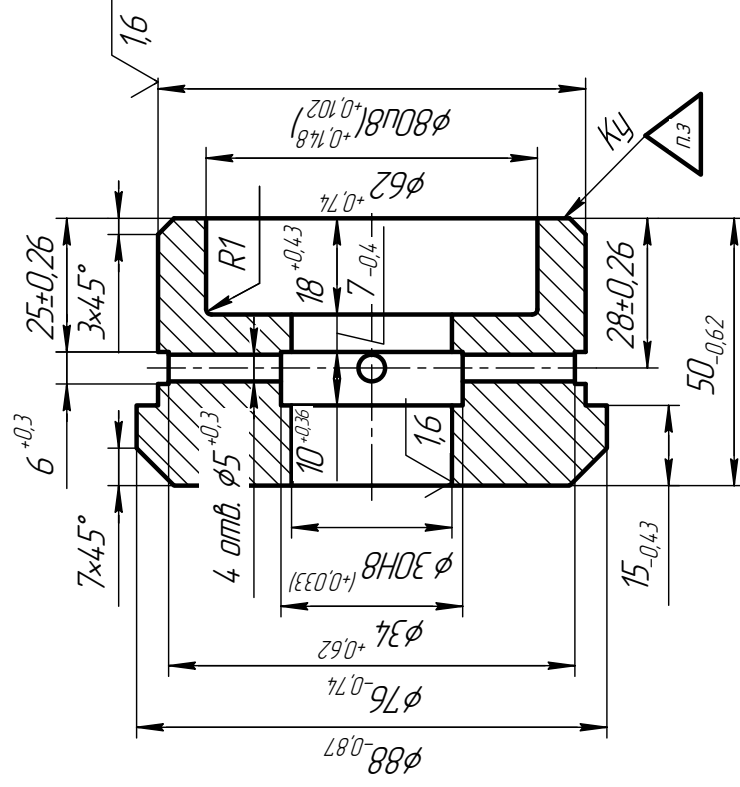


1. * Розмір для довідок

КЕ	ТП- Втулка ПМ-298.22.003								
----	--------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

БР.ПМ-298.00.01.002

$\sqrt{12,6}$ (✓)



1. H14, h14, ±t₂/2.
2. Допускається виготовляти відлибки з чавуна СЧ25, СЧ30 ДСТУ 14.12:2015.
3. Клеїмити: клеїмо отк.

БР.ПМ-298.00.01.002		Лист	Маса	Масштаб
Втулка		Н	1,4	1:1
ПМ-298.22.003		Лист	Листов	1
Відлибок СЧ15		/ФНТУНГ		
ДСТУ 14.12:2015		ПМ-21-1		
№вн	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Резерв	Качер В.В.			
Проб.	Піпчелі Л.Д.			
Г.контр.	Піпчелі Л.Д.			
Реценз.				
Н.контр.	Піпчелі Л.Д.			
Утв.	Панчук В.Г.			

Лист пунжен

Спроб. №

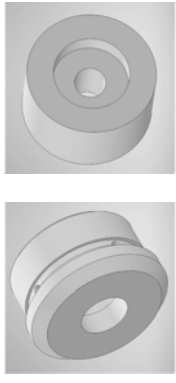
Лист у дана

Ивн. № блн

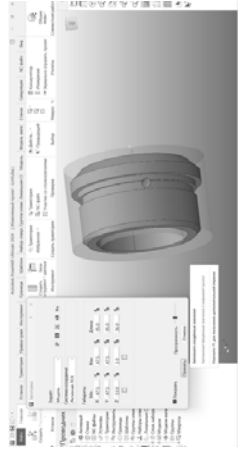
Взм. Ивн. №

Лист у дана

Ивн. № подл.



3D-моделі деталі та заготовки



Імпортовані моделі деталі та заготовки



Створення моделі чорнового різця



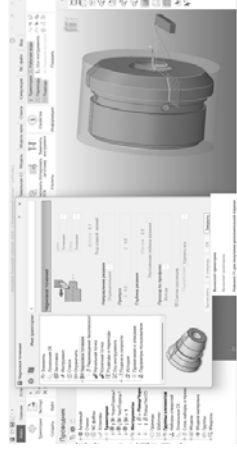
Проектування чорнкової обробки торця



Створення елемента «Токарний профіль»



Задання площини перетину



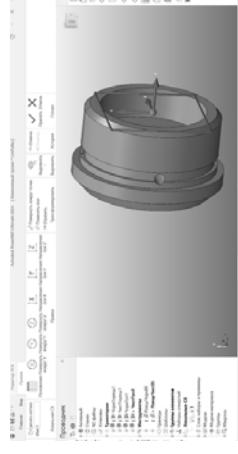
Проектування чорнового точіння



Вибір стратегії обробки



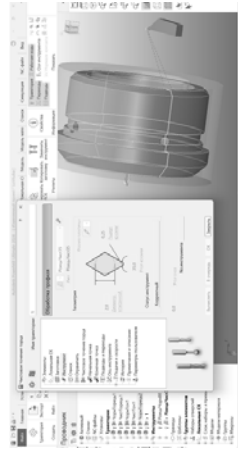
Проектування чистового точіння



Створення локальної системи координат



Проектування чорнкової обробки торця



Проектування чистової обробки торця



Створення елемента «Токарний горінець»



Проектування чорнового точіння



Проектування чистового точіння

БР.ПМ-298.04.00.000 СХ		Лист	11
Керівник програма		Місце	
Для обробки на верстаті		Місце	
з ЧПУ		Місце	
ІНТ/УН		Місце	
ПМ-21-1		Місце	

